

## KAJIAN INDEKS STABILITAS ATMOSFER TERHADAP KEJADIAN HUJAN LEBAT DI WILAYAH MAKASSAR (STUDI KASUS BULAN DESEMBER 2013 – 2014)

*Faqih Nurrohman\*, Bayong Tjasyono*  
*Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*  
*\*E-mail : faqhynr@gmail.com*

### ABSTRAK

Hujan lebat merupakan fenomena cuaca yang dapat menimbulkan resiko bagi kehidupan manusia seperti banjir. Hujan lebat disebabkan oleh ketidakstabilan atmosfer. Untuk mengetahui stabil atau labilnya kondisi atmosfer dapat menggunakan cara analisis indeks stabilitas udara. Menganalisis indeks stabilitas udara dapat membantu dalam memprediksi peluang terjadinya hujan lebat. Dalam kasus kejadian hujan lebat di wilayah Makassar pada tanggal 22 dan 23 bulan desember 2013, 5, 6, dan 29 desember 2014, 17 dan 25 desember 2015 dilihat dari indeks SI, LI, SWEAT, CAPE pada jam 00 UTC dan 12 UTC pada umumnya kondisi atmosfer labil. Walaupun dalam beberapa kejadian nilai SI menunjukkan kondisi atmosfer stabil dan CAPE berada pada nilai potensi konvektif lemah. Dari pantauan citra satelit MTSAT pada saat kejadian menunjukkan tutupan awan tebal di wilayah Makassar pada waktu kejadian hujan.

*Kata Kunci:* Hujan lebat, Indeks Stabilitas Udara (SI, LI, SWEAT, CAPE).

### ABSTRACT

*Heavy rain is the weather phenomena that could pose a risk to human life such as floods. Heavy rains caused by atmospheric instability. To find stable or unstable in the atmospheric condition can use the air stability index analysis. Analyzing the stability index of air can help predict the chances of a heavy rain. In case of occurrence of heavy rain in the area of Makassar on 22 and 23 december 2013, 5, 6, and 29 December 2014, 17 and 25 December 2015 viewed of index SI, LI, SWEAT, CAPE on the hour 00 UTC and 12 UTC in general unstable atmospheric conditions. Although in some cases the value of SI showed stable atmospheric conditions and CAPE are in a weak convective potential value. MTSAT satellite image from monitoring at the time of the scene showed a thick cloud cover in the area of Makassar during rain events.*

*Keywords:* Heavy rain, Stability Air, Air Stability Index (SI, LI, SWEAT, CAPE).

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu wilayah ekitorial dengan awan – awan konvektif aktif (Tjasyono, 2004). Awan-awan konvektif tersebut pada lapisan troposfer atas dapat mengeluarkan panas laten, yang akan menyebabkan gangguan terhadap atmosfer sekelilingnya (Nuryanto, 2011). Tingginya pemanasan dan tersedianya banyak uap air secara fisis merupakan lahan subur bagi pertumbuhan awan-awan konvektif (Nurlatifah, 2012).

Analisis kondisi atmosfer pada saat kejadian hujan lebat membantu prakirawan cuaca dan ilmuwan dalam menentukan kondisi atmosfer yang mendukung kejadian tersebut. Untuk memprakirakan cuaca diperlukan parameter dalam skala lokal atau analisis data

berdasarkan stasiun tunggal dengan memanfaatkan data hasil pengamatan udara atas. Skala lokal ini dipakai untuk mengetahui faktor konvektifitas suatu daerah yaitu untuk mengetahui daerah pertumbuhan awan vertikal (Zakir dkk., 2010). Perhitungan indeks stabilitas dengan menggunakan beberapa parameter termodinamika berguna untuk memprakirakan stabilitas atmosfer (Peppler, 1988). Di Indonesia, penelitian tentang stabilitas atmosfer baik itu pencarian atau penentuan ambang batas indeks stabilitas atmosfer pada fenomena cuaca yang disebabkan oleh awan konvektif juga telah banyak dilakukan seperti Budiarti dkk., (2012) dan Manurung (2012).

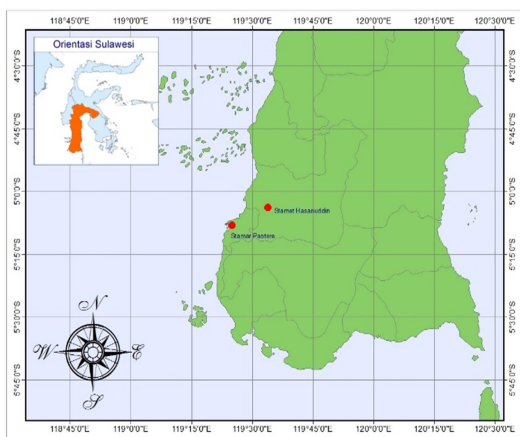
Hujan lebat yang disebabkan oleh ketidakstabilan atmosfer dapat diukur dengan indeks stabilitas atmosfer. Pada penelitian ini

akan menghitung nilai indeks stabilitas atmosfer serta ambang batas indeks stabilitas yang sesuai pada saat kejadian hujan lebat di Wilayah Makassar.

**2. METODOLOGI PENELITIAN**

**2.1 Data dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini mengambil lokasi penelitian di wilayah Makassar, dengan koordinat penelitian 05°03'71" LS dan 119°33'65" BT (Stasiun Meteorologi Hasanuddin) dan 05°04'20" LS dan 119°33'50" BT (Stasiun Maritim Poetere).



Gambar 2.1 Lokasi Penelitian

Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data udara atas pengamatan radiosonde pada jam 00 dan 12 UTC bulan desember 2013 – 2015 di Stasiun Meteorologi Hasanuddin dan kemudian diolah menggunakan aplikasi Raob dan Microsoft Excel.
2. Data Curah Hujan yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hasanuddin dan Stasiun Meteorologi Maritim Poetere.
3. Data pendukung yaitu data citra satelit MTSAT BMKG pada saat kejadian hujan lebat di bulan desember 2013 – 2015.

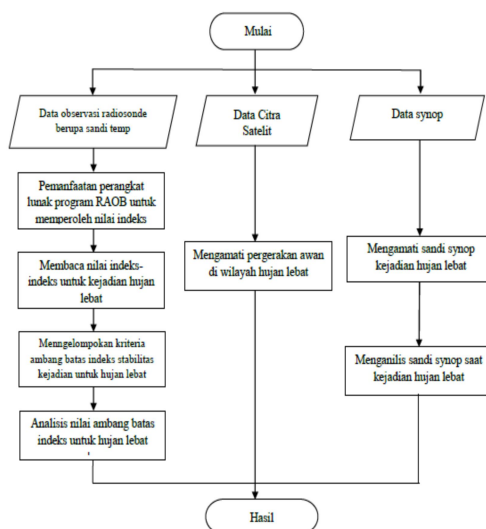
**2.2 Teknik Pengolahan dan Analisis Data**

Teknik pengolahan data yang dilakukan yaitu data mengolah data pangamatan udara atas radiosonde dari Stasiun Meteorologi Hasanuddin Makassar dengan menggunakan aplikasi RAOBs untuk mencari indeks SI, LI, SWEAT Indeks, dan CAPE untuk mengetahui

kondisi atmosfer. Data curah hujan untuk mengetahui jumlah intensitas pada saat kejadian hujan lebat, yang mana datanya diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hasanuddin dan Stasiun Maritim Poetere. Untuk data satelit menggunakan produk data satelit BMKG yang mana untuk mengetahui kondisi sebaran awan pada di wilayah penelitian.

**2.3 Diagram Alir Kerangka Kerja**

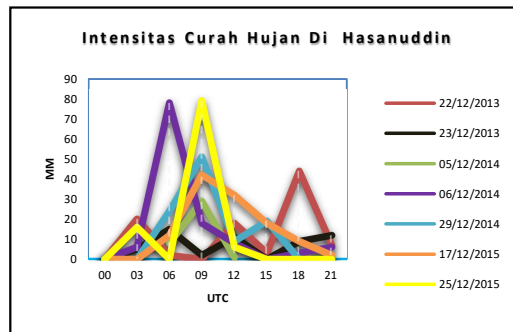
Secara keseluruhan diagram alir langkah kerja untuk penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



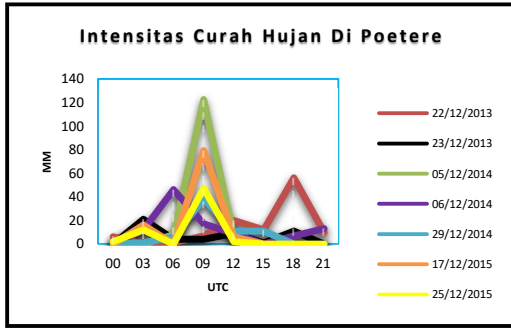
Gambar 2.2 Diagram Alir Kerangka Kerja.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Intensitas Curah Hujan Saat Kejadian Hujan Lebat**



Gambar 3.1 Grafik Intensitas Curah Hujan Setiap 3 Jam Di Stasiun Meteorologi Hasanuddin Makassar



**Gambar 3.2** Grafik Intensitas Curah Hujan Setiap 3 Jam Di Stasiun Maritim Poetere Makassar.

Grafik 3.1 dan 3.2 menunjukkan intensitas curah hujan setiap 3 jam pada saat kejadian hujan lebat. Grafik di atas dapat dilihat pada saat jam – jam berapa saja intensitas hujan yang cukup tinggi pada hari kejadian.

### 3.2 Analisis Indeks Labilitas Setiap Kejadian

#### 3.2.1 Kejadian Tanggal 22 Desember 2013

**Tabel 4.1.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 22 Desember 2013

INDEKS	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	0,4	Data Miss
Lifted Indeks (LI)	-3,6	
SWEAT Indeks	248,4	
CAPE (J/kg)	2095,0	

Berdasarkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 22 Desember 2013, nilai *Showalter Index* (SI) sebesar 0,4 pada pukul 00 UTC. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi atmosfernya stabil. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC menunjukkan nilai -3,6. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi atmosfernya labil. Untuk nilai *SWEAT Index* sebesar 248,4 pada pukul 00 UTC. Hal ini mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Dan untuk nilai CAPE menunjukkan nilai indeks sebesar 2095 J/kg. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat aktivitas konvektif sedang yang terjadi setelah pagi hari hingga sore hari. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas SI, LI, SWEAT, dan CAPE

cenderung mengarah ke kondisi atmosfer labil dari pagi sampai malam sore hari.

#### 3.2.2 Kejadian Tanggal 23 Desember 2013

**Tabel 4.2.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 23 Desember 2013

INDEKS	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	1,4	0,9
Lifting Indeks (LI)	-4,5	-1,6
SWEAT Indeks	242,8	259,4
CAPE (J/kg)	3042,0	26,0

Tabel 4.2 menunjukkan indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 23 Desember 2013, nilai *Showalter Index* (SI) pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfernya stabil. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfernya labil. Untuk nilai *SWEAT Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi cuaca sedikit buruk. Dan untuk nilai CAPE menunjukkan potensial konvektif yang kuat yang terjadi setelah pagi hari, dan konvektif lemah pada saat malam hari. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas SI, LI, SWEAT, dan CAPE cenderung mengarah ke kondisi atmosfer labil dari pagi sampai sore hari.

#### 3.2.3 Kejadian Tanggal 05 Desember 2014

**Tabel 4.3.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 05 Desember 2014.

Indeks	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	2,4	-1,2
Lifting Indeks (LI)	-2,0	-1,4
SWEAT Indeks	192,0	237,3
CAPE (J/kg)	858,0	394,0

Tabel 4.3 menunjukkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 05 Desember 2014, nilai *Showalter Index* (SI) pada pukul

00 UTC menunjukkan kondisi atmosfer stabil dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer labil. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfernya labil. Untuk nilai *SWEAT Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk.

Untuk nilai CAPE menunjukkan potensi konvektif lemah yang terjadi setelah pagi hari sampai malam hari. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas SI, LI, SWEAT, dan CAPE cenderung mngarah ke kondisi atmosfer labil dari pagi sampai sore hari.

### 3.2.4 Kejadian Tanggal 06 Desember 2014

**Tabel 4.4.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 06 Desember 2014

Indeks	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	-0,2	2,0
Lifting Indeks (LI)	-2,3	-1,8
SWEAT Indeks	229,4	217,6
CAPE (J/kg)	55,0	39,0

Tabel 4.4 menunjukkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 06 Desember 2014, nilai Showalter Index (SI) pada pukul 00 UTC menunjukkan kondisi atmosfer labil dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer stabil.

Untuk nilai Lifted Index pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer labil. Untuk nilai SWEAT Index pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk.

Untuk nilai CAPE menunjukkan pada pukul 00 UTC dan 12 UTC menunjukkan potensi konvektif yang sangat lemah. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas nilai hanya nilai CAPE yang menunjukkan kondisi stabil.

### 3.2.5 Kejadian Tanggal 29 Desember 2014

**Tabel 4.5.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 29 Desember 2014

Indeks	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	-1,1	-0,2
Lifting Indeks (LI)	-3,5	-2,9
SWEAT Indeks	223,6	236,2
CAPE (J/kg)	1001,0	851,0

Tabel 4.5 menunjukkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 29 Desember 2014, diperoleh nilai *Showalter Index* (SI) pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer yang labil pada pagi sampai malam hari. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer yang labil pada pagi sampai malam hari. Untuk nilai *SWEAT Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Dan untuk nilai CAPE menunjukkan potensi konvektif sedang saat pagi sampai sore hari, dan saat malam hari potensi konvektifnya menurun. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas SI, LI, SWEAT, dan CAPE cenderung mngarah ke kondisi atmosfer labil dari pagi sampai malam hari.

### 3.2.6 Kejadian Tanggal 17 Desember 2015

**Tabel 4.6.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 17 Desember 2015

Indeks	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	-0,7	1,3
Lifting Indeks (LI)	-2,9	-1,6
SWEAT Indeks	213,2	234,4
CAPE (J/kg)	409,0	532,0

Tabel 4.6 menunjukkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 17 Desember 2015, nilai *Showalter Index* (SI) pada pukul 00 UTC menunjukkan kondisi stabil dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi satbil. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC dan pada pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfernya labil pada pagi sampai malam hari. Untuk nilai *SWEAT Index* pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Dan untuk nilai CAPE potensi konvektif lemah pada pagi hari sampai malam hari. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas SI, LI, SWEAT, lebih menunjukkan ke arah kondisi atmosfer labil.

3.2.7 Kejadian Tanggal 25 Desember 2015

**Tabel 4.7.** Tabel nilai indeks labilitas udara tanggal 25 Desember 2015.

Indeks	JAM	JAM
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	2.1	2.3
Lifted Indeks (LI)	-1.3	-2.4
SWEAT Indeks	220.8	216,0
CAPE (J/kg)	536,0	760,0

Tabel 4.7 menunjukkan analisis indeks stabilitas atmosfer pada tanggal 25 Desember 2015, nilai *Showalter Index* (SI) sebesar pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer stabil pada pagi sampai malam hari. Untuk nilai *Lifted Index* pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC menunjukkan kondisi atmosfer labil pada pagi sampai malam hari. Untuk nilai *SWEAT Index* pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC mengindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Dan untuk nilai CAPE pada pukul 00 UTC dan pukul 12 UTC menunjukkan potensi konvektif lemah pagi hari sampai malam hari. Berdasarkan analisis nilai indeks stabilitas nilai LI dan SWEAT cenderung mngarah ke kondisi atmosfer labil.

**3.3 Nilai Indeks Rata – Rata Bulan Desember 2013 – 2015**

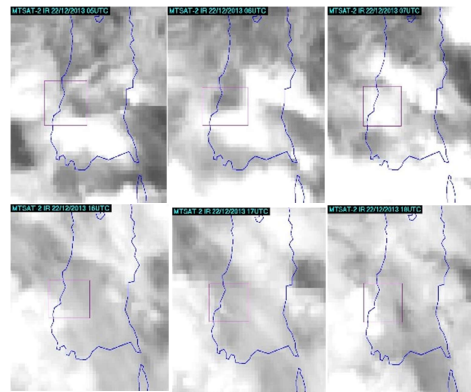
**Tabel 4.8.** Nilai indeks Rata - Rata labilitas udara Bulan Desember 2013 – 2015

Indeks Stabilitas	Rata - Rata Nilai Indeks Saat Kejadian	
	00 UTC	12 UTC
Showalter Indeks (SI)	0,7	0,8
Lifting Indeks (LI)	-3.2	-1.8
SWEAT Indeks	224.3	233.6
CAPE (J/kg)	1339.43	411.00

Hasil rata – rata indeks labilitas kejadian hujan lebat pada bulan Desember 2013 – 2015 di dapatakan nilai SI pada pukul 00 UTC 0,7 dan pukul 12 UTC 0,9, hal ini menunjukkan bahwa indeks SI dalam kejadian hujan lebat cenderung stabil. Untuk nilai LI pada pukul 00 UTC -3,2 dan pada pukul 12 UTC -1,8, hal ini menunjukkan bahwa nilai LI dalam setiap kejadian hujan lebat pada bulan desember dalam keadaan labil. Untuk nilai SWEAT 224,3 pada pukul 00 UTC dan 233,6 pada pukul 12 UTC, hal ini menunjukkan bahwa nilai SWEAT pada setiap kejadian hujan lebat mngindikasikan kondisi cuaca sedikit buruk. Untuk nilai CAPE pada pukul 00 UTC menunjukkan kovektif sedang dan 12 UTC menunjukkan konvektif lemah.

**3.4 Analisis Citra Satelit**

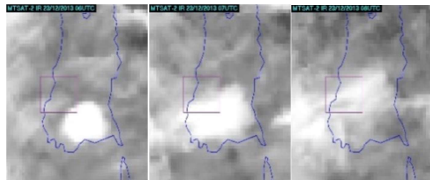
3.4.1 Kejadian Tanggal 22 Desember 2013



**Gambar 4.3** Citra Satelit MTSAT tanggal 22 Desember 2013 jam 05 UTC – 18 UTC

Berdasarkan data citra satelit pada tanggal 22 Desember 2013 pada pukul 05.00 – 07.00 UTC adanya pertumbuhan awan yang cukup tebal di wilayah makassar. Untuk pukul 16.00 – 18.00 UTC dimana waktu terukurnya curah hujan cukup tinggi, kondisi awannya tidak tebal. Hal ini mngindikasikan bahwa hujan bukan dari awan konvektif.

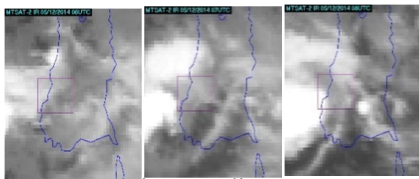
**3.4.2 Kejadian Tanggal 23 Desember 2013**



**Gambar 4.4** Citra Satelit MTSAT tanggal 23 Desember 2013 jam 06 UTC – 08 UTC

Berdasarkan data citra satelit pada tanggal 23 Desember 2014 pada pukul 06.00 UTC – 08.00 UTC adanya pertumbuhan awan dan pergerakan awan tebal ke wilayah Makassar.

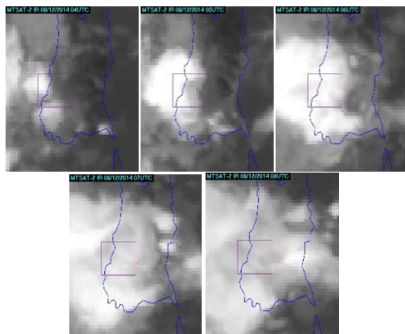
**3.4.3 Kejadian Tanggal 05 Desember 2014**



**Gambar 4.5** Citra Satelit MTSAT tanggal 05 Desember 2014 jam 06 UTC – 08 UTC

Berdasarkan data citra satelit tanggal 05 Desember 2014 pada pukul 06.00 UTC – 08.00 UTC menunjukkan adanya pergerakan awan yang cukup tebal ke wilayah Makassar. Untuk daerah pantai Makassar tercatat hujan yang sangat tinggi yaitu 122 mm pada saat jam 08.00 UTC.

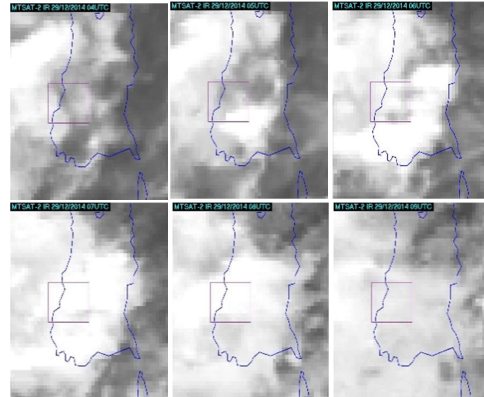
**3.4.4 Kejadian Tanggal 06 Desember 2014**



**Gambar 4.6** Citra Satelit MTSAT tanggal 06 Desember 2014 jam 04 UTC – 08 UTC.

Berdasarkan data citra satelit tanggal 06 Desember 2014 pada pukul 08.00 UTC – 08.00 UTC menunjukkan adanya pertumbuhan awan yang cukup tebal dan meluas di wilayah Makassar. Pada pukul 06.00 UTC tercatat curah hujan yang tinggi.

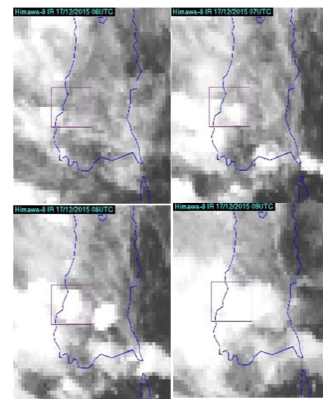
**3.4.5 Kejadian Tanggal 29 Desember 2014**



**Gambar 4.7** Citra Satelit MTSAT tanggal 29 Desember 2014 jam 04 UTC – 09 UTC

Berdasarkan citra satelit tanggal 29 desember 2014 pada pukul 04.00 UTC – 09.00 UTC terdapat pertumbuhan awan tebal dan betahan lama di wilayah Makassar. Pada saat pukul 09.00 UTC tercatat curah hujan yang cukup tinggi.

**3.4.6 Kejadian Tanggal 17 Desember 2015**

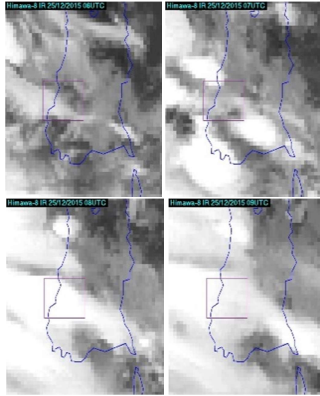


**Gambar 4.8** Citra Satelit Himawari tanggal 17 Desember 2015 jam 06 UTC – 09 UTC

Berdasarkan citra satelit tanggal 17 desember 2015 pada pukul 06.00 UTC – 09.00 UTC. Terlihat adanya pertumbuhan awan di wilayah Makassar. Pada saat saat pukul 09.00 UTC tercatat jumlah hujan yang cukup tinggi.



### 3.4.7 Kejadian Tanggal 25 Desember 2015



**Gambar 4.9** Citra Satelit Himawari tanggal 25 Desember 2015 jam 06 UTC – 09 UTC

Berdasarkan citra satelit tanggal 25 desember 2015 pada pukul 06.00 – 09.00 UTC. Terlihat adanya pertumbuhan awan di wilayah Makassar. Pada saat saat pukul 09.00 UTC tercatat jumlah hujan yang cukup tinggi.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk kejadian hujan lebat di wilayah Makassar pada bulan desember 2013 - 2015 dilihat dari analisis stabilitas atmosfernya pada umumnya menunjukkan kondisi atmosfer yang labil

Pada kejadian hujan lebat di wilayah Makassar, nilai SI untuk jam 00 UTC dan 12 UTC pada umumnya bernilai positif yang menunjukkan kondisi atmosfer stabil. Nilai LI untuk jam 00 UTC dan 12 UTC pada umumnya bernilai negatif yang menunjukkan kondisi cuaca labil. Nilai SWEAT untuk jam 00 UTC dan 12 UTC pada umumnya berada pada angka 200an yang menunjukkan kemungkinan cuaca buruk. Dan nilai CAPE untuk jam 00 UTC menunjukkan keadaan konvektif sedang dan pada pukul 12 UTC menunjukkan konvektif lemah.

Dari Citra Satelit untuk wilayah Makassar pada saat kejadian hujan lebat pada umumnya tertutupi awan tebal, terutama pada waktu terukurnya intensitas hujan yang tinggi pada waktu kejadian.

## DAFTAR PUSTAKA

Budiarti, M., M. Muslim, dan Y. Ilhamsyah, 2012, *Studi Indeks Stabilitas Udara*

*Terhadap Prediksi Kejadian Badai Guntur di Wilayah Stamet Cengkareng Banten*, Jurnal Meteorologi dan Geofisika Vol. 13 No. 2 Tahun 2012, Puslitbang BMKG, Jakarta.

Manurung, M.R., 2012, *Prediktabilitas Cuaca Jangka Pendek Ditinjau dari Indeks Stabilitas di Jakarta*, Jurnal Teknologi Mineral Vol. XIX No. 3/ 2012/, ITB, Bandung.

Nurlatifah, S., 2012, *Pemanfaatan Data Satelit Cuaca MTSAT Untuk Estimasi Curah Hujan di Stasiun Meteorologi Tegal dan Stasiun Meteorologi Citeko*, *Tugas Akhir*, AMG, Jakarta.

Nuryanto, D.E, 2011, *Aktifitas Konvektif di Atas Benua Maritim Indonesia dan Keterkaitannya dengan Variabilitas Iklim Regional dan Lokal*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Pepler, R.A., 1988, *A Review of Static Stability Indices and Related Thermodynamic Parameters*, Illinois Department of Energy and Natural Resources, Illinois.

Tjasyono, H.K.B., 2004, *Klimatologi*,

Zakir, A., W. Sulistya, dan M.K. Khotimah, 2010, *Perspektif Operasional Cuaca Tropis*, Puslitbang BMKG, Jakarta.