

Skripsi Geofisika

**VERIFIKASI MODEL PREDIKSI NILAI TITIK PANAS (*HOTSPOT*)
DI KALIMANTAN**

OLEH

RUSNIANTI NUR

H22114013



PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

VERIFIKASI MODEL PREDIKSI NILAI TITIK PANAS (*HOTSPOT*)

DI KALIMANTAN

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada program studi Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

Oleh

Nama : Rusnianti Nur

Stambuk : H221 14 013

Prog.Studi : Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

LEMBAR PENGESAHAN

VERIFIKASI MODEL PREDIKSI NILAI TITIK PANAS (*HOTSPOT*)

DI KALIMANTAN

RUSNIANTI NUR

H221 14 013

Disetujui oleh :

Pada tanggal, November 2017

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc
NIP. 196303151987101001

Nur Hasanah, S.Si, M.Si
NIP. 198311222009122001

SARI BACAAN

Penelitian ini mengarah kepada analisis kualitas model prediksi *Multiple Regression* dan *Persistence* dalam meramalkan *Hotspot* lalu dibandingkan dengan data observasi *Hotspot* itu sendiri. Menggunakan 3 metrik pengukuran yaitu korelasi pearson, *root mean square error* (RMSE) dan Jarak Euklidean dengan rentang waktu 11 tahun yang dimulai dari Januari 2006 hingga Agustus 2017. Dimana diperoleh bahwa model yang paling baik dalam meramalkan *Hotspot* adalah model prediksi *Multiple Regression* yang memiliki keakuratan lebih tinggi hingga *lead-4* dibandingkan dengan model *Persistence*

Kata Kunci : *Verifikasi, Prediksi, Hotspot, Model, Multiple Regression, Persistence*

The image features a large, faint watermark of the Universitas Hasanudin logo in the background. The logo is a shield-shaped emblem with a crown on top, a central figure, and a banner across the middle with the text 'UNIVERSITAS HASANUDIN'. The shield is flanked by two figures and a base with decorative elements.

ABSTRACT

This research leads to quality analysis of the predictions Multiple Regression model and Persistence model in forecasting Hotspot and then compared with observational data Hotspot itself. Using three metrics measurement that is the Pearson correlation, root mean square error (RMSE) and the Euclidean distance of 11 years starting from the January 2006 until August 2017. Where was obtained that the best model in forecasting Hotspot is a predictions Multiple Regression model have high accuracy in predictions hotspot until lead-4 compared with persistence model.

Keyword: *Verification, Forecast, ENSO, Model, Multiple Regression, Persistence*

KATA PENGANTAR



“Assalamu’ Alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh”

“Dan Dia Maha Kuasa Atas Segala Sesuatu”, Alhamdulillah, penulis ucapkan terutama kepada Rabb-ku, penggenggam hidupku, atas lembaran-lembaran skenario kehidupan yang telah diberikannya untukku, Dialah Rabb Yang Maha Penyayang dan Maha Indah yang telah memperindah hari kemarin, hari ini dan Insya Allah akan memperindah hari esok. Segala puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta’ala* yang telah menganugerahi nikmat terbesar, yaitu nikmat Iman dan Islam. Rabb yang tiada berhak untuk disekutukan dengan apapun dan siapapun, Dialah Ilah yang berhak untuk disembah yang telah Menciptakan dan tidak membiarkan manusia tersesat di atas bumi-Nya dengan menurunkan kitab dan mengutus Rasul-Nya yang mulia Baginda Besar Muhammad *Shallallahu ‘alaihi wa sallam* yang senantiasa memberikan pemahaman fikrah harakah Islam secara benar dan penuh argument kepada kaum muslim, beserta *ahlul bait*, sahabat, shahabiyah dan orang-orang yang istiqomah menapaki jalan sunnahnya hingga yaumul akhir.

Ucapan terimakasih dan penghargaan tak ternilai teruntuk **Keluarga Besarku, Kedua Orangtuaku Nurhadi Taiya dan Rosmiati, kakakku Rusnandi Nur,**

Ruslinda Nur dan Rusman Nur, Adikku Rusmawati Nur, dan orang-orang yang berperang penting dalam kehidupanku.

Ucapan terima kasih penulis haturkan juga kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, motivasi dalam menyelesaikan studi. Rampungnya skripsi ini adalah berkat sumbangsih dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Untuk itu dengan tulus hati penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv** selaku ketua Prodi Geofisika sekaligus selaku Penasehat Akademik yang terus memberikan motivasi terhadap penulis.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Halmar Halide, M.Sc** selaku Pembimbing Utama, Ibu **Nur Hasanah, S.Si, M.Si** selaku Pembimbing Pertama yang telah bersedia meluangkan waktu membimbing dan memotivasi hingga tulisan ini dapat diselesaikan.
3. Bapak **Dr. M. Alimuddin Hamzah, M.Eng** ,Bapak **Dr. H. Samsu Arif, M.Si**, dan Bapak **Dr. Sakka, M.Si** selaku tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan terhadap penulisan skripsi ini.
4. Seluruh **Dosen Departemen Fisika UNHAS, Staf FMIPA Unhas, Staf Departemen Fisika Unhas, Staf Laboratorium FMIPA Unhas, Staf Perpustakaan FMIPA Unhas dan Staf Perpustakaan Umum Unhas**,
“Jazakumolloh khoir atas semua bantuannya.

5. Teman-teman **Geofisika 2014 FMIPA UNHAS** yang telah berjuang dan menghabiskan waktu bersama di bangku kuliah yakni **Alifka Cendani Putri, A.Armansyah, Rosdiana, Ditha Hardiyanti, Ainul Qalbi, Alkadri Samaun, Aprilyawan, Arini Jannatul, Bella Pratiwi, Dewi Rahma, Izwar Edis Pratama, Laode Arman, Mutmainnah, Nurhasanah Hamzah, Riska Awalia Lestari, Dewi Putriyani Rachmat, Ila Padila, Putri Wulandari, Krisdayanti, Rusmiati, Nuramila, Muhammad Reza Pahlevi, Tedi Eka Sputra, Ariyadi, Akram Ramadhan, Octaviana Agnes Pasulle, Musdalipa, A. St Rafida, Mustakima, Indra Jaya Muchtar, Mutmainnah Miranti, Sry Wahyuni, Nuranisa Mulyawati, Aslam, Awal Purnama Putra, Firman Budianto, Muballighulhag, Muhammad Siddig, Mustakima, Ayushar Syarief, Nur Fitriana dan Nur Yaqien Jaya**
6. Teman-teman **Fisika 2014 FMIPA UNHAS** yang telah berjuang bersama yakni **Hardiyanti 11, Hardiyanti 13, Arsitriyani Eka Savitri, Dina Junipuspita, Yuniar, Annamaintin, Nur Afni Saharuddin, Agustina, Ruwaidah, Desy Natalia, Nursyafarina, Nurdiana, Eunike, Aswan, Nia E.D, Noviana, Nurul Fitrah Hidayana, Radha, Taufik Hamzi,**
7. Teman-teman **European Association of Geoscientists and Engineers (EAGE)**
8. Teman-teman SMA-ku yang selalu mendoakanku **Sulfiani arsyad, Wella Angrahini, Juliyanti Ahmad, Ummu Zakiah Hmazah, Ummi Kalzum, Firda Nurul Auliah dan Hilda Setiawati**

9. Teman-teman **KKN 96 UNHAS Kecamatan Bonto Maros** dan lebih khususnya lagi untuk **Posko Desa Bonto Bahari** yakni **Auraevadne, Hidayat Nazardi, A.Diar Nurazika dan Sri Rafika**

10. Rekan seperjuangan tugas akhir; **Rosdiana, Ditha Hardiyanti, Krisdayanti dan Dewi Putriyani Rachmat.**

Di akhir ucapkan terima kasih ini, aku ingin mengatakan kepada setiap orang yang kutemui dalam hidupku, betapa kalian telah memberikan begitu banyak jasa yang tidak pernah bisa kubayar. Dari lubuk hatiku yang terdalam, kuucapkan terima kasih untuk semua orang yang telah disinggahkan oleh Allah untukku. Hanya Allah sebaik-baik Pemberi balasan atas semua kebaikan.

Penulis menyadari jauhnya kesempurnaan dari skripsi ini, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan sumbangsih berupa saran yang bersifat membangun guna memperbaiki kekurangan yang ada. Demikian pun penulis tetap berharap agar tulisan ini bisa sedikitnya member manfaat bagi siapapun yang membuka dan membacanya.

Wassalaamu' Alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh"

Makassar, November 2017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
I.2 Ruang lingkup.....	2
I.3 Tujuan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 <i>Hotspot</i> (Titik Panas).....	3
II.1.1 Definisi	3
II.1.2 Pemanfaatan data <i>Hotspot</i>	3
II.1.3 Pengolahan data <i>Hotspot</i>	5

II.2 Prediksi <i>Hotspot</i>	6
II.3 Curah Hujan.....	7
II.4 Suhu Permukaan.....	9
II.5 Model <i>Multiple Regression</i>	9
II.6 Model <i>Persistence</i>	11
II.7 Verifikasi Prediksi	12
II.7.1 Korelasi Pearson.....	12
II.7.2 <i>Root Mean Square (RMSE)</i>	14
II.7.3 Jarak Euklidean	14
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
III.1 Data Penelitian	16
III.1.1 Data Observasi <i>Hotspot</i>	16
III.1.2 Data Prediksi <i>Hotspot</i>	16
III.2 Prosedur Penelitian.....	16
III.2.1 Tahap Persiapan	17
III.2.2 Tahap Pengumpulan data	17
III.3 Pegolahan data	17
III.4 Verifikasi prediksi menggunakan Matlab 2015	18
III.5 Membandingkan verifikasi model prediksi.....	19

III.5 Bagan Alir Penelitian	20
-----------------------------------	----

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil dan Pembahasan	21
---------------------------------	----

IV.1.1 Grafik prediksi Hotspot model prediksi Multiple Regression dan Persistence.....	21
--	----

IV.1.2 Diagram sebaran akurasi model prediksi.....	23
--	----

IV.1.3 Verifikasi model prediksi.....	25
---------------------------------------	----

IV.1.3.1 Korelasi Pearson dan Root Mean Square.....	25
---	----

IV.1.3.2 Jarak Euklidean.....	28
-------------------------------	----

BAB V PENUTUP

V.1 Kesimpulan	31
----------------------	----

V.2 Saran.....	31
----------------	----

DAFTAR PUSTAKA

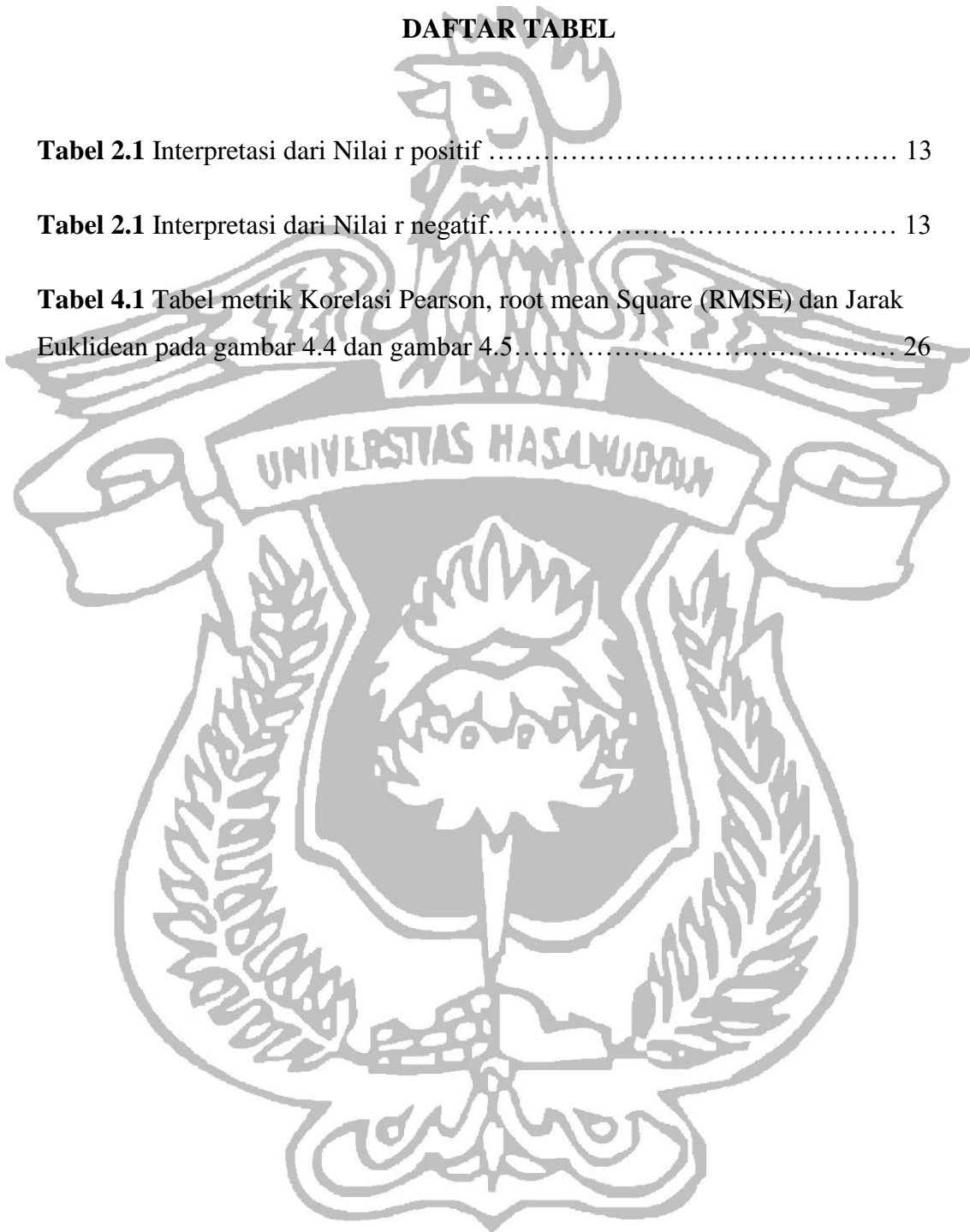
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Deret waktu jumlah <i>Hotspot</i> bulanan pada tahun 2017.....	4
Gambar 2.2 Ilustrasi titik <i>Hotspot</i> pada satelit penginderaan jauh.....	5
Gambar 2.3 Jumlah <i>Hotspot</i> bulanan di Kalimantan tahun 2015.....	7
Gambar 4.1 Grafik prediksi <i>Hotspot</i> model <i>Multiple Regression</i> dan <i>Persistence</i> untuk <i>lead 1</i> hingga <i>lead 4</i>	19
Gambar 4.2 Diagram sebaran hasil prediksi dibandingkan dengan observasi untuk model <i>Multiple Regression</i>	20
Gambar 4.3 Diagram sebaran hasil prediksi dibandingkan dengan observasi untuk model <i>Persistence</i>	22
Gambar 4.4 Hasil Korelasi Pearson dan Root Mean Square (RMSE) model prediksi <i>Multiple Regression</i> dan <i>Persistence</i>	24
Gambar 4.5 Hasil Jarak Euklidean model prediksi <i>Multiple Regression</i> dan <i>Persistence</i>	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Interpretasi dari Nilai r positif	13
Tabel 2.1 Interpretasi dari Nilai r negatif.....	13
Tabel 4.1 Tabel metrik Korelasi Pearson, root mean Square (RMSE) dan Jarak Euklidean pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.....	26

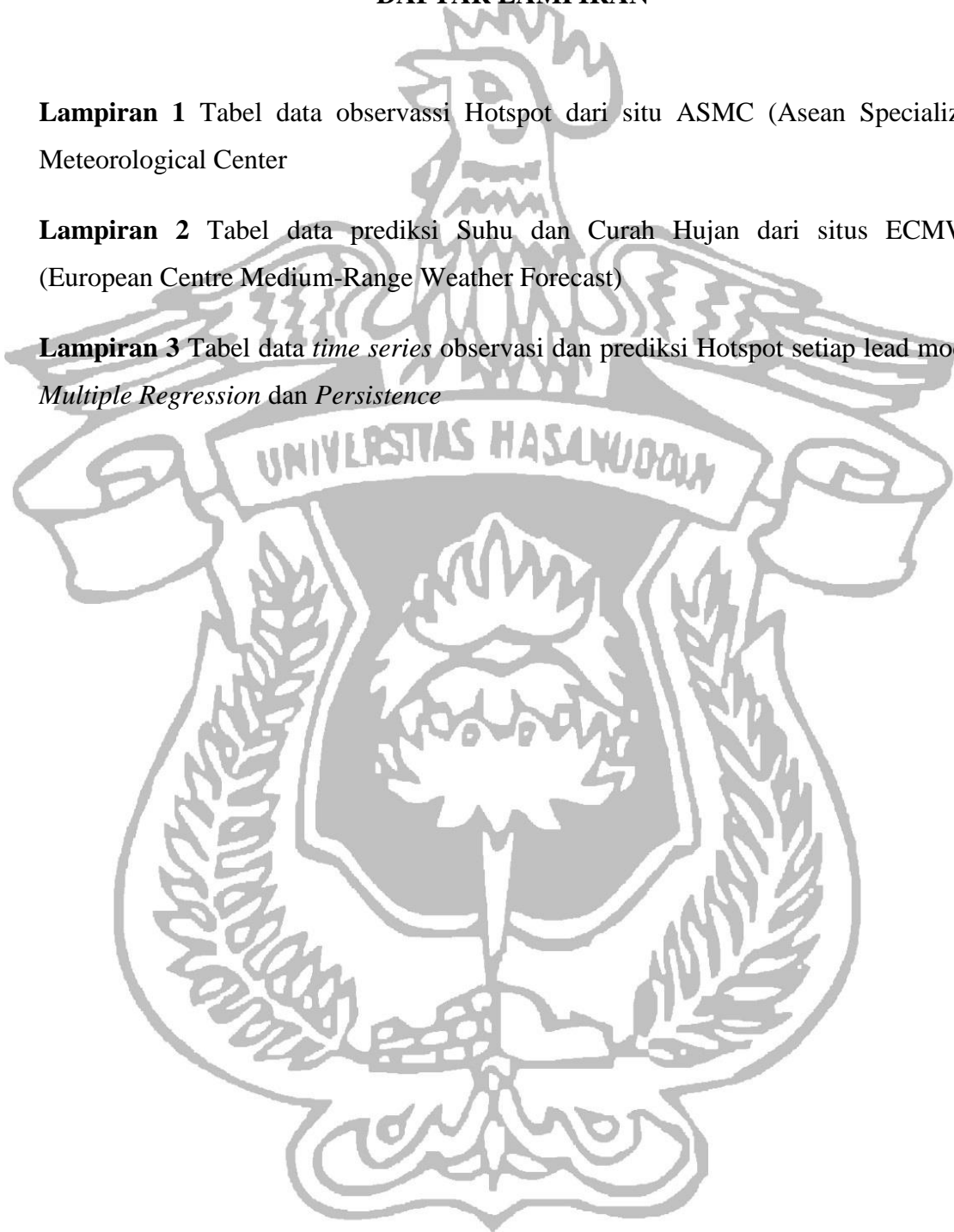


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel data observasi Hotspot dari situ ASMC (Asean Specialized Meteorological Center)

Lampiran 2 Tabel data prediksi Suhu dan Curah Hujan dari situs ECMWF (European Centre Medium-Range Weather Forecast)

Lampiran 3 Tabel data *time series* observasi dan prediksi Hotspot setiap lead model *Multiple Regression* dan *Persistence*



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebakaran hutan merupakan fenomena yang sering terjadi di Indonesia yang menjadi perhatian lokal dan global. Kebakaran hutan bukan hal yang baru, di Kalimantan kebakaran hutan sudah terjadi sejak abad 17 (Barber dan schwiehlen, 2000). Namun baru pada tahun 1980 terjadi peningkatan luas dan intensitas terjadinya kebakaran hutan, khususnya di Kalimantan. Kebakaran hutan yang cukup besar terjadi di tahun 1982/1983, 1987, 1991, 1994, 1997/1998, 2000, 2006 dan 2015. Kerusakan yang diakibatkan oleh bencana kebakaran hutan 2015 lalu seluas 2,61 juta ha terbakar dengan kerugian ekonomi mencapai Rp 221 triliun dari total 1.810 trilyun rupiah total pengeluaran Negara (Endrawati, 2016). Untuk itu perlu dilakukan berbagai upaya untuk menanggulangnya. Pendeteksi kebakaran dilakukan menggunakan satelit penginderaan jauh berupa titik panas (*hotspot*) (Gigliol dkk., 2003). Pemantauan titik api (*hotspot*) dapat membantu mitigasi kebakaran dengan melakukan prediksi.

Memprediksi *hotspot* dilakukan menggunakan model-model yang lazim dijumpai pada analisis deret/runtun waktu (time series). Peneliti memprediksi titik panas (*hotspot*) dengan menggunakan model *Multiple regression* dan *Persistence*. Kelebihan kedua model tersebut dapat memprediksi *hotspot* ke depan (Kutner dkk., 2004) sehingga dapat dimanfaatkan oleh kita untuk menyiapkan diri menghadapi dan mengatasi kebakaran yang akan terjadi.

Verifikasi prediksi dilakukan untuk mengetahui kualitas dan keakuratan model dalam meramalkan *hotspot*. Jika diketahui model yang digunakan akurat, maka hal tersebut akan menjadi alasan model ini dapat dipilih sebagai referensi data yang terpercaya.

I.2 Ruang Lingkup

Penelitian ini dibatasi pada analisis kualitas model prediksi dalam meramalkan *hotspot* lalu dibandingkan dengan data observasi *hotspot* itu sendiri. Analisis verifikasi pemodelan pada penelitian ini menggunakan tiga buah metrik untuk mengukur kualitas keakuratan prediksi yaitu *Korelasi Pearson*, *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Euclidean Distance*. Data prediksi dan observasi *hotspot* dalam penelitian ini diambil dari rentang waktu 11 tahun yang dimulai dari Januari 2006 hingga Agustus 2017.

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dilakukannya penelitian ini antara lain :

1. Melakukan prediksi model *Multiple Regression* dan *Persistence*
2. Membandingkan akurasi 2 model dengan hasil observasi untuk mengetahui tingkat keakuratan model.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 *Hotspot* (Titik Panas)

II.1.1 Definisi

Salah satu yang menyebabkan kebakaran adalah sumber panas, dimana sumber panas ini bisa berasal dari berbagai hal salah satunya suhu yang panas karena kondisi udara yang kering. Sumber panas yang menyebabkan kebakaran biasa disebut dengan titik *hotspot*. Titik *hotspot* adalah indikator kebakaran yang mendeteksi suatu lokasi yang memiliki suhu relatif tinggi dibandingkan suhu disekitarnya (Permenhut Nomor P.12/Menhut-II/2009 dalam Endrawati, 2016).

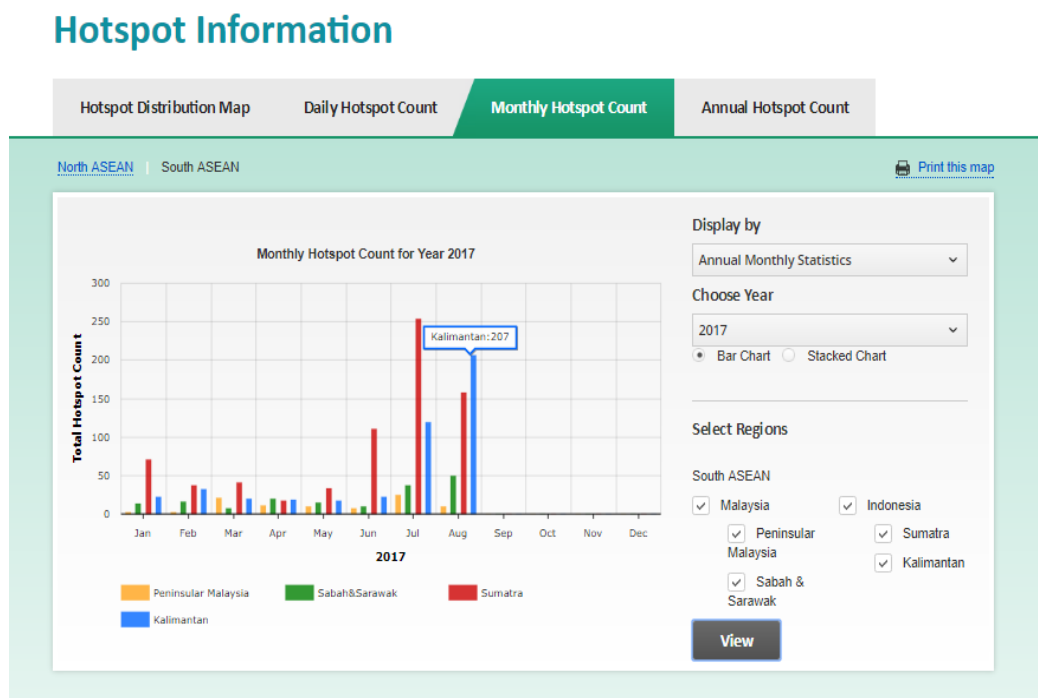
Pemantauan titik panas adalah salah satu kegiatan pengendalian kebakaran dengan melakukan deteksi titik panas melalui bantuan satelit *National Oceanic and Atmospheric* (NOAA) dengan teknologi GIS untuk mendapatkan data lokasi terjadinya titik panas/kebakaran. Sebagai contoh data *hotspot* NOAA yang dikeluarkan Kementerian Kehutanan saat ini menerapkan ambang batas 318°K atau 45°C yang artinya jika suatu daerah yang dipantau oleh satelit memiliki suhu diatas ambang batas itu maka areal itu terdeteksi sebagai *hotspot* (Sunariya, 2013).

II.1.2 Pemanfaatan Data *Hotspot*

Satelit NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), yang dibuat dan diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dengan tujuan untuk pemantauan iklim dan cuaca tersebut, sering digunakan untuk pendeteksian kebakaran disuatu wilayah. Hal ini dikarenakan sensornya

yang dapat membedakan suhu permukaan di darat ataupun dilaut. Kelebihan lain adalah seringnya satelit-satelit tersebut (ada 3 satelit yang beroperasi-NOAA 12, 16 dan 17) mengunjungi tempat yang sama yaitu 2 kali sehari, siang dan malam. Dengan demikian data yang dihasilkan cukup aktual (*near real time*) (Solichin, 2004).

Data *hotspot* saat ini dapat dengan mudah diakses berbagai kalangan. Akses mudah, murah dan cepat dengan melalui internet pada berbagai sumber penyedia informasi data *hotspot*. Salah satu penyedia layanan tersebut yaitu ASMC (*ASEAN Specialised Meteorological center*).



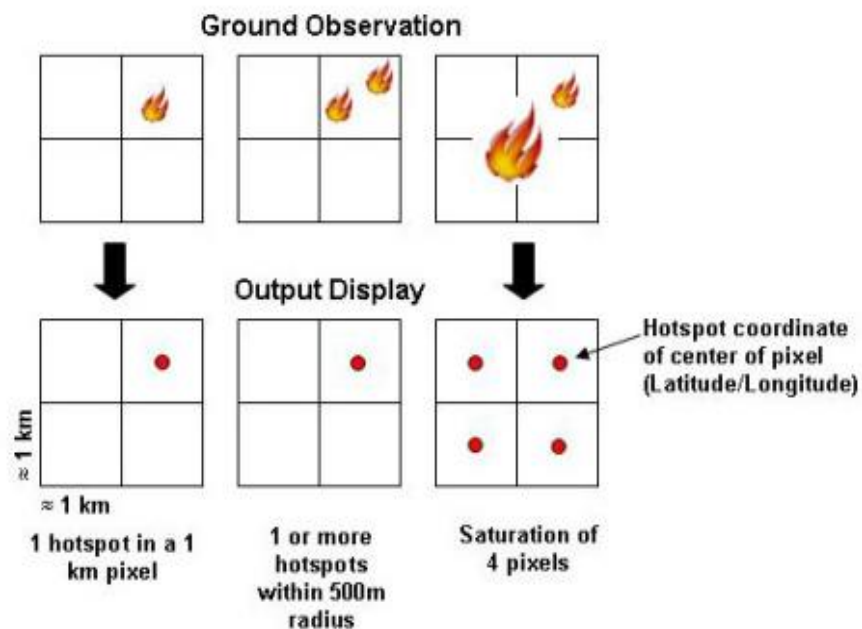
Gambar 2.1. Deret waktu jumlah *hotspot* bulanan pada tahun 2017.

Sumber: ASMC (2017).

Pada gambar 2.1 terlihat ASMC menyediakan data *hotspot* berupa data harian, bulanan maupun tahunan terkhusus Indonesia di daerah Sumatera dan Kalimantan

II.1.3 Pengolahan Data *Hotspot*

Satelit penginderaan jauh memotret informasi permukaan bumi yang di dalamnya ada kebakaran kemudian dikirimkan melalui antena yang ada di stasiun bumi dan kemudian disimpan dalam media penyimpanan data yang baik. Kemudian data diproses secara otomatis dengan menggunakan algoritma tertentu sehingga menghasilkan informasi *hotspot* (Giglio dkk., 2003).



Gambar 2.2 Ilustrasi titik *hotspot* pada satelit penginderaan jauh.

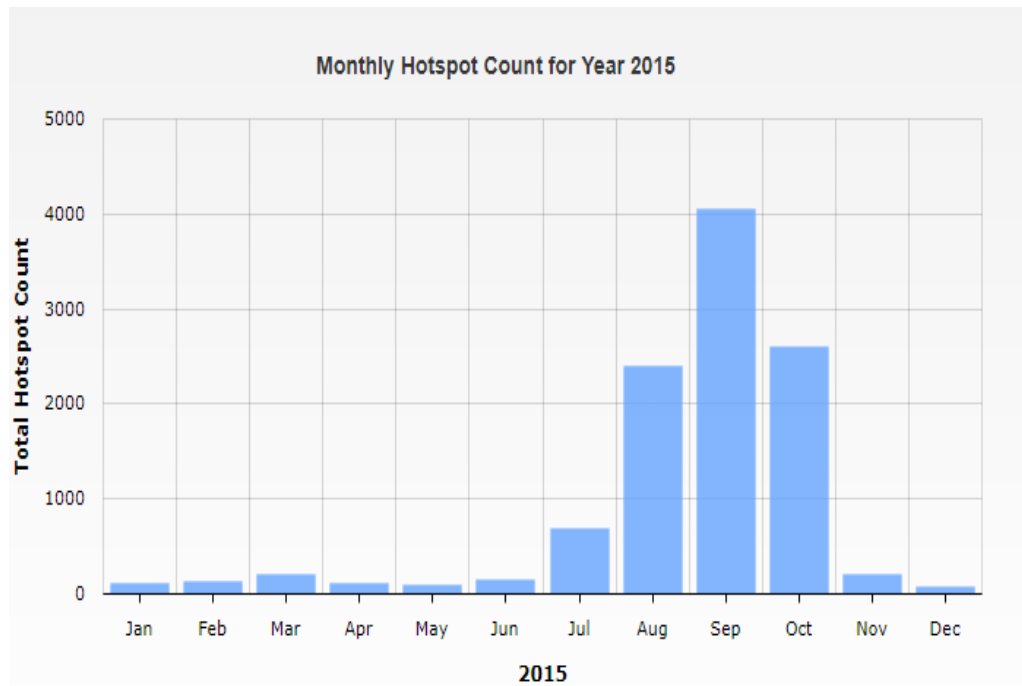
(sumber: Giglio dkk., 2003)

Pada Gambar 2.2 terlihat jika terjadi kebakaran lahan/hutan di suatu lokasi maka bisa di deteksi oleh satelit dalam satu titik *hotspot* (kiri), dua kejadian kebakaran masih dalam radius 500 m dapat dideteksi hanya satu titik *hotspot* (tengah), sebaliknya kejadian kebakaran yang sangat besar dapat dideteksi sebagai 4 atau lebih titik *hotspot* (Giglio dkk., 2003).

II.2 Prediksi *Hotspot*

Untuk dapat memprediksi jumlah *hotspot* merupakan hal tidak mudah. Hal ini mengingat bahwa kebakaran merupakan masalah yang sangat kompleks yang melibatkan faktor-faktor alam (cuaca/iklim, bahan bakaran) maupun manusia (kegiatan pemanfaatan lahan, ekonomi, dan budaya). Namun untuk mempermudah prediksi, maka dapat digunakan konsep peluang. Peluang yang dimaksud mencakup peluang jumlah *hotspot* pada bulan-bulan mendatang di berbagai daerah yang rawan kebakaran. Adapun analisisnya dilakukan berdasarkan pada berbagai jenis data historis maupun prediksi dari sumber-sumber yang cukup dapat diandalkan (Thoha, 2008).

Menurut data ASMC (*ASEAN Specialised Meteorological center*) selama kurun waktu tahun 2006 hingga 2016 di Kalimantan dijumpai sebanyak 112.913 titik panas. Jumlah *hotspot* tahunan dari 2006 hingga 2009 yaitu tahun 2006 (17.045 *hotspot*), 2007 (8.124 *hotspot*), tahun 2008 (6.633 *hotspot*), tahun 2009 (15.495 *hotspot*), tahun 2010 (4.033 *hotspot*), tahun 2011 (12.066 *hotspot*), tahun 2012 (13.635 *hotspot*), tahun 2013 (7.215 *hotspot*), tahun 2014 (15.170 *hotspot*), tahun 2015 (10.827 *hotspot*), tahun 2016 (2.538 *hotspot*). Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa *hotspot* mengalami peningkatan pada tahun 2006, 2009, 2011, 2012 dan 2015. Kondisi demikian dapat dipahami karena pada tahun-tahun tersebut bersamaan dengan terjadinya *El Nino* (Suwarsono dkk., 2010).



Gambar 2.3 Jumlah *hotspot* bulanan di Kalimantan tahun 2015.

Sumber : ASMC (2017)

Berdasarkan data jumlah *hotspot* bulanan di Kalimantan selama tahun 2015 dapat diketahui bahwa *hotspot* mengalami peningkatan selama bulan Juli hingga Oktober dengan puncak *hotspot* terjadi pada bulan September (Gambar 2.2). Berdasarkan data tersebut maka perlu diwaspadai terhadap peningkatan intensitas kebakaran hutan dan lahan pada bulan-bulan tersebut, terutama sekali apabila diprediksi pada bulan-bulan tersebut akan terjadi fenomena *El Nino* (Suwarsono dkk., 2010).

11.3 Curah Hujan (P)

Curah hujan pada suatu wilayah berpengaruh pada tingkat kekeringan di suatu wilayah tersebut. Sehingga akan meningkatkan tingkat keberadaan *hotspot*. Hal ini disebabkan oleh peningkatan dari bahan bakar atau bahan yang mudah terbakar

seperti dedaunan yang telah kering serta penurunan dari kadar air yang berdampak pada penurunan dari kelembaban hutan. Minimnya kandungan kadar air di wilayah hutan sangat berisiko terbakar / mudah terbakar. Dalam tingkatan susunan faktor pengaruh terjadinya kebakaran hutan curah hujan berada pada tingkatan paling tinggi. Hal tersebut berarti curah hujan sangatlah berpengaruh pada potensi kebakaran hutan serta dapat diartikan juga terjadinya kebakaran hutan sangat tergantung kondisi curah hujan di wilayah tersebut (Puspitasari, 2011).

Wilayah yang mempunyai kondisi rawan kebakaran tinggi yang ditinjau dari segala faktor penyebab kebakaran apabila wilayah tersebut memiliki kondisi curah hujan yang tinggi maka dapat dipastikan kebakaran hutan tidak akan terjadi semasa itu. Besarnya pengaruh dari kondisi curah hujan di suatu wilayah terhadap kebakaran hutan menjadikan faktor tersebut sebagai tinjauan penting yang harus selalu di pantau. Mengingat curah hujan yang cenderung tidak konstan setiap tahunnya di zaman sekarang akibat adanya anomali iklim dari berbagai dampak seperti pemanasan global membuat curah hujan tidak lagi bisa dihitung dengan menggunakan sistem kalender melainkan pemantauan dan pengukuran tiap minggu, bulan, hingga tahun. Di Indonesia anomali iklim merupakan imbas dari fenomena *El Nino* dan *La Nina* yang membuat musim penghujan menjadi semakin lama atau musim kemarau menjadi semakin panjang. Perubahan musim inilah yang berdampak pada kondisi curah hujan di wilayah Indonesia yang selalu berubah-ubah (Handayani, 2005 dalam Setyawan, 2015). Berdasarkan hal tersebut maka pemantauan atau *monitoring* harus terus dilakukan untuk mendapatkan informasi kondisi curah hujan dan hubungannya terhadap dampak keberadaan *hotspot*.

II.4 Suhu Permukaan (T)

Tinggi rendahnya suhu temperatur di permukaan bumi sangat mempengaruhi tingkat keberadaan *hotspot*. Hal tersebut dikarenakan dengan meningkatnya suhu dipermukaan bumi yang didukung dengan kondisi curah hujan yang rendah pada suatu wilayah, maka bahan bakar akan mudah untuk terbakar yang menimbulkan *hotspot*. Tinggi rendahnya suhu permukaan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui kadar air. Suhu tinggi dapat memberikan informasi kadar air yang rendah sehingga memiliki potensi rawan kebakaran yang tinggi. Sedangkan untuk suhu yang rendah memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga potensi munculnya *hotspot* lebih rendah. (Puspitasari, 2011).

II.5 Model *Multiple Regression* (MR)

Secara umum metode regresi digunakan untuk meramalkan nilai harapan yang bersyarat. Persamaan regresi adalah persamaan matematika yang dapat digunakan untuk meramalkan suatu variabel terikat (dependen atau prediktan) yang berasal dari satu atau lebih variabel bebas (independen atau prediktor) Persamaan regresi juga menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang ada di dalamnya Nilai variabel terikat dinyatakan dengan konotasi Y dan nilai variabel bebas dinyatakan dengan konotasi X. Regresi dikatakan linier, apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya adalah linier. Regresi dikatakan non linier, apabila hubungan antara variabel bebas dan variabel terikatnya tidak linier (Kutner dkk., 2004).

Regresi linier adalah metode statistik yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Ketika variabel bebas hanya satu, maka regresi linier disebut sebagai regresi linier sederhana. Sedangkan jika variabel bebas berjumlah lebih dari satu, maka regresi linier disebut sebagai regresi linier berganda atau *Multiple Regression (MR)*. Analisis regresi linier mempunyai banyak kegunaan, antara lain sebagai tujuan deskripsi dari fenomena data atau kasus yang sedang diteliti, tujuan pengendalian dan tujuan prediksi. Regresi mampu mendeskripsikan fenomena data melalui terbentuknya suatu model hubungan yang bersifatnya numerik. Regresi juga dapat digunakan untuk melakukan pengendalian atau kontrol terhadap suatu kasus atau hal-hal yang sedang diamati melalui penggunaan model regresi yang diperoleh. Selain itu, model regresi juga dapat dimanfaatkan untuk melakukan prediksi untuk variabel terikat. Namun yang perlu diingat, prediksi di dalam konsep regresi hanya boleh dilakukan di dalam rentang data dari variabel-variabel bebas yang digunakan untuk membentuk model regresi tersebut (Kutner dkk., 2004).

Multiple Regression (MR) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner dkk., 2004):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \quad (2.1)$$

Dimana :

Y : Hotspot

$X_1X_2X_3$: Curah Hujan, Suhu dan Hotspot sebelum

a : konstanta

$b_1b_2b_3$: Koefisien regresi

Untuk menentukan nilai a, b_1, b_2 digunakan metode kuadrat terkecil (*Least Square*) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner dkk., 2004):

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{n} \quad (2.2)$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X_2}{n} \quad (2.3)$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} \quad (2.4)$$

$$b_1 = \frac{(\sum X_2^2)(\sum X_1 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_2 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.5)$$

$$b_2 = \frac{(\sum X_1^2)(\sum X_2 Y) - (\sum X_1 X_2)(\sum X_1 Y)}{(\sum X_1^2)(\sum X_2^2) - (\sum X_1 X_2)^2} \quad (2.6)$$

$$a = \bar{Y} - b_1 \bar{X}_1 - b_2 \bar{X}_2 \quad (2.7)$$

Dimana :

$\bar{X}_1 \bar{X}_2 \bar{X}_3$ = Jumlah Rata-rata Curah Hujan, Suhu dan Hotspot sebelum

\bar{Y} = Jumlah Rata-rata Hotspot

n = Jumlah data

II.6 Model *Persistence*

Model *Persistence* adalah salah satu metode deret-waktu untuk memprediksi nilai pada 1-langkah ke depan (Makridakis dkk., 1998 dalam Halide, 2016). Model ini berasal dari kata ‘persist’ artinya tetap ada. Ini berarti sesuatu kejadian hari ini adalah perulangan dari kejadian kemarin (Halide, 2016) maka dapat dituliskan :

$$Y_t = Y_{t-1} \quad (2.8)$$

Dimana:

Y : Kejadian

t : Waktu Kejadian

II.7 Verifikasi Prediksi

Verifikasi adalah proses menilai kualitas suatu prediksi (*forecast*). Dalam proses ini, suatu hasil prediksi dibandingkan dengan nilai pengamatan/observasi. Sebelumnya, perlu dilakukan secara kualitatif dengan menampilkan gambar hasil prediksi dengan nilai observasi (data). Pengertian kualitatif di sini adalah untuk melihat kesesuaian (*visual-“eyeball”*) antara hasil prediksi dan observasi. Kita juga dapat membandingkan hasil prediksi secara kuantitatif dengan menentukan akurasi model sekaligus kesalahannya dalam memprediksi dengan menggunakan seperangkat formulasi matematik (Halide, 2009).

II.7.1 Korelasi Pearson

Korelasi pearson adalah suatu bentuk rumus yang digunakan untuk mencari dan mengukur kemampuan asosiasi atau hubungan linear antara dua variabel yaitu variabel bebas (*independent*) dan variabel terikat (*dependent*). koefisien korelasi dinyatakan dalam persamaan (Wilks, 2006 dalam Andika, 2017):

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (n \sum_{i=1}^n X_i)(n \sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{\{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2\} \{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2\}}} \quad (2.9)$$

Dimana :

r = koefisien korelasi antara data observasi dan data prediksi

n = jumlah data

X = data observasi

Y = data prediksi

Korelasi digunakan untuk menyatakan hubungan variabel satu terhadap variabel yang lainnya yang dinyatakan dalam persen. Berikut adalah tabel klasifikasi interpretasi nilai r (Wilks, 2006 dalam Andika, 2017) :

Tabel 2.1 : Interpretasi dari nilai r positif

R	Interpretasi
0	Tidak Berkolerasi
0.01 s/d 0.20	Sangat rendah
0.21 s/d 0.40	Rendah
0.41 s/d 0.60	Agak Rendah
0.61 s/d 0.80	Cukup
0.81 s/d 0.99	Tinggi
1	Sangat tinggi

Tabel 2.2 : Interpretasi dari nilai r negatif

R	Interpretasi
0	Tidak Berkolerasi
-0.01 s/d 0.20	Sangat rendah
-0.21 s/d 0.40	Rendah
-0.41 s/d 0.60	Agak Rendah
-0.61 s/d 0.80	Cukup
-0.81 s/d 0.99	Tinggi
1	Sangat tinggi

II.7.2 Root Mean Square Error (RMSE)

Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) diperoleh dengan cara menghitung nilai akar dari rata-rata kuadrat dari nilai kesalahan yang menggambarkan selisih antara data antara observasi dengan nilai hasil prediksi, dapat di hitung dengan menggunakan persamaan (Chai dan Draxler, 2014):

$$RMSE = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}}{n} \quad (2.10)$$

Dimana ;

X = data observasi

Y = data prediksi

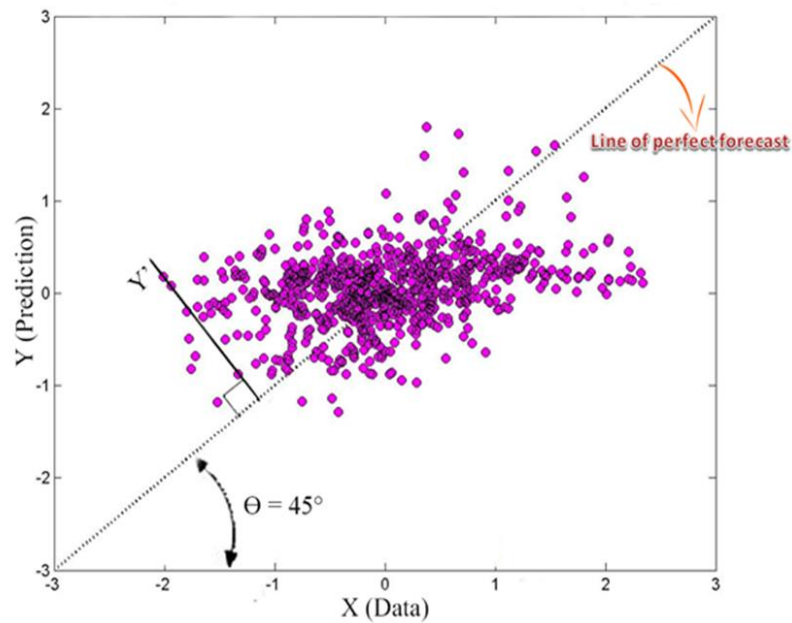
n = jumlah data

II.7.3 Euclidean Distance

Dalam Tulisan ini, *Euclidean distance* digunakan untuk membandingkan jarak minimum dari nilai data prediksi model dengan nilai data observasi. Metrik dihitung setelah melakukan rotasi 45° untuk setiap titik pengamatan relatif terhadap *line of perfect forecast* dalam diagram *scatter*. Setelah melakukan rotasi, sumbu X akan menjadi *line of perfect forecast* (X') dan jarak titik pengamatan dari *line of perfect forecast* akan di definisikan sebagai Y'. Ketidakpastian jarak Euclidean diperoleh dengan mengambil standar deviasi jarak setiap titik pengamatan dari *line of perfect forecast*. Nilai Y' dapat di hitung menggunakan persamaan (Halide, 2016):

$$Euclidean\ distance = |Y'| \sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i'^2} \quad (2.6)$$

Dimana n adalah data yang diamati atau diperkirakan.



Gambar 2.5 Diagram serak (Halide,2017)

Semakin kecil nilai *Euclidean Distance* atau semakin dekat jarak titik data dari *line of perfect forecast* maka kemiripan antara prediksi dan observasi makin besar. Sebaliknya semakin besar nilai *Euclidean Distance* atau semakin jauh jarak titik data dari *line of perfect forecast* maka semakin berbeda pula kemiripan antara prediksi dan observasi (Halide, 2017).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Data Penelitian

Tahap awal dari penelitian ini adalah mengumpulkan dan mempersiapkan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang terdiri dari:

III.1.1 Data Observasi *Hotspot*

Data observasi *hotspot* diperoleh melalui situs *ASEAN Specialised Meteorological Center*. Data yang digunakan adalah data selama 11 tahun terakhir mulai Januari 2006 sampai Agustus 2017.

III.1.2 Data Prediksi *Hotspot*

Data prediksi *Hotspot* diperoleh dari pemodelan prediksi *hotspot* dengan menggunakan Suhu dan Curah hujan sebagai prediktor dari situs *European Centre for Medium-Range Weather Forecast (ECMWF)* yang dimulai dari Januari 2006 sampai Agustus 2017.

III.2 Prosedur Penelitian

III.2 1 Tahap Persiapan

1. Studi pustaka mempelajari penelitian sebelumnya mengenai kebakaran hutan dengan mengetahui faktor penyebab dan model yang digunakan dalam memprediksi *Hotspot*
2. Persiapan alat dan bahan, menyiapkan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai alat dalam pemrosesan data serta data-data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai bahan yang akan di proses yakni menggunakan Matlab 2015.

III.2.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang meliputi data observasi *hotspot*, curah hujan, suhu dan *hotspot* sebelumnya. Dimana dari data *hotspot* diperoleh sebaran titik api (*hotspot*) Pulau Kalimantan melalui situs *ASEAN Specialised Meteorological Center*. Sedangkan data iklim curah hujan dan suhu diperoleh dari situs *European Centre for Medium-Range Weather Forecast* (ECMWF). Data iklim ini nantinya akan menghasilkan prediksi *Hotspot* dengan menggunakan suatu model prediksi.

III.3 Pengolahan Data

Tahap ketiga dalam penelitian ini melakukan prediksi *hotspot* dengan pemodelan *Multiple Regression (MR)* dan *Persistence* dimana Suhu, Curah hujan dan *Hotspot*

sebelumnya sebagai prediktor prediksi. Alat untuk memodelkan data dalam penelitian ini menggunakan Software Matlab 2015.

Multiple Regression (MR) dapat dirumuskan sebagai berikut (Kutner dkk., 2004):

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \quad (3.1)$$

Sedangkan *Persistence* dapat dirumuskan sebagai berikut ((Halide, 2016):

$$Y_t = Y_{t-1} \quad (3.2)$$

Dimana :

Y : Variabel terikat (*Hotspot*)

t : Waktu kejadian

$X_1X_2X_3$: Variabel bebas (Curah hujan, Suhu dan *Hotspot* sebelumnya)

a : konstanta

$b_1b_2b_3$: Koefisien regresi

III. 4 Verifikasi Model Prediksi Menggunakan Matlab 2015

Prediksi *Hotspot* diverifikasi menggunakan nilai deterministik. Untuk nilai kemampuan deterministik, yaitu

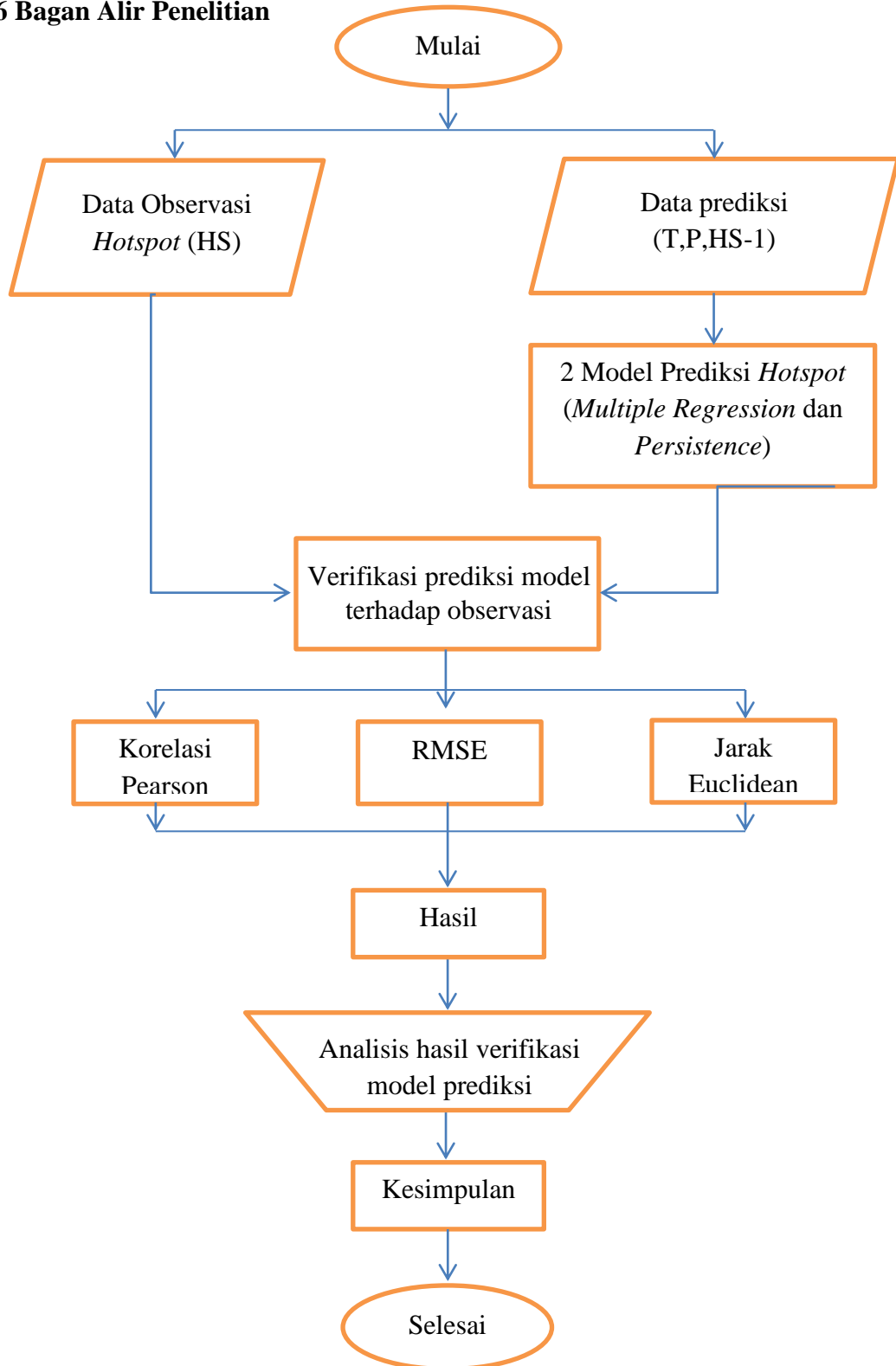
1. Menghitung nilai korelasi Pearson dan RMSE
2. Menghitung nilai jarak Euclidean

III. 5 Membandingkan Verifikasi Model Prediksi

Dalam tahap ini, penulis akan membandingkan model prediksi yang digunakan untuk melihat kualitas prediksi sebuah model dibandingkan model yang lain. Pada penelitian ini penulis memiliki jenis perbandingan yaitu:

1. Antara masing-masing model prediksi *hotspot*
2. Antara masing-masing akurasi model prediksi *hotspot*

III.6 Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi *Hotspot* diperoleh dari suatu model prediksi menggunakan model *Multiple regression* dan *persistence* dimana untuk model Multiple Regression data *Hotspot* sebagai variabel terikat (Prediktan) dan data Suhu, Curah Hujan dan *Hotspot* sebelumnya sebagai variabel bebas (Prediktor) menghasilkan persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$Y = 3857.2 - 49.5 P + 140.6 T + 0.60 HS-1$$

Dimana

P = Curah Hujan (mm)

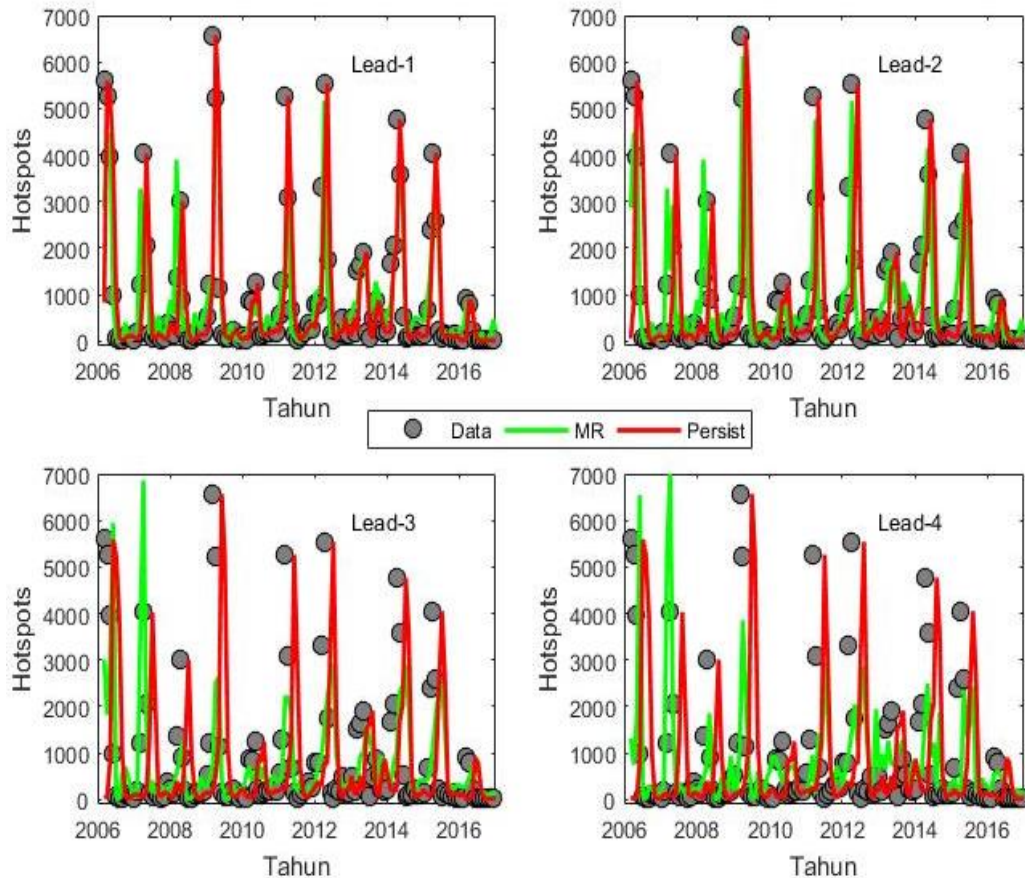
T = Suhu

HS-1 = *Hotspot* sebelumnya

Hasil analisis regresi di atas menunjukkan perolehan nilai koefisien regresi $b_1 b_2 b_3$ yang bernilai positif dan negatif yang menjelaskan signifikan antara prediktan dan prediktor. Nilai positif berarti hubungannya berbanding lurus (semakin besar nilai prediktor maka nilai prediktan juga semakin besar) sedangkan jika negatif maka hubungannya berbanding terbalik (jika nilai prediktor besar maka nilai prediktan menjadi kecil).

Analisis regresi tersebut menggunakan 3 variabel yaitu Curah hujan Suhu dan *hotspot* sebelumnya sebagai variabel bebas untuk memperoleh nilai Y (Prediksi *Hotspot*). Dari ketiga variabel bebas terlihat bahwa variabel suhu lebih berpengaruh terhadap *Hotspot* dibandingkan dengan variabel lainnya

IV.1 Grafik Prediksi *Hotspot* Model *Multiple Regression* dan *Persistence*



Gambar 4.1 Grafik Prediksi *Hotspot* Model *Multiple Regression* dan *Persistence* untuk *lead 1* hingga *lead 4*

Grafik pada Gambar 4.1 memperlihatkan grafik prediksi *Hotspot* untuk model *Multiple Regression* dan *Persistence* pada *lead 1* hingga *lead 4*. Dimana bulatan hitam menunjukkan data observasi untuk *Hotspot*. Garis hijau menunjukkan data prediksi *Hotspot* untuk model *Multiple Regression*. Garis merah menunjukkan data prediksi *Hotspot* untuk model *Persistence*.

Gambar 4.1 memperlihatkan grafik deret waktu model *Multiple Regression* dan *Persistence* pada *lead 1* dimana tampak bahwa model tersebut terlihat berimpitan dengan data observasi *Hotspot*. Hal ini berarti model *Multiple Regression* dan

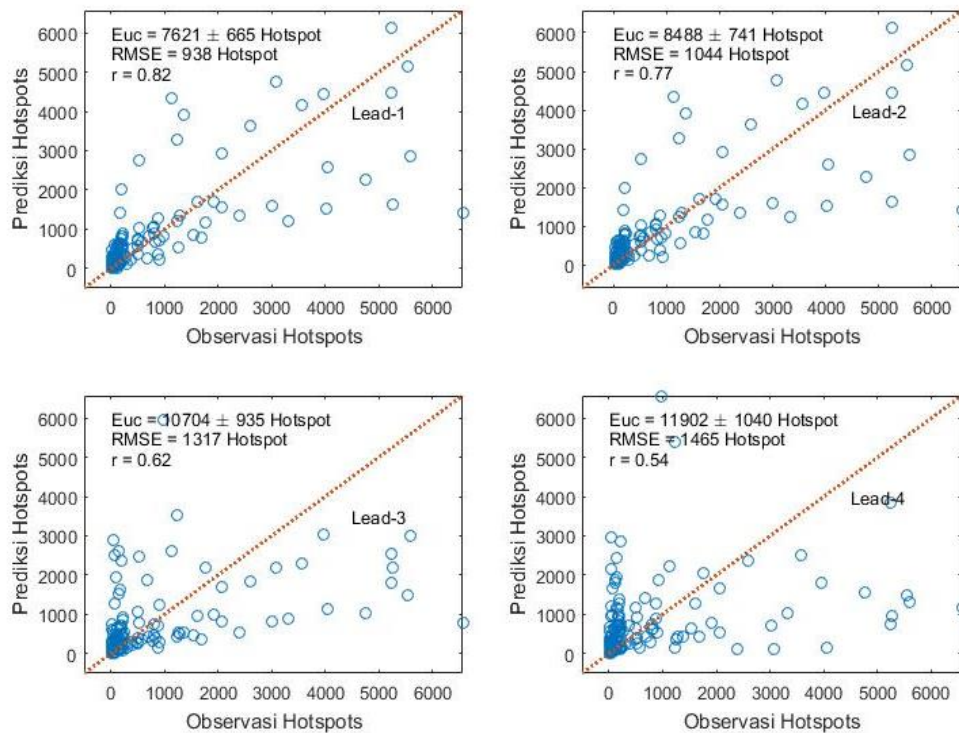
Persistence umumnya memiliki akurasi prediksi yang baik untuk *lead 1*. Tampak jelas bahwa garis merah (Model *Persistence*) merupakan garis yang terlihat paling menyerupai dan mendekati pola grafik dari data observasi *Hotspot* sedangkan garis hijau (Model *Multiple Regression*) merupakan garis yang terlihat agak berbeda dan sedikit melebar dari data observasi *Hotspot*. Untuk grafik deret waktu pada *lead 2* model *Multiple Regression* dan *Persistence* tidak terlalu memiliki jauh perbedaan dengan grafik deret waktu *lead 1*. Pada grafik deret waktu untuk *lead 3* terlihat bahwa model *Multiple Regression* dan *Persistence* mulai melebar dari data observasi *Hotspot*. Demikian juga pada grafik deret waktu untuk *lead 4* model *Multiple Regression* dan *Persistence* semakin melebar dari data observasi *Hotspot*. Semakin besar nilai *lead* yang diprediksi, semakin kurang baik pula kemampuan suatu model dalam memprediksi sebuah kejadian.

Terlihat pula pada gambar 4.1 peningkatan terjadi hotspot terjadi pada 2006, 2007, 2009, 2012 dan 2015 kejadiannya rata-rata terjadi pada bulan Juli hingga September dimana bulan-bulan tersebut menunjukkan bulan dengan kondisi kering. Kondisi cuaca yang kering sangat membantu bahan bakar menjadi kering. Bahan bakar yang kering ditambah dengan suhu yang panas, akibat dari tingginya penyinaran matahari maka dapat menyebabkan munculnya *Hotspot*

IV.2 Diagram Sebaran Akurasi Model Prediksi

Diagram sebaran akan menunjukkan akurasi prediksi untuk sebuah model *Multiple Regression* dan *Persistence*. Hal tersebut dapat dilihat dari sebaran data model, dimana semakin dekat sebaran data dari *line of perfect forecast* maka semakin bagus akurasi prediksi model tersebut. Semakin kecil nilai jarak

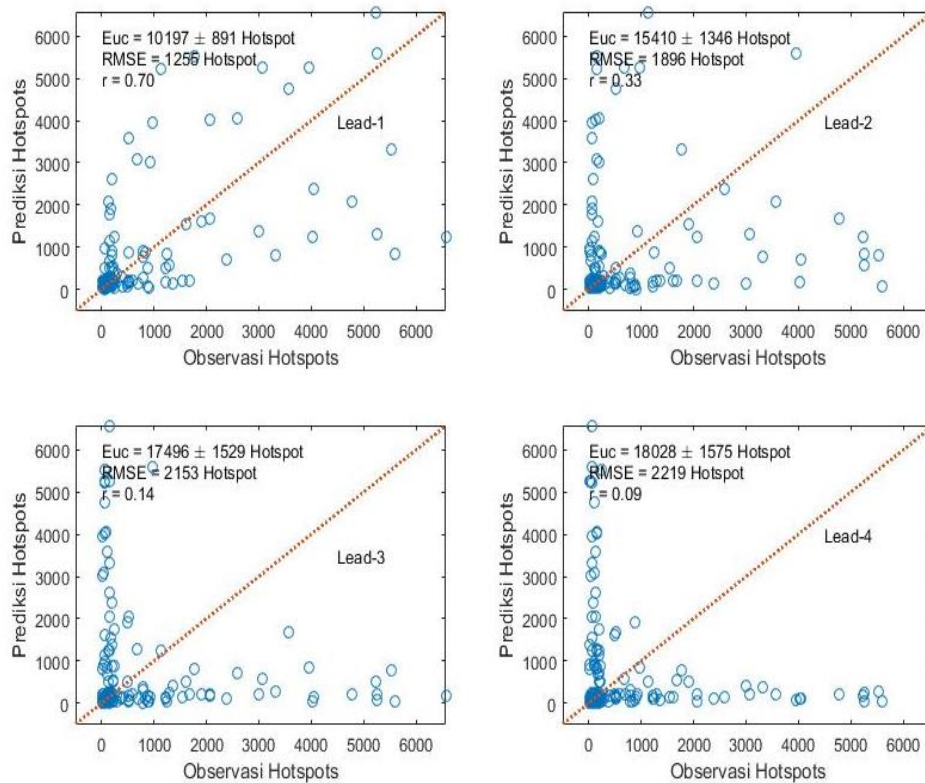
euklidean atau semakin dekat jarak titik data dari *line of perfect forecast* maka kemiripan antara prediksi dan observasi makin benar. Sebaliknya semakin besar nilai jarak euklidean atau semakin jauh jarak titik data dari *line of perfect forecast* maka semakin berbeda pula kemiripan antara prediksi dan observasi.



Gambar 4.2 Diagram sebaran hasil prediksi dibandingkan dengan observasi untuk model *Multiple Regression*

Akurasi prediksi *Hotspot* untuk *lead 1* pada model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi sebesar 0.82, nilai RMSE sebesar 938 *hotspot*, dan jarak euklidean antara 7.621 sampai 665 *hotspot*. Untuk *lead 2* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.77, nilai RMSE sebesar 1.044 *hotspot* dan jarak euklidean antara 8.488 sampai 741 *hotspot*. Untuk *lead 3* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.62, nilai RMSE sebesar 1.317 *hotspot* dan jarak euklidean antara 10.704 sampai 935 *hotspot*.

Untuk *lead 4* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.54, nilai RMSE sebesar 1.465 *hotspot* dan jarak euclidean antara 11.902 sampai 1.040 *hotspot*.



Gambar 4.3 Diagram sebaran hasil prediksi dibandingkan dengan observasi untuk model *Persistence*

Akurasi prediksi *Hotspot* untuk *lead 1* pada model *Persistence* memiliki nilai korelasi sebesar 0.70, nilai RMSE sebesar 1.255 *hotspot*, dan jarak euclidean antara 10.197 sampai 891 *hotspot*. Untuk *lead 2* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.33, nilai RMSE sebesar 1.896 *hotspot* dan jarak euclidean antara 15.410 sampai 1.346 *hotspot*. Untuk *lead 3* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.1447, nilai RMSE sebesar 2.153 *hotspot* dan jarak euclidean antara 17.496 sampai 1.529 *hotspot*. Untuk *lead 4* nya memiliki nilai korelasi sebesar 0.09, nilai RMSE sebesar 2.219 *hotspot* dan jarak euclidean antara 18.028 sampai 1.575 *hotspot*.

Terlihat dari kedua model prediksi (Model *Multiple Regression* dan *Persistence*) bahwa semakin besar nilai *lead* maka sebaran data cenderung untuk menyebar menjauhi *line of perfect forecast*. Hal ini terjadi untuk kedua model tersebut (Model *Multiple Regression* dan *Persistence*). Dimana terlihat model *Multiple Regression* lebih mendekati *line of perfect* dari *lead 1* hingga *lead 4* dibanding model *Persistence* yang sebaran data semakin jauh dari *line of perfect forecast*.

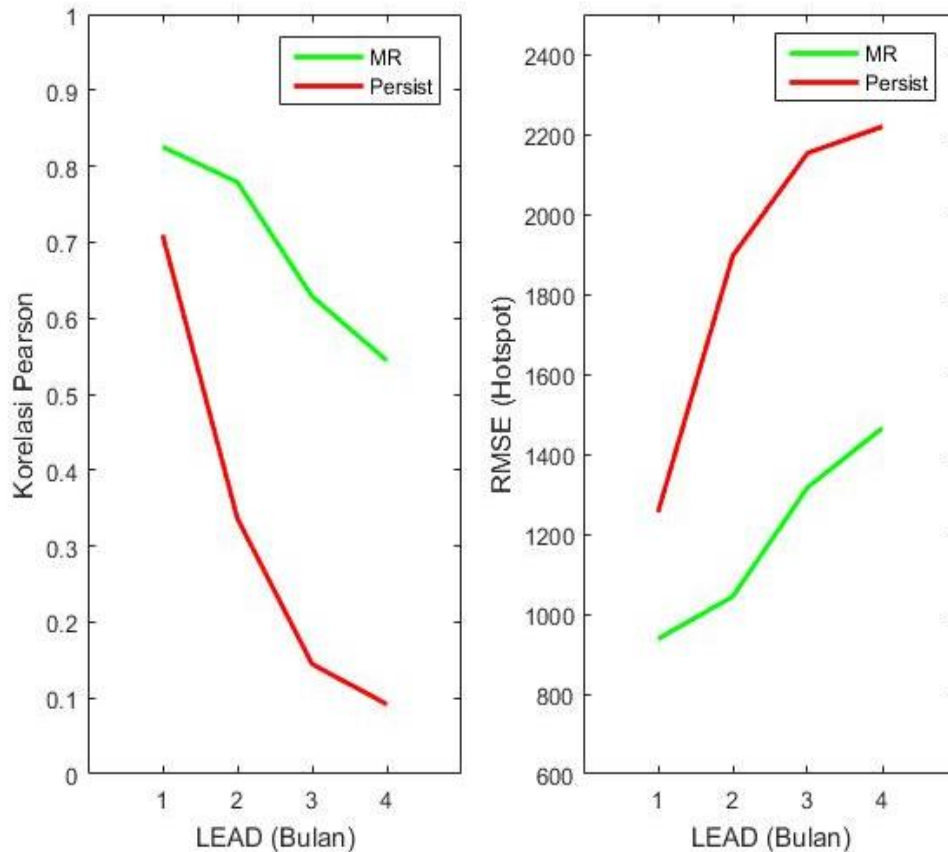
IV.3 Verifikasi Model Prediksi

Terdapat tiga variabel yang digunakan untuk menentukan model mana yang memiliki akurasi prediksi yang paling baik. Tiga variabel metrik tersebut adalah nilai korelasi pearson, nilai *root mean square error* (RMSE) dan jarak euklidean.

IV.3.1 Korelasi Pearson dan *Root Mean Square Error* (RMSE)

Akurasi prediksi sebuah model berbanding lurus dengan hasil korelasi pearsonnya. Semakin besar nilai korelasinya maka semakin bagus pula akurasi prediksi sebuah model. Sedangkan untuk *root mean square error* (RMSE) sendiri, berkebalikan dengan korelasi pearson. Semakin kecil nilai RMSE nya maka semakin bagus pula akurasi prediksi sebuah model. Kecenderungan hasil dari korelasi pearson setiap model memiliki kesamaan. Dimana nilai korelasi pearson akan semakin mengecil dengan bertambahnya besar *lead* yang diprediksi. Untuk nilai korelasi dibawah 0.5 akan dianggap sebagai data yang tidak berguna dalam prediksi atau dengan kata lain skill prediksi oleh model tersebut tidak dapat dipakai (Persson dan Strauss, 1995). Demikian pula untuk RMSE, kecenderungan hasil yang diperlihatkan menunjukkan sebuah pola. Dimana nilai RMSE semakin

besar dengan bertambahnya besar *lead* yang diprediksi. Hasil korelasi pearson dan RMSE dari *lead* 1 hingga *lead* 4 diperlihatkan pada Gambar 4.5 di bawah.



Gambar 4.4 Hasil korelasi pearson dan RMSE model *Multiple Regression* dan *Persistence*

Dimana garis hijau adalah hasil untuk model dinamik *Multiple Regression*, garis merah adalah hasil untuk model *Persistence*, Hasil korelasi pearson dan *root mean square* (RMSE) kedua model tersebut (Model *Multiple Regression* dan *Persistence*), terlihat bahwa model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi pearson dan nilai RMSE yang paling baik di banding dengan model *Persistence*. Pada *Lead 1*, model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi pearson diatas 0.8 yang berarti korelasi prediksi model *Multiple Regression* dengan observasi *Hotspot* tinggi sedangkan untuk model *Persistence* memiliki nilai korelasi pearson

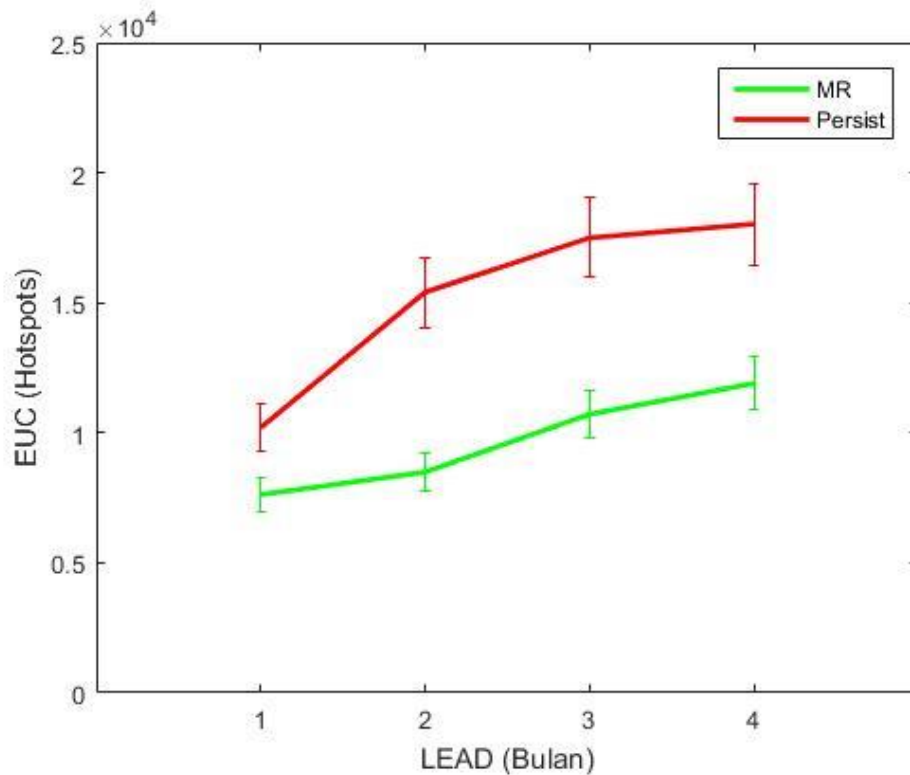
0.7 yang berarti korelasi prediksi model *Persistence* dengan observasi *Hotspot* cukup berkorelasi begitupun dengan nilai RMSE model *Multiple Regression* lebih kecil dibanding model prediksi *Persistence*. Untuk *Lead 2*, model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi pearson diatas 0.7 yang berarti korelasi prediksi model *Multiple Regression* dengan observasi *Hotspot* cukup berkorelasi dibandingkan model *Persistence* yang memiliki nilai korelasi pearson 0.3 yang berarti korelasi prediksi model *Persistence* dengan observasi *Hotspot* rendah begitupun dengan nilai RMSE model *Multiple Regression* lebih kecil dibanding model prediksi *Persistence*.

Kemudian *Lead 3*, model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi pearson diatas 0.6 yang berarti korelasi prediksi model *Multiple Regression* dengan observasi *Hotspot* cukup berkorelasi dibandingkan model *Persistence* yang memiliki nilai korelasi pearson 0.1 yang berarti korelasi prediksi model *Persistence* dengan observasi *Hotspot* sangat rendah begitupun dengan nilai RMSE model *Multiple Regression* lebih kecil dibanding model prediksi *Persistence*. Untuk *Lead 4*, model *Multiple Regression* memiliki nilai korelasi pearson diatas 0.5 yang berarti korelasi prediksi model *Multiple Regression* dengan observasi *Hotspot* agak rendah sedangkan model *Persistence* yang memiliki nilai korelasi pearson 0.09 yang berarti korelasi prediksi model *Persistence* dengan observasi *Hotspot* sangat rendah begitupun dengan nilai RMSE model *Multiple Regression* lebih kecil dibanding model prediksi *Persistence*. Sebagaimana diketahui bahwa untuk korelasi kurang dari 0.5 maka merupakan hasil prediksi yang tidak dapat dipakai (Persson dan Strauss, 1995) sehingga untuk model *Persistence*, prediksinya yang dapat dipakai hanyalah pada

lead 1. *Lead 2* hingga *lead 4* tidak dapat dipakai karena nilai korelasi pearsonnya berada di bawah 0.5 berbeda dengan model *Multiple Regression* prediksinya dapat digunakan *lead 1* hingga *lead 4* karena korelasi pearsonnya diatas 0.5.

IV.3.2 Jarak Euklidean

Hasil jarak euklidean ini dibuat untuk mengetahui apakah model yang satu dan model lainnya saling berbeda signifikan atau tidak berbeda signifikan dari lebar *errorbar*-nya. Jika *errorbar* model yang satu dengan lainnya saling bersinggungan maka dapat dikatakan bahwa kedua model tersebut saling tidak berbeda signifikan atau tidak jauh berbeda. Sedangkan jika *errorbar* model yang satu dengan yang lainnya tidak saling bersinggungan maka dapat dikatakan bahwa kedua model tersebut berbeda signifikan. Semakin kecil lebar *errorbar* sebuah prediksi maka semakin bagus akurasi prediksi tersebut.



Gambar 4.4 : Hasil jarak euklidean model *Multiple Regression* dan *Persistence*

Dimana garis hijau adalah hasil untuk model *Multiple Regression*, garis merah adalah hasil untuk model *Persistence*

Gambar 4.4 terlihat bahwa yang memiliki kelebaran *errorbar* paling kecil adalah model prediksi *Multiple Regression* dibandingkan model prediksi *Persistence* dimana semakin kecil lebar *errorbar* sebuah prediksi maka semakin bagus akurasi prediksi tersebut sehingga model prediksi *Multiple Regression* memiliki akurasi prediksi yang baik. Kedua model ini *errorbar-nya* saling tidak bersinggungan hal ini berarti bahwa prediksi *Multiple Regression* berbeda signifikan dengan model *Persistence*.

Tabel 4.1 Tabel metrik korelasi, RMSE dan jarak euklidean pada gambar 4.4 dan gambar 4.5

Model	Lead (Bulan)	Korelasi	RMSE (Hotspot)	Jarak Euklidean (Hotspot)
<i>Multiple Regression</i>	1	0.82	938	7.621 ± 665
	2	0.77	1.044	8.488 ± 741
	3	0.62	1.317	10.704 ± 935
	4	0.54	1.465	11.092 ± 1.040
	Rata-rata	0.69	1.191	
<i>Persistence</i>	1	0.70	1.255	10.197 ± 891
	2	0.33	1.896	15.410 ± 1.346
	3	0.14	2.153	17.496 ± 1.529
	4	0.09	2.219	18.028 ± 1.575
	Rata-rata	0.32	1.881	

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini antara lain adalah:

1. Setelah melakukan prediksi menggunakan kedua model, prediksi model *Multiple Regression* dapat digunakan *lead 1* hingga *lead 4* sedangkan untuk model *Persistence* hanya dapat digunakan pada *lead 1* terlihat dari akurasi prediksi kedua model tersebut.
2. Model *Multiple Regression* memiliki akurasi prediksi yang paling baik dibandingkan model *Persistence* berdasarkan 3 metrik akurasi prediksi.

V.2 Saran

Saran dari penelitian ini :

1. Sebaiknya penelitian selanjutnya menggunakan model prediksi *Multiple Regression* untuk memprediksi *Hotspot* ke depan.
2. Sebaiknya penelitian selanjutnya memprediksi *hotspot* untuk beberapa bulan kedepan dalam hal ini lebih dari 4 bulan.

Daftar Pustaka

- [ASMC] (*Asean Specialized Meteorological Centre*). *Hotspot Information*
<http://asmc.asean.org/asmc-haze-hotspot-monthly/>. (diakses tanggal 5
September 2017).
- Andika. *Verifikasi Prediksi ENSO Musiman Model Dinamik Operasional IRI*
(*International Research Institute*) Skripsi, Makassar: Universitas
Hasanuddin, 2017.
- Barber, C.V dan Schweithelm, J. 2000. *Trial by fire: forest fires and forestry
policy in Indonesias era of crisis and reform*. World Resources Institute.
Washington. 76 hal.
- Chai T. dan Draxler R. R. 2014. Root mean square error (RMSE) or mean
absolute error (MAE)? – Arguments against avoiding RMSE in the
literature. *Geoscientific Model Development*. 7 : 1247-1250.
- [ECMWF] (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*). *Seasonal
forecast precipitation and temperature*.
<http://apps.ecmwf.int/datasets/data/interim-mdfa/levtype=sfc/>. (diakses
tanggal 5 September 2017).
- Endrawati, S.Hut. 2016. Analisis data titik panas (*Hotspot*) dan Areal kebakaran
hutan dan lahan. Jakarta.

- Giglio, L., Descloitres, J., Justice, C.O., & Kaufman, Y. J. (2003). An enhanced contextual fire detection algorithm for MODIS. *Remote Sensing of Environment*, 87, 273-282.
- Halide, Halmar. 2016. *Kebakaran Lahan-Liar : Prediksi dan Verifikasinya*. Makassar: CV. Menara Intan.
- Halide, H. 2017. Seasonal ENSO Forecasting: Where does a simple model stand other operational ENSO models? *The 6th International Conference on Theoretical and Applied Physics (ICTAP) 2016*. AIP Publishing.
- Halide, H. 2009. *Esensi Prediksi*. Makassar : Pustaka Pena Press Makassar.206pp.
- Kutner, M.H., C.J. Nachtsheim, dan J. Neter, 2004, *Applied Linear Regression Models*, New York : Fourth Ed. McGrawHill/ Irwin.
- Persson A., dan Strauss B. 1995: On the Skill and Consistency in Medium Range Weather Forecasting. *ECMWF Newsletter*. 70: 12-15.
- Puspitasari, Rina. 2011. *Pemetaan Potensi Kebakaran Hutan pada Kawasan Hutan di Kabupaten Banyuwangi*. Yogyakarta : Balai Pemantapan Kawasan Hutan Wilayah XI Jawa-Madura.
- Setyawan, Dydik. 2105. *Pemodelan Spasial Arah penyebaran Kebakaran Hutan dengan Menggunakan penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Taman Nasional Baluran Kabupaten Situbondo Provinsi Jawa Timur*

Bulan Oktober Tahun 2014 [skripsi]. Surakarta: Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Sunariya, M. Iqbal T. 2013. *Analisis Kerawanan Kebakaran Lahan di Taman Nasional Way Kambas Provinsi Lampung* [skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Solichin. 2004. *Hotspot Tidak Selalu Titik Kebakaran (Mengenal Hotspot Bagian 1)*. Palembang: South Sumatera Forest Fire Management Project (SSFFMP) Newsletters *Hotspot*, Februari 2004; 1: 2-3.

Suwarsono, Fajar Yulianto, Parwati, dan Totok Suprpto. 2010. *Analisis Persebaran Titik Panas (Hotspot) Indikasi Kebakaran Hutan dan Lahan di Wilayah Kalimantan*. Jakarta: Berita Inderaja.

Thoha, A.S. 2008. *Penggunaan Data Hotspot untuk Monitoring Kebakaran Hutan dan Lahan Indonesia*. Medan: Fakultas Pertanian USU.

Wilks D. S. 2006. *Statistical Methods in the Atmospheric Sciences 2nd Ed.* Elsevier. USA. 649pp.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data observasi *Hotspot* dari situs *ASEAN Specialised Meteorological Center*
(ASMC)

TAHUN	BULAN	HOTSPOT
2006	JANUARI	58
2006	FEBRUARI	65
2006	MARET	121
2006	APRIL	23
2006	MEI	45
2006	JUNI	60
2006	JULI	833
2006	AGUSTUS	5592
2006	SEPTEMBER	5253
2006	OKTOBER	3956
2006	NOVEMBER	970
2006	DESEMBER	69
2007	JANUARI	21
2007	FEBRUARI	50
2007	MARET	115
2007	APRIL	108
2007	MEI	88
2007	JUNI	51
2007	JULI	170
2007	AGUSTUS	1230
2007	SEPTEMBER	4033
2007	OKTOBER	2059
2007	NOVEMBER	134
2007	DESEMBER	65
2008	JANUARI	161
2008	FEBRUARI	126
2008	MARET	49
2008	APRIL	56
2008	MEI	394
2008	JUNI	212
2008	JULI	136
2008	AGUSTUS	1370
2008	SEPTEMBER	3007

TAHUN	BULAN	HOTSPOT
2008	OKTOBER	918
2008	NOVEMBER	187
2008	DESEMBER	17
2009	JANUARI	33
2009	FEBRUARI	109
2009	MARET	155
2009	APRIL	130
2009	MEI	171
2009	JUNI	513
2009	JULI	1230
2009	AGUSTUS	6565
2009	SEPTEMBER	5235
2009	OKTOBER	1143
2009	NOVEMBER	141
2009	DESEMBER	70
2010	JANUARI	58
2010	FEBRUARI	190
2010	MARET	229
2010	APRIL	76
2010	MEI	40
2010	JUNI	95
2010	JULI	52
2010	AGUSTUS	875
2010	SEPTEMBER	831
2010	OKTOBER	1246
2010	NOVEMBER	232
2010	DESEMBER	109
2011	JANUARI	159
2011	FEBRUARI	192
2011	MARET	188
2011	APRIL	252
2011	MEI	199
2011	JUNI	574
2011	JULI	1291
2011	AGUSTUS	5263
2011	SEPTEMBER	3077
2011	OKTOBER	679
2011	NOVEMBER	158
2011	DESEMBER	34
2012	JANUARI	110
2012	FEBRUARI	181

TAHUN	BULAN	HOTSPOT
2012	MARET	291
2012	APRIL	382
2012	MEI	277
2012	JUNI	784
2012	JULI	797
2012	AGUSTUS	3322
2012	SEPTEMBER	5537
2012	OKTOBER	1759
2012	NOVEMBER	146
2012	DESEMBER	49
2013	JANUARI	231
2013	FEBRUARI	190
2013	MARET	510
2013	APRIL	141
2013	MEI	137
2013	JUNI	503
2013	JULI	201
2013	AGUSTUS	1531
2013	SEPTEMBER	1617
2013	OKTOBER	1909
2013	NOVEMBER	175
2013	DESEMBER	70
2014	JANUARI	500
2014	FEBRUARI	874
2014	MARET	524
2014	APRIL	211
2014	MEI	192
2014	JUNI	212
2014	JULI	1683
2014	AGUSTUS	2058
2014	SEPTEMBER	4772
2014	OKTOBER	3570
2014	NOVEMBER	519
2014	DESEMBER	55
2015	JANUARI	107
2015	FEBRUARI	121
2015	MARET	210
2015	APRIL	113
2015	MEI	102
2015	JUNI	150
2015	JULI	694

TAHUN	BULAN	HOTSPOT
2015	AGUSTUS	2393
2015	SEPTEMBER	4050
2015	OKTOBER	2602
2015	NOVEMBER	206
2015	DESEMBER	79
2016	JANUARI	152
2016	FEBRUARI	121
2016	MARET	89
2016	APRIL	140
2016	MEI	26
2016	JUNI	15
2016	JULI	50
2016	AGUSTUS	895
2016	SEPTEMBER	793
2016	OKTOBER	207
2016	NOVEMBER	30
2016	DESEMBER	20
2017	JANUARI	22
2017	FEBRUARI	32
2017	MARET	20
2017	APRIL	19
2017	MEI	17
2017	JUNI	22
2017	JULI	119
2017	AGUSTUS	207

Lampiran 2

Data prediksi suhu dan curah hujan dari situs *European Centre for Medium-Range*

Weather Forecast (ECMWF)

➤ Curah Hujan

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2006	APRIL	68.1	65.6	77.0	78.6
2006	MEI	60.2	68.1	65.6	77.0
2006	JUNI	51.3	60.2	68.1	65.6
2006	JULI	42.5	51.3	60.2	68.1
2006	AGUSTUS	31.3	42.5	51.3	60.2
2006	SEPTEMBER	31.0	31.3	42.5	51.3
2006	OKTOBER	45.0	31.0	31.3	42.5
2006	NOVEMBER	71.3	45.0	31.0	31.3
2006	DESEMBER	99.8	71.3	45.0	31.0
2007	JANUARI	74.4	99.8	71.3	45.0
2007	FEBRUARI	64.5	74.4	99.8	71.3
2007	MARET	83.1	64.5	74.4	99.8
2007	APRIL	71.3	83.1	64.5	74.4
2007	MEI	53.1	71.3	83.1	64.5
2007	JUNI	53.4	53.1	71.3	83.1
2007	JULI	61.5	53.4	53.1	71.3
2007	AGUSTUS	63.6	61.5	53.4	53.1
2007	SEPTEMBER	50.4	63.6	61.5	53.4
2007	OKTOBER	76.7	50.4	63.6	61.5
2007	NOVEMBER	81.9	76.7	50.4	63.6
2007	DESEMBER	94.3	81.9	76.7	50.4
2008	JANUARI	74.4	94.3	81.9	76.7
2008	FEBRUARI	64.5	74.4	94.3	81.9
2008	MARET	83.1	64.5	74.4	94.3
2008	APRIL	71.3	83.1	64.5	74.4
2008	MEI	53.1	71.3	83.1	64.5
2008	JUNI	53.4	53.1	71.3	83.1
2008	JULI	61.5	53.4	53.1	71.3
2008	AGUSTUS	63.6	61.5	53.4	53.1

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2008	SEPTEMBER	50.4	63.6	61.5	53.4
2008	OKTOBER	76.7	50.4	63.6	61.5
2008	NOVEMBER	81.9	76.7	50.4	63.6
2008	DESEMBER	94.3	81.9	76.7	50.4
2009	JANUARI	95.7	94.3	81.9	76.7
2009	FEBRUARI	57.1	95.7	94.3	81.9
2009	MARET	64.0	57.1	95.7	94.3
2009	APRIL	62.0	64.0	57.1	95.7
2009	MEI	41.7	62.0	64.0	57.1
2009	JUNI	35.1	41.7	62.0	64.0
2009	JULI	34.2	35.1	41.7	62.0
2009	AGUSTUS	40.7	34.2	35.1	41.7
2009	SEPTEMBER	28.2	40.7	34.2	35.1
2009	OKTOBER	61.2	28.2	40.7	34.2
2009	NOVEMBER	85.4	61.2	28.2	40.7
2009	DESEMBER	81.4	85.4	61.2	28.2
2010	JANUARI	71.4	81.4	85.4	61.2
2010	FEBRUARI	57.4	71.4	81.4	85.4
2010	MARET	67.1	57.4	71.4	81.4
2010	APRIL	64.2	67.1	57.4	71.4
2010	MEI	68.1	64.2	67.1	57.4
2010	JUNI	74.8	68.1	64.2	67.1
2010	JULI	73.6	74.8	68.1	64.2
2010	AGUSTUS	59.7	73.6	74.8	68.1
2010	SEPTEMBER	74.0	59.7	73.6	74.8
2010	OKTOBER	86.8	74.0	59.7	73.6
2010	NOVEMBER	81.4	86.8	74.0	59.7
2010	DESEMBER	82.0	81.4	86.8	74.0
2011	JANUARI	76.0	82.0	81.4	86.8
2011	FEBRUARI	59.1	76.0	82.0	81.4
2011	MARET	67.1	59.1	76.0	82.0
2011	APRIL	65.0	67.1	59.1	76.0
2011	MEI	57.4	65.0	67.1	59.1
2011	JUNI	47.4	57.4	65.0	67.1
2011	JULI	32.0	47.4	57.4	65.0
2011	AGUSTUS	42.1	32.0	47.4	57.4
2011	SEPTEMBER	39.4	42.1	32.0	47.4
2011	OKTOBER	67.8	39.4	42.1	32.0

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2011	NOVEMBER	77.9	67.8	39.4	42.1
2011	DESEMBER	94.5	77.9	67.8	39.4
2012	JANUARI	78.8	94.5	77.9	67.8
2012	FEBRUARI	72.9	78.8	94.5	77.9
2012	MARET	76.0	72.9	78.8	94.5
2012	APRIL	72.9	76.0	72.9	78.8
2012	MEI	49.6	72.9	76.0	72.9
2012	JUNI	34.7	49.6	72.9	76.0
2012	JULI	54.2	34.7	49.6	72.9
2012	AGUSTUS	44.1	54.2	34.7	49.6
2012	SEPTEMBER	39.9	44.1	54.2	34.7
2012	OKTOBER	72.9	39.9	44.1	54.2
2012	NOVEMBER	87.7	72.9	39.9	44.1
2012	DESEMBER	89.0	87.7	72.9	39.9
2013	JANUARI	67.7	89.0	87.7	72.9
2013	FEBRUARI	80.1	67.7	89.0	87.7
2013	MARET	62.1	80.1	67.7	89.0
2013	APRIL	68.7	62.1	80.1	67.7
2013	MEI	59.5	68.7	62.1	80.1
2013	JUNI	46.6	59.5	68.7	62.1
2013	JULI	57.2	46.6	59.5	68.7
2013	AGUSTUS	44.5	57.2	46.6	59.5
2013	SEPTEMBER	50.1	44.5	57.2	46.6
2013	OKTOBER	50.2	50.1	44.5	57.2
2013	NOVEMBER	75.8	50.2	50.1	44.5
2013	DESEMBER	101.3	75.8	50.2	50.1
2014	JANUARI	63.8	101.3	75.8	50.2
2014	FEBRUARI	43.4	63.8	101.3	75.8
2014	MARET	61.2	43.4	63.8	101.3
2014	APRIL	67.6	61.2	43.4	63.8
2014	MEI	64.7	67.6	61.2	43.4
2014	JUNI	53.4	64.7	67.6	61.2
2014	JULI	43.1	53.4	64.7	67.6
2014	AGUSTUS	59.5	43.1	53.4	64.7
2014	SEPTEMBER	40.1	59.5	43.1	53.4
2014	OKTOBER	51.1	40.1	59.5	43.1
2014	NOVEMBER	76.1	51.1	40.1	59.5
2014	DESEMBER	83.3	76.1	51.1	40.1
2015	JANUARI	85.0	83.3	76.1	51.1

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2015	FEBRUARI	61.8	85.0	83.3	76.1
2015	MARET	54.4	61.8	85.0	83.3
2015	APRIL	58.5	54.4	61.8	85.0
2015	MEI	54.1	58.5	54.4	61.8
2015	JUNI	55.6	54.1	58.5	54.4
2015	JULI	37.8	55.6	54.1	58.5
2015	AGUSTUS	34.3	37.8	55.6	54.1
2015	SEPTEMBER	34.8	34.3	37.8	55.6
2015	OKTOBER	45.1	34.8	34.3	37.8
2015	NOVEMBER	70.1	45.1	34.8	34.3
2015	DESEMBER	78.5	70.1	45.1	34.8
2016	JANUARI	65.0	78.5	70.1	45.1
2016	FEBRUARI	77.0	65.0	78.5	70.1
2016	MARET	64.4	77.0	65.0	78.5
2016	APRIL	63.7	64.4	77.0	65.0
2016	MEI	68.0	63.7	64.4	77.0
2016	JUNI	58.2	68.0	63.7	64.4
2016	JULI	60.4	58.2	68.0	63.7
2016	AGUSTUS	38.9	60.4	58.2	68.0
2016	SEPTEMBER	60.1	38.9	60.4	58.2
2016	OKTOBER	63.5	60.1	38.9	60.4
2016	NOVEMBER	75.9	63.5	60.1	38.9
2016	DESEMBER	72.8	75.9	63.5	60.1
2017	JANUARI	82.0	72.8	75.9	63.5
2017	FEBRUARI	79.9	82.0	72.8	75.9
2017	MARET	73.0	79.9	82.0	72.8
2017	APRIL	77.3	73.0	79.9	82.0
2017	MEI	91.0	77.3	73.0	79.9
2017	JUNI	64.4	91.0	77.3	73.0
2017	JULI	60.4	64.4	91.0	77.3
2017	AGUSTUS	38.9	60.4	64.4	91.0

➤ **Suhu**

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2006	APRIL	28.2	28.3	27.8	27.7
2006	MEI	28.5	28.2	28.3	27.8
2006	JUNI	28.0	28.5	28.2	28.3

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2006	JULI	28.5	28.0	28.5	28.2
2006	AGUSTUS	28.3	28.5	28.0	28.5
2006	SEPTEMBER	28.2	28.3	28.5	28.0
2006	OKTOBER	28.4	28.2	28.3	28.5
2006	NOVEMBER	28.3	28.4	28.2	28.3
2006	DESEMBER	28.2	28.3	28.4	28.2
2007	JANUARI	27.7	28.2	28.3	28.4
2007	FEBRUARI	27.7	27.7	28.2	28.3
2007	MARET	28.1	27.7	27.7	28.2
2007	APRIL	28.3	28.1	27.7	27.7
2007	MEI	28.6	28.3	28.1	27.7
2007	JUNI	28.2	28.6	28.3	28.1
2007	JULI	28.0	28.2	28.6	28.3
2007	AGUSTUS	28.0	28.0	28.2	28.6
2007	SEPTEMBER	28.1	28.0	28.0	28.2
2007	OKTOBER	28.1	28.1	28.0	28.0
2007	NOVEMBER	27.7	28.1	28.1	28.0
2007	DESEMBER	27.6	27.7	28.1	28.1
2008	JANUARI	27.8	27.6	27.7	28.1
2008	FEBRUARI	27.7	27.8	27.6	27.7
2008	MARET	27.5	27.7	27.8	27.6
2008	APRIL	28.1	27.5	27.7	27.8
2008	MEI	28.4	28.1	27.5	27.7
2008	JUNI	28.0	28.4	28.1	27.5
2008	JULI	27.7	28.0	28.4	28.1
2008	AGUSTUS	27.8	27.7	28.0	28.4
2008	SEPTEMBER	28.2	27.8	27.7	28.0
2008	OKTOBER	28.1	28.2	27.8	27.7
2008	NOVEMBER	28.1	28.1	28.2	27.8
2008	DESEMBER	27.7	28.1	28.1	28.2
2009	JANUARI	27.4	27.7	28.1	28.1
2009	FEBRUARI	27.7	27.4	27.7	28.1
2009	MARET	28.0	27.7	27.4	27.7
2009	APRIL	28.5	28.0	27.7	27.4
2009	MEI	28.9	28.5	28.0	27.7
2009	JUNI	28.8	28.9	28.5	28.0
2009	JULI	28.3	28.8	28.9	28.5
2009	AGUSTUS	28.7	28.3	28.8	28.9
2009	SEPTEMBER	29.0	28.7	28.3	28.8

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2009	OKTOBER	28.4	29.0	28.7	28.3
2009	NOVEMBER	28.2	28.4	29.0	28.7
2009	DESEMBER	28.0	28.2	28.4	29.0
2010	JANUARI	27.8	28.0	28.2	28.4
2010	FEBRUARI	28.4	27.8	28.0	28.2
2010	MARET	28.5	28.4	27.8	28.0
2010	APRIL	28.9	28.5	28.4	27.8
2010	MEI	29.1	28.9	28.5	28.4
2010	JUNI	28.4	29.1	28.9	28.5
2010	JULI	27.9	28.4	29.1	28.9
2010	AGUSTUS	28.2	27.9	28.4	29.1
2010	SEPTEMBER	28.0	28.2	27.9	28.4
2010	OKTOBER	28.2	28.0	28.2	27.9
2010	NOVEMBER	27.9	28.2	28.0	28.2
2010	DESEMBER	27.6	27.9	28.2	28.0
2011	JANUARI	27.5	27.6	27.9	28.2
2011	FEBRUARI	27.7	27.5	27.6	27.9
2011	MARET	27.7	27.7	27.5	27.6
2011	APRIL	28.1	27.7	27.7	27.5
2011	MEI	28.7	28.1	27.7	27.7
2011	JUNI	28.5	28.7	28.1	27.7
2011	JULI	28.3	28.5	28.7	28.1
2011	AGUSTUS	28.4	28.3	28.5	28.7
2011	SEPTEMBER	28.4	28.4	28.3	28.5
2011	OKTOBER	28.2	28.4	28.4	28.3
2011	NOVEMBER	28.2	28.2	28.4	28.4
2011	DESEMBER	27.8	28.2	28.2	28.4
2012	JANUARI	27.8	27.8	28.2	28.2
2012	FEBRUARI	27.8	27.8	27.8	28.2
2012	MARET	28.1	27.8	27.8	27.8
2012	APRIL	28.4	28.1	27.8	27.8
2012	MEI	28.9	28.4	28.1	27.8
2012	JUNI	28.6	28.9	28.4	28.1
2012	JULI	27.9	28.6	28.9	28.4
2012	AGUSTUS	28.3	27.9	28.6	28.9
2012	SEPTEMBER	28.6	28.3	27.9	28.6
2012	OKTOBER	28.4	28.6	28.3	27.9
2012	NOVEMBER	28.2	28.4	28.6	28.3
2012	DESEMBER	28.1	28.2	28.4	28.6

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2013	JANUARI	28.1	28.1	28.2	28.4
2013	FEBRUARI	28.0	28.1	28.1	28.2
2013	MARET	28.6	28.0	28.1	28.1
2013	APRIL	28.7	28.6	28.0	28.1
2013	MEI	28.7	28.7	28.6	28.0
2013	JUNI	29.1	28.7	28.7	28.6
2013	JULI	28.0	29.1	28.7	28.7
2013	AGUSTUS	28.1	28.0	29.1	28.7
2013	SEPTEMBER	28.2	28.1	28.0	29.1
2013	OKTOBER	28.5	28.2	28.1	28.0
2013	NOVEMBER	28.1	28.5	28.2	28.1
2013	DESEMBER	27.8	28.1	28.5	28.2
2014	JANUARI	25.9	27.8	28.1	28.5
2014	FEBRUARI	26.3	25.9	27.8	28.1
2014	MARET	26.6	26.3	25.9	27.8
2014	APRIL	26.9	26.6	26.3	25.9
2014	MEI	27.3	26.9	26.6	26.3
2014	JUNI	27.4	27.3	26.9	26.6
2014	JULI	27.3	27.4	27.3	26.9
2014	AGUSTUS	26.6	27.3	27.4	27.3
2014	SEPTEMBER	27.0	26.6	27.3	27.4
2014	OKTOBER	27.2	27.0	26.6	27.3
2014	NOVEMBER	26.8	27.2	27.0	26.6
2014	DESEMBER	26.5	26.8	27.2	27.0
2015	JANUARI	27.4	26.5	26.8	27.2
2015	FEBRUARI	27.9	27.4	26.5	26.8
2015	MARET	28.2	27.9	27.4	26.5
2015	APRIL	28.4	28.2	27.9	27.4
2015	MEI	28.9	28.4	28.2	27.9
2015	JUNI	28.9	28.9	28.4	28.2
2015	JULI	28.8	28.9	28.9	28.4
2015	AGUSTUS	28.1	28.8	28.9	28.9
2015	SEPTEMBER	28.6	28.1	28.8	28.9
2015	OKTOBER	28.7	28.6	28.1	28.8
2015	NOVEMBER	28.4	28.7	28.6	28.1
2015	DESEMBER	28.0	28.4	28.7	28.6
2016	JANUARI	28.8	28.0	28.4	28.7
2016	FEBRUARI	28.4	28.8	28.0	28.4
2016	MARET	28.9	28.4	28.8	28.0

Tahun	Bulan	Lead 1	Lead 2	Lead 3	Lead 4
2016	APRIL	29.3	28.9	28.4	28.8
2016	MEI	29.4	29.3	28.9	28.4
2016	JUNI	28.7	29.4	29.3	28.9
2016	JULI	28.6	28.7	29.4	29.3
2016	AGUSTUS	29.0	28.6	28.7	29.4
2016	SEPTEMBER	28.6	29.0	28.6	28.7
2016	OKTOBER	28.5	28.6	29.0	28.6
2016	NOVEMBER	28.5	28.5	28.6	29.0
2016	DESEMBER	28.4	28.5	28.5	28.6
2017	JANUARI	28.2	28.4	28.5	28.5
2017	FEBRUARI	26.5	28.2	28.4	28.5
2017	MARET	28.2	26.5	28.2	28.4
2017	APRIL	28.5	28.2	26.5	28.2
2017	MEI	28.9	28.5	28.2	26.5
2017	JUNI	28.5	28.9	28.5	28.2
2017	JULI	28.6	28.5	28.9	28.5
2017	AGUSTUS	29.0	28.6	28.5	28.9

Lampiran 3

Data *time series* observasi dan prediksi *Hotspot* setiap *lead* model *Multiple Regression* dan *Persistence*

➤ Model *Multiple Regression*

Tahun	Bulan	OBS	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2006	APRIL	5590	2860	2890	3010	1320
2006	MEI	5250	4460	2160	1820	753
2006	JUNI	3960	4430	5380	3040	1790
2006	JULI	970	804	718	5950	2540
2006	AGUSTUS	69	74	90	35	46
2006	SEPTEMBER	21	12	33	22	29
2006	OKTOBER	50	36	217	563	303
2006	NOVEMBER	115	406	172	695	208
2006	DESEMBER	108	136	267	499	261
2007	JANUARI	88	67	13	186	303

Tahun	Bulan	OBS	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2007	FEBRUARI	51	59	59	238	481
2007	MARET	170	121	92	267	484
2007	APRIL	1230	3280	3270	3540	5400
2007	MEI	4030	1520	5700	6860	7040
2007	JUNI	2060	2930	2110	1710	1650
2007	JULI	134	145	143	166	1130
2007	AGUSTUS	65	592	507	409	369
2007	SEPTEMBER	161	148	113	128	227
2007	OKTOBER	126	555	255	213	118
2007	NOVEMBER	49	139	542	305	340
2007	DESEMBER	56	86	74	43	39
2008	JANUARI	394	515	206	220	270
2008	FEBRUARI	212	887	248	302	157
2008	MARET	136	577	182	346	334
2008	APRIL	1370	3900	1940	553	447
2008	MEI	3010	1610	6880	816	702
2008	JUNI	918	220	1880	1250	9860
2008	JULI	187	494	171	131	282
2008	AGUSTUS	17	55	51	16	10
2008	SEPTEMBER	33	39	31	49	15
2008	OKTOBER	109	607	624	109	487
2008	NOVEMBER	155	350	307	125	173
2008	DESEMBER	130	285	387	484	219
2009	JANUARI	171	630	608	322	945
2009	FEBRUARI	513	761	537	256	249
2009	MARET	1230	1220	726	448	144
2009	APRIL	6570	1420	1220	786	1180
2009	MEI	5240	6130	5500	2530	3860
2009	JUNI	1140	4330	5310	2620	2210
2009	JULI	141	622	306	438	681
2009	AGUSTUS	70	21	23	29	43
2009	SEPTEMBER	58	19	11	10	31
2009	OKTOBER	190	391	339	126	618
2009	NOVEMBER	229	208	279	306	342
2009	DESEMBER	76	21	16	40	87
2010	JANUARI	40	14	23	260	469
2010	FEBRUARI	95	108	328	222	645
2010	MARET	52	122	745	478	945
2010	APRIL	875	367	535	730	878

Tahun	Bulan	OBS	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2010	MEI	831	672	561	413	635
2010	JUNI	1250	549	927	524	357
2010	JULI	232	823	418	864	606
2010	AGUSTUS	109	130	289	446	629
2010	SEPTEMBER	159	173	276	705	703
2010	OKTOBER	192	564	196	256	741
2010	NOVEMBER	188	383	100	304	150
2010	DESEMBER	252	363	111	525	146
2011	JANUARI	199	494	410	422	126
2011	FEBRUARI	574	695	572	376	142
2011	MARET	1290	1340	1000	519	431
2011	APRIL	5260	1620	1430	8200	961
2011	MEI	3080	4760	2370	2200	119
2011	JUNI	679	243	401	1890	1420
2011	JULI	158	109	184	339	1140
2011	AGUSTUS	34	36	37	178	2950
2011	SEPTEMBER	110	16	17	425	1800
2011	OKTOBER	181	180	128	166	663
2011	NOVEMBER	291	116	216	153	236
2011	DESEMBER	382	225	177	288	722
2012	JANUARI	277	246	205	286	590
2012	FEBRUARI	784	1030	1820	337	285
2012	MARET	797	1070	1080	761	761
2012	APRIL	3320	1220	1140	899	1020
2012	MEI	5540	5160	5690	1500	1470
2012	JUNI	1760	1170	1420	2200	2050
2012	JULI	146	98	305	2620	1160
2012	AGUSTUS	49	376	32	2910	2170
2012	SEPTEMBER	231	213	333	941	2860
2012	OKTOBER	190	159	319	509	1270
2012	NOVEMBER	510	366	352	301	374
2012	DESEMBER	141	431	342	299	344
2013	JANUARI	137	368	282	365	1950
2013	FEBRUARI	503	584	265	409	635
2013	MARET	201	812	450	434	975
2013	APRIL	1530	851	832	476	651
2013	MEI	1620	1690	1170	962	1260
2013	JUNI	1910	1690	1670	996	782
2013	JULI	175	1400	1610	1630	756

Tahun	Bulan	OBS	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2013	AGUSTUS	70	613	504	1260	988
2013	SEPTEMBER	500	730	464	1080	1180
2013	OKTOBER	874	1280	1530	166	1280
2013	NOVEMBER	524	1030	571	770	414
2013	DESEMBER	211	585	216	935	1130
2014	JANUARI	192	389	693	725	820
2014	FEBRUARI	212	596	306	471	743
2014	MARET	1680	801	661	353	419
2014	APRIL	2060	1570	1150	811	528
2014	MEI	4770	2270	1770	1020	156
2014	JUNI	3570	4150	2910	2310	249
2014	JULI	519	2750	3790	2460	936
2014	AGUSTUS	55	275	217	2910	1220
2014	SEPTEMBER	107	205	463	1930	2450
2014	OKTOBER	121	372	355	341	1880
2014	NOVEMBER	210	524	420	98	431
2014	DESEMBER	113	485	522	370	96
2015	JANUARI	102	473	440	423	273
2015	FEBRUARI	150	420	382	421	363
2015	MARET	694	835	851	421	449
2015	APRIL	2390	1350	1950	530	118
2015	MEI	4050	2580	1580	1140	160
2015	JUNI	2600	3620	2690	1850	236
2015	JULI	206	2000	3030	2360	1370
2015	AGUSTUS	79	152	145	2500	1660
2015	SEPTEMBER	152	189	143	1510	2440
2015	OKTOBER	121	140	197	247	1630
2015	NOVEMBER	89	226	81	308	309
2015	DESEMBER	140	178	198	220	447
2016	JANUARI	26	110	133	333	329
2016	FEBRUARI	15	302	101	292	261
2016	MARET	50	249	279	265	222
2016	APRIL	895	705	653	298	551
2016	MEI	793	904	640	478	598
2016	JUNI	207	763	735	660	538
2016	JULI	30	155	129	745	394
2016	AGUSTUS	20	31	82	619	692
2016	SEPTEMBER	22	207	255	216	561
2016	OKTOBER	32	36	33	154	252

Tahun	Bulan	OBS	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2016	NOVEMBER	20	21	29	75	197
2016	DESEMBER	19	132	99	120	186
2017	JANUARI	17	464	555	153	157
2017	FEBRUARI	22	175	363	104	201
2017	MARET	50	253	594	41	243

➤ *Model Persistence*

Tahun	Bulan	obs	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2006	APRIL	5592	833	60	45	23
2006	MEI	5253	5592	833	60	45
2006	JUNI	3956	5253	5592	833	60
2006	JULI	970	3956	5253	5592	833
2006	AGUSTUS	69	970	3956	5253	5592
2006	SEPTEMBER	21	69	970	3956	5253
2006	OKTOBER	50	21	69	970	3956
2006	NOVEMBER	115	50	21	69	970
2006	DESEMBER	108	115	50	21	69
2007	JANUARI	88	108	115	50	21
2007	FEBRUARI	51	88	108	115	50
2007	MARET	170	51	88	108	115
2007	APRIL	1230	170	51	88	108
2007	MEI	4033	1230	170	51	88
2007	JUNI	2059	4033	1230	170	51
2007	JULI	134	2059	4033	1230	170
2007	AGUSTUS	65	134	2059	4033	1230
2007	SEPTEMBER	161	65	134	2059	4033
2007	OKTOBER	126	161	65	134	2059
2007	NOVEMBER	49	126	161	65	134
2007	DESEMBER	56	49	126	161	65
2008	JANUARI	394	56	49	126	161
2008	FEBRUARI	212	394	56	49	126
2008	MARET	136	212	394	56	49
2008	APRIL	1370	136	212	394	56
2008	MEI	3007	1370	136	212	394
2008	JUNI	918	3007	1370	136	212
2008	JULI	187	918	3007	1370	136
2008	AGUSTUS	17	187	918	3007	1370

Tahun	Bulan	obs	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2008	SEPTEMBER	33	17	187	918	3007
2008	OKTOBER	109	33	17	187	918
2008	NOVEMBER	155	109	33	17	187
2008	DESEMBER	130	155	109	33	17
2009	JANUARI	171	130	155	109	33
2009	FEBRUARI	513	171	130	155	109
2009	MARET	1230	513	171	130	155
2009	APRIL	6565	1230	513	171	130
2009	MEI	5235	6565	1230	513	171
2009	JUNI	1143	5235	6565	1230	513
2009	JULI	141	1143	5235	6565	1230
2009	AGUSTUS	70	141	1143	5235	6565
2009	SEPTEMBER	58	70	141	1143	5235
2009	OKTOBER	190	58	70	141	1143
2009	NOVEMBER	229	190	58	70	141
2009	DESEMBER	76	229	190	58	70
2010	JANUARI	40	76	229	190	58
2010	FEBRUARI	95	40	76	229	190
2010	MARET	52	95	40	76	229
2010	APRIL	875	52	95	40	76
2010	MEI	831	875	52	95	40
2010	JUNI	1246	831	875	52	95
2010	JULI	232	1246	831	875	52
2010	AGUSTUS	109	232	1246	831	875
2010	SEPTEMBER	159	109	232	1246	831
2010	OKTOBER	192	159	109	232	1246
2010	NOVEMBER	188	192	159	109	232
2010	DESEMBER	252	188	192	159	109
2011	JANUARI	199	252	188	192	159
2011	FEBRUARI	574	199	252	188	192
2011	MARET	1291	574	199	252	188
2011	APRIL	5263	1291	574	199	252
2011	MEI	3077	5263	1291	574	199
2011	JUNI	679	3077	5263	1291	574
2011	JULI	158	679	3077	5263	1291
2011	AGUSTUS	34	158	679	3077	5263
2011	SEPTEMBER	110	34	158	679	3077
2011	OKTOBER	181	110	34	158	679
2011	NOVEMBER	291	181	110	34	158

Tahun	Bulan	obs	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2011	DESEMBER	382	291	181	110	34
2012	JANUARI	277	382	291	181	110
2012	FEBRUARI	784	277	382	291	181
2012	MARET	797	784	277	382	291
2012	APRIL	3322	797	784	277	382
2012	MEI	5537	3322	797	784	277
2012	JUNI	1759	5537	3322	797	784
2012	JULI	146	1759	5537	3322	797
2012	AGUSTUS	49	146	1759	5537	3322
2012	SEPTEMBER	231	49	146	1759	5537
2012	OKTOBER	190	231	49	146	1759
2012	NOVEMBER	510	190	231	49	146
2012	DESEMBER	141	510	190	231	49
2013	JANUARI	137	141	510	190	231
2013	FEBRUARI	503	137	141	510	190
2013	MARET	201	503	137	141	510
2013	APRIL	1531	201	503	137	141
2013	MEI	1617	1531	201	503	137
2013	JUNI	1909	1617	1531	201	503
2013	JULI	175	1909	1617	1531	201
2013	AGUSTUS	70	175	1909	1617	1531
2013	SEPTEMBER	500	70	175	1909	1617
2013	OKTOBER	874	500	70	175	1909
2013	NOVEMBER	524	874	500	70	175
2013	DESEMBER	211	524	874	500	70
2014	JANUARI	192	211	524	874	500
2014	FEBRUARI	212	192	211	524	874
2014	MARET	1683	212	192	211	524
2014	APRIL	2058	1683	212	192	211
2014	MEI	4772	2058	1683	212	192
2014	JUNI	3570	4772	2058	1683	212
2014	JULI	519	3570	4772	2058	1683
2014	AGUSTUS	55	519	3570	4772	2058
2014	SEPTEMBER	107	55	519	3570	4772
2014	OKTOBER	121	107	55	519	3570
2014	NOVEMBER	210	121	107	55	519
2014	DESEMBER	113	210	121	107	55
2015	JANUARI	102	113	210	121	107
2015	FEBRUARI	150	102	113	210	121

Tahun	Bulan	obs	lead 1	lead 2	lead 3	lead 4
2015	MARET	694	150	102	113	210
2015	APRIL	2393	694	150	102	113
2015	MEI	4050	2393	694	150	102
2015	JUNI	2602	4050	2393	694	150
2015	JULI	206	2602	4050	2393	694
2015	AGUSTUS	79	206	2602	4050	2393
2015	SEPTEMBER	152	79	206	2602	4050
2015	OKTOBER	121	152	79	206	2602
2015	NOVEMBER	89	121	152	79	206
2015	DESEMBER	140	89	121	152	79
2016	JANUARI	26	140	89	121	152
2016	FEBRUARI	15	26	140	89	121
2016	MARET	50	15	26	140	89
2016	APRIL	895	50	15	26	140
2016	MEI	793	895	50	15	26
2016	JUNI	207	793	895	50	15
2016	JULI	30	207	793	895	50
2016	AGUSTUS	20	30	207	793	895
2016	SEPTEMBER	22	20	30	207	793
2016	OKTOBER	32	22	20	30	207
2016	NOVEMBER	20	32	22	20	30
2016	DESEMBER	19	20	32	22	20
2017	JANUARI	17	19	20	32	22
2017	FEBRUARI	22	17	19	20	32
2017	MARET	50	22	17	19	20