

**STUDI INSTRUMEN CEILOMETER ALLWEATHER 8339 DAN DATA  
HASIL PENGUKURAN DI STASIUN METEOROLOGI  
MINANGKABAU PADANG**

**SKRIPSI**

**untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Sains**



**SERLY SAMARANTIKA**

**NIM : 2010/17503**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2018**

**PERSETUJUAN PEMBIMBING**

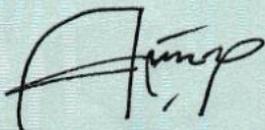
**SKRIPSI**

Judul : Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 Dan Data Hasil  
Pengukuran Di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang  
Nama : Serly Samarantika  
NIM : 17503/2010  
Program Studi : Fisika  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 8 Februari 2018

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



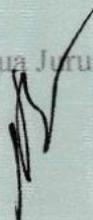
Drs. Asrizal, M.Si  
NIP 19660603199203 1 001

Pembimbing II,



Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si  
NIP 19751231200012 1 001

Ketua Jurusan



Dr. Ratnawulan, M. Si  
NIP 19690120199303 2 002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Serly Samarantika  
NIM : 17503/2010

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji  
Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia  
Jurusan Bahasa dan Sastra Indonesia dan Daerah  
Fakultas Bahasa dan Seni  
Universitas Negeri Padang  
dengan judul

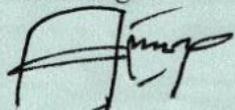
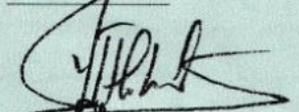
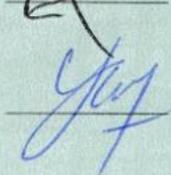
**Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 Dan Data  
Hasil Pengukuran Di Stasiun Meteorologi  
Minangkabau Padang**

Padang, 8 Februari 2018

Tim Penguji

1. Ketua : Drs. Asrizal, M.Si.
2. Sekretaris : Zulhendri Kamus, S.Pd, M.Si.
3. Anggota : Drs. Hufri, M.Si
4. Anggota : Dr. Yulkifli, S.Pd, M.Si.
5. Anggota : Yohandri, M.Si, Ph.D.

Tanda Tangan

1.   
2.   
3.   
4.   
5. 

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 Dan Data Hasil Pengukuran Di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang”, adalah asli karya saya sendiri;
2. karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan;
4. pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 8 Februari 2018  
Yang membuat pernyataan



Serly Samarantika  
NIM 2010/17503

## ABSTRAK

**Serly Samarantika, 2018.**“Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 dan Data Hasil Pengukuran di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang”.*Skripsi*. Padang : Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Data ketinggian dasar awan rendah di atas suatu bandara merupakan data yang sangat penting dalam penerbangan. Ketinggian awan dapat diukur dengan Ceilometer. Keberadaan ceilometer tidak begitu umum seperti alat ukur unsur cuaca lainnya seperti termometer, barometer dan sebagainya. Hal ini menyebabkan kurangnya sumber pembelajaran maupun wawasan tentang parameter awan baik bagi masyarakat awam maupun mahasiswa peneliti. Oleh karena itu pembahasan mengenai Ceilometer sangatlah diperlukan.

Penelitian ini tergolong penelitian deskriptif. Objek penelitiannya adalah Ceilometer Allweather 8339 yang ada di Bandara Internasional Minangkabau beserta data hasil pengukurannya selama 14 hari. Data kemudian dianalisis dengan teknik analisis deskriptif dengan cara mengumpulkan berbagai materi baik dari lapangan maupun literatur.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa Ceilometer Allweather 8339 bekerja dengan prinsip Lidar dengan Laser dioda sebagai *transmitter* dan APD sebagai *receiver*. Alat mampu mendeteksi hingga 4 lapisan awan dan menghasilkan data ketinggian dasar awan dan kondisi langit berdasarkan algoritma *NWS ASOS Sky Condition Algorithm*. Dari data pengukuran dapat dilihat selama periode 1 Juli hingga 14 Juli 2017, langit di atas Bandara didominasi kondisi Broken dengan hari paling didominasi awan rendah adalah 7 Juli 2017 sedangkan kondisi langit paling cerah terjadi pada 3 Juli 2017.

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulisucapkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 Dan Data Hasil Pengukuran Di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang” dengan baik.

Banyak hal - hal dan pengalaman baru yang penulis dapatkan selamamelaksanakan penelitian inisalah satunya menambah pengetahuan dan wawasan peneliti. Tidak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selesainya skripsi ini:

1. Bapak Drs. Asrizal, M.Si selaku dosen pembimbing.I
2. Bapak selaku Zuhendri Kamus, S.Pd, M.Si dosen pembimbing II
3. Bapak Drs. Hufri, M.Si selaku Penguji.
4. Bapak Dr.Yulkifli, S.Pd, M.Si selaku Penguji
5. Bapak Yohandri, M.Si, Ph.Dselaku Penguji
6. Ibu Syafriani, M.Si, Ph.D selaku Pembimbing Akademik
7. Almarhumah Syakbaniah, M.Si selaku Pembimbing Akademik
8. Ibu Dr. Hj.Ratna Wulan,M.Si sebagai Ketua Jurusan Fisika.
9. Kasi Observasi BMKG Ketaping beserta seluruh staf yang telah membantu.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan akibat keterbatasan pengetahuan dan informasi yang penulis miliki. Untuk itu penulis membuka diri untuk segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan ini serta dapat lebih baik di masa yang akan datang.

Dan akhirnya penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya maupun pembaca pada umumnya. Amin.

Padang, Februari 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Pembatasan Masalah .....	4
D. Perumusan Masalah .....	5
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
A. Cuaca.....	6
B. Awan.....	7
C. Pengamatan Terhadap Awan.....	9
D. Pengukuran Terhadap Ketinggian Awan.....	10
E. Ceilometer.....	11
<b>BAB III RANCANGAN PENELITIAN</b>	
A. Tempat dan Waktu Penelitian .....	14
B. Jenis Penelitian .....	14
C. Objek Penelitian .....	15
D. Prosedur Penelitian .....	15
E. Sumber Data.....	16
F. Teknik Analisis Data .....	16
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Deskripsi Instrumen Ceilometer Allweather 8339.....	18
B. Analisis Data Hasil Pengukuran.....	34
<b>BAB V PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	44
B. Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	46
<b>LAMPIRAN</b> .....	48

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Keterangan <i>Sky Condition</i> .....	27
Tabel 2. Spesifikasi Ceilometer Allweather 8339.....	33
Tabel 3. Interpretasi Data Ketinggian Awan Tanggal 1 Juli 2017 – 14 Juli 2017.....	37
Tabel 4. Interpretasi Data Persentase Tutupan Langit Tanggal 1 Juli 2017 – 14 Juli 2017.....	40
Tabel 5. Frekuensi Kemunculan Tiap Kategori Kondis Langit Tanggal 1 Juli 2017 – 14 Juli 2017.....	42

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Klasifikasi Awan berdasarkan ketinggian.....	8
Gambar 2. Simbol Kondisi Langit Dalam Pengamatan Manual.....	10
Gambar 3. (a) Kamera Langit (b) Citra Kamera Langit.....	11
Gambar 4. Rotating Beam Ceilometer.....	12
Gambar 5. Ceilometer Vaisala CL-51.....	13
Gambar 6. Ceilometer Allweather 8339.....	18
Gambar 7. Prinsip Lidar Pada Ceilometer.....	19
Gambar 8 Perbedaan Susunan Coaxial dan Biaxial.....	21
Gambar 9 Contoh Terjadinya Cloud Hit.....	24
Gambar 10 Contoh Terjadinya Unknown Hit.....	25
Gambar 11 Bagian- Bagian Ceilometer 8339.....	27
Gambar 12 Dioda Laser 905 nm.....	28
Gambar 13 Avalanche Photodiode (APD).....	28
Gambar 14. Modul Optik.....	29
Gambar 15. Power Supply dan Circuit Breaker.....	30
Gambar 16. Board Akuisisi Data.....	31
Gambar 17. Blok Diagram Ceilometer Allweather 8339.....	31
Gambar 18. Tampilan Data Ceilometer Pada Komputer.....	34
Gambar 19. Ketinggian Awan pada Tanggal 7 Juli 2017.....	35
Gambar 20. Ketinggian Awan pada Tanggal 8 Juli 2017.....	36
Gambar 21. Persentase Tutupan Langit pada Tanggal 3 Juli 2017.....	39
Gambar 22 Persentase Tutupan Langit pada Tanggal 7 Juli 2017.....	39
Gambar 23. Jumlah Lapisan Awan yang Terdeteksi Tanggal 3 Juli 2017.....	41
Gambar 24. Jumlah Lapisan Awan yang Terdeteksi Tanggal Tanggal 4 Juli 2017	41
Gambar 25. Frekuensi Kemunculan Berbagai Kondisi Langit Pada Tanggal 1 Juli 2017 – 14 Juli 2017.....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
LAMPIRAN I : Foto – Foto Penelitian.....	48
LAMPIRAN 2 : Data Mentah.....	51
LAMPIRAN 3 : Plot Data Hasil Pengukuran Selama 14 Hari.....	53
LAMPIRAN 4 : Rangkaian Penyusun Ceilometer Allweather 8339.....	64
LAMPIRAN 5 : Manual Book.....	65
LAMPIRAN 6 : Datasheet Ceilometer Allweather 8339.....	74

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dalam rangka melakukan aktivitas sehari – hari manusia membutuhkan informasi tentang cuaca. Hal ini terjadi karena cuaca dapat menunjang maupun mengganggu aktivitas manusia. Salah satu contoh, hujan yang lebat dapat menghambat manusia dalam bepergian sementara cuaca cerah membuat manusia lebih leluasa dalam bepergian. Oleh karena itu dalam siaran berita kerap kita lihat adanya ramalan cuaca mengingat pentingnya peranan cuaca dalam kehidupan kita.

Awan merupakan salah satu unsur cuaca yang memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Kondisi awan juga berpengaruh pada perubahan cuaca dan iklim. Awan merupakan salah satu komponen penting terjadinya hujan. Awan juga berperan penting dalam melindungi manusia dari radiasi langsung sinar matahari. Pengamatan terhadap awan juga merupakan penentu dalam keamanan lalu lintas udara karena awan dapat merusak mesin pesawat dan menghalangi pandangan pilot

Dalam dunia penerbangan, berbagai parameter awan diukur secara berkala menggunakan berbagai cara baik manual maupun otomatis. Salah satu parameter awan yang penting diukur di suatu bandara adalah jarak pandang vertikal yang sangat erat kaitannya dengan konsentrasi aerosol dan ketinggian dasar awan (*cloud base height*).

Ketinggian dasar awan sangat penting untuk diukur guna menentukan apakah pesawat dapat mendarat dan lepas landas dengan aman. Hal ini disebabkan karena dasar awan yang cukup rendah dapat mengganggu pandangan pilot untuk melihat landasan ketika akan mendarat sehingga bisa menyebabkan kecelakaan. Dengan adanya informasi tentang awan, pilot akan menjadi lebih mudah memutuskan proses pendaratan yang paling aman.

Pengukuran ketinggian awan dilakukan dengan berbagai cara baik itu menggunakan pengamatan manual maupun menggunakan alat otomatis. Pengamatan secara manual dilakukan dengan mengamati awan menggunakan mata pengamat dan menghitung ketinggiannya dengan perhitungan matematika. Sementara itu pengamatan secara otomatis dilakukan menggunakan ceilometer.

Istilah ceilometer sendiri bukan hal yang asing lagi bagi mahasiswa maupun orang yang memahami geofisika dan atmosfer. Namun walaupun ceilometer merupakan alat ukur yang paling banyak dipakai untuk mengukur tinggi dasar awan, ceilometer tidak begitu umum bagi orang – orang yang tidak begitu memahami geofisika dan atmosfer seperti contohnya peneliti bidang elektronika dan instrumentasi dibandingkan alat ukur parameter cuaca lainnya. Hal ini terlihat dari masih sedikitnya kajian dan pembangunan alat di luar buatan pabrik.

Kurangnya pembangunan instrumen ceilometer di luar pabrik bisa dikatakan wajar. Hal ini dikarenakan ceilometer merupakan alat dengan struktur yang lebih kompleks dan membutuhkan biaya pembangunan yang lebih mahal dibanding alat ukur unsur cuaca lain seperti termometer dan anemometer. Pembuatan *prototype*

ceilometer yang ada kebanyakan dilakukan oleh mahasiswa S3 seperti Joshua D. Vandehey yang merancang *prototype* ceilometer terbaru pada tahun 2013.

Namun kurangnya pengkajian tentang prinsip kerja ceilometer bisa disebabkan beberapa hal. Pertama, kurangnya informasi tentang awan. Informasi tentang awan yang umum diketahui adalah jenis awan seperti awan hujan untuk menentukan apakah akan turun hujan. Sementara untuk tujuan meteorologi, observasi dan pengukuran terhadap awan bertujuan untuk mengetahui banyak awan, jenis awan, dan tinggi dasar awan (WMO : 2010).

Kurangnya informasi tentang awan menyebabkan kurangnya pengetahuan mengenai pentingnya pengukuran parameter awan. Hal ini bisa dikarenakan pengukuran awan jarang dilakukan di berbagai tempat, lain halnya dengan parameter – parameter cuaca lain seperti suhu dan tekanan. Pengukuran awan sebagian besar dilakukan hanya di bandara, GAW dan beberapa stasiun meteorologi saja yang memiliki instrumen pengukur parameter awan seperti ceilometer dan lidar.

Di Sumatera Barat ceilometer dapat dijumpai hanya di beberapa tempat seperti Bandara Internasional Minangkabau dan GAW Kototabang. Akibat dari minimnya jumlah ceilometer menyebabkan kurangnya pengetahuan masyarakat tentang instrumen ceilometer. Pengetahuan tersebut mencakup fungsi, prinsip kerja bahkan keberadaan alat tersebut.

Kurangnya informasi awan, pentingnya pengukuran awan dan kurangnya pengetahuan mengenai instrumen ceilometer dibanding parameter cuaca lainnya sangat disayangkan karena kajian mengenai prinsip kerja ceilometer sangat berguna

untuk mengembangkan ceilometer dan instrumen serupa untuk kedepannya. Hal ini membuat peneliti tertarik untuk membahas lebih jauh mengenai instrumen ceilometer untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam. Oleh karena itu sebagai judul penelitian ini adalah “Studi Instrumen Ceilometer Allweather 8339 Dan Data Hasil Pengukuran Di Stasiun Meteorologi Minangkabau Padang”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat kita identifikasi masalah – masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Kurangnya informasi mengenai awan
2. Banyaknya peneliti bidang elektronika dan instrumentasi yang belum memahami pentingnya pengukuran awan dalam berbagai bidang
3. Banyaknya peneliti bidang elektronika dan instrumentasi yang belum mengetahui keberadaan, fungsi maupun prinsip kerja ceilometer

## **C. Pembatasan Masalah**

Agar penelitian yang dilakukan lebih terarah karena adanya keterbatasan pengetahuan peneliti, maka diperlukan pembatasan sebagai berikut :

1. Informasi awan yang akan diteliti adalah ketinggian dasar awan dan banyak awan menutupi langit atau *Sky Condition*
2. Pengukuran awan yang akan dibahas adalah dalam bidang penerbangan, dalam hal ini pengukuran parameter awan menggunakan ceilometer di Bandara Internasional Minangkabau

3. Ceilometer yang prinsip kerjanya akan diteliti adalah Ceilometer Allweather tipe 8339 yang ada di Bandara Internasional Minangkabau

#### **D. Perumusan Masalah**

Sebagai perumusan masalah dalam penelitian ini yaitu “bagaimana deskripsi dari instrumen ceilometer Allweather 8339 dan data hasil pengukurannya?”

#### **E. Tujuan Penelitian**

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tentang instrumen ceilometer Allweather 8339. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menjelaskan spesifikasi performansi instrumen ceilometer Allweather 8339 di Stasiun Meteorologi Minangkabau BIM
2. Menganalisis data hasil pengukuran ketinggian dasar awan yang terekam oleh ceilometer Allweather 8339

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada :

1. Bagi kelompok kajian Elektronika dan Instrumentasi dalam pengembangan instrumen pengukuran parameter cuaca
2. Bagi kelompok kajian Fisika Bumi dalam penerapan perkuliahan mengenai cuaca dan atmosfer
3. Bagi BMKG sebagai tambahan manual dalam bentuk karya ilmiah
4. Bagi peneliti lain sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian yang berkaitan di masa depan

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Cuaca**

Cuaca adalah keadaan atmosfer seketika suatu waktu dan dapat diukur dalam bentuk suhu udara, tekanan udara, kelembaban, kecepatan dan arah angin, keadaan awan dan presipitasi. Setiap unsur cuaca diukur untuk berbagai kepentingan di stasiun-stasiun meteorologi menggunakan alat ukur. Setiap unsur cuaca memiliki alat ukur tersendiri seperti termometer, anemometer dan lainnya.

Suhu udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajat panas disebut termometer. Biasanya pengukuran dinyatakan dalam skala *Celcius (C)*, *Reamur (R)*, dan *Fahrenheit (F)*. Suhu udara tertinggi di muka bumi adalah di daerah tropis (sekitar ekuator) dan makin ke kutub, makin dingin. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu udara suatu daerah adalah:

1. Lama penyinaran matahari.
2. Sudut datang sinar matahari.
3. Relief permukaan bumi.
4. Banyak sedikitnya awan.
5. Perbedaan letak lintang.

(Regariana : 2005)

Tekanan udara adalah gaya per satuan luas yang ditekan oleh berat atmosfer. Karena udara tidaklah padat maka kita tidak dapat menimbanginya dengan timbangan konvensional. Namun, tiga abad lalu Evangelista Torricelli

berhasil menimbang atmosfer dengan cara membandingkannya dengan selajur air raksa. Instrumen yang digunakan Toricelli untuk mengukur tekanan atmosfer disebut barometer (Federal Aviation Administration : 2016).

Angin adalah udara yang bergerak secara relatif di permukaan Bumi. Walaupun kita tidak bisa melihat udara bergerak, kita bisa mengukur pergerakannya dengan gaya yang dilakukannya pada suatu objek. Sebagai contoh, daun – daun yang mendesau atau pohon yang berayun pada hari berangin menunjukkan bahwa angin sedang bertiup. Angin adalah faktor utama dalam cuaca dan penerbangan. Angin adalah penyebab formasi, disipasi dan redistribusi cuaca. Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer *4-cup* dan arah angin diukur menggunakan *weather vane*. Angin dinamai berdasarkan arah dari mana mereka bertiup. Sebagai contoh, angin timur laut berhembus dari timur laut ke barat daya (Exline, dkk : 2006)

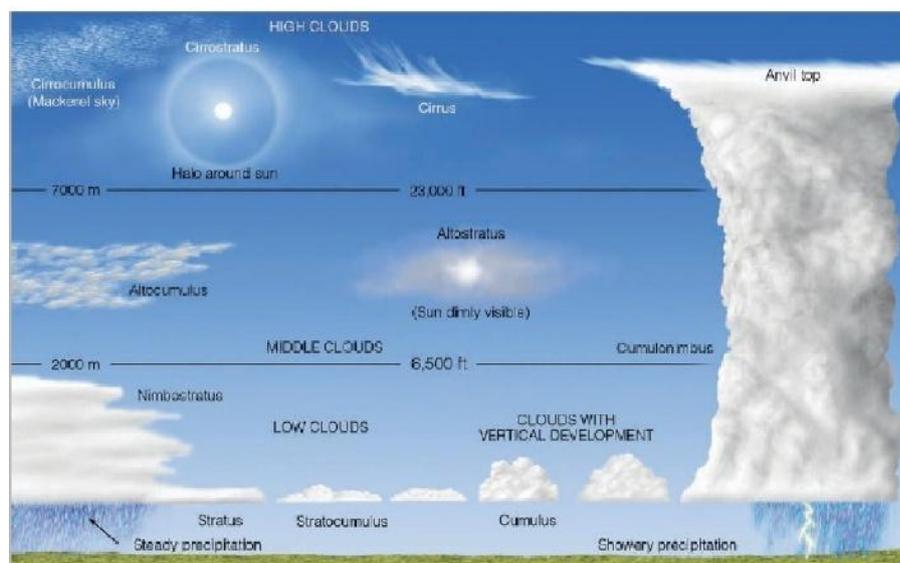
Curah hujan, menurut Mahmud (2011) adalah volume air yang jatuh pada suatu area tertentu, dapat dimaksudkan untuk satu kali hujan atau untuk masa tertentu seperti perhari, perbulan, permusim atau pertahun. Susilo (1996) mendefinisikan curah hujan atau curahan sebagai endapan atau deposit air dalam bentuk cair yang berasal dari atmosfer. Satuan dari curah hujan adalah satuan ketinggian, bisa dalam bentuk inchi atau mm curah hujan..

## **B. Awan**

Awan ialah massa terlihat dari tetesan air yang mengalami kondensasi atau kristal beku yang mengapung di atmosfer di atas permukaan (Exline, dkk : 2006).

Awan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Awan merupakan sumber terjadinya presipitasi. Dengan mengamati awan kita juga dapat mengetahui kondisi cuaca.

Berdasarkan ketinggiannya, awan terbagi menjadi 3 kelompok yaitu awan tinggi, awan menengah dan awan rendah. Awan tinggi berada pada ketinggian 8000 m sampai 18000 m. Awan yang tergolong awan tinggi adalah awan tipis bergumpal seperti *Cirrus*, awan tipis berbentuk lapisan seperti *Cirrostratus*, dan awan bergumpal seperti permen kapas *Cirrocumulus*. Awan menengah berada pada ketinggian antara 2000 m sampai 8000 m. Awan yang tergolong awan menengah adalah awan *Altostratus* yang terlihat seperti awan *Cirrostratus* namun dalam warna yang lebih gelap, dan *Alto cumulus* yang bergumpal berwarna kelabu. Awan rendah berada pada ketinggian di bawah 2000 m. Awan yang tergolong awan rendah adalah awan kelabu gelap *Nimbostratus*, awan bertumpuk *Stratocumulus*, dan awan berwarna kelabu merata *Stratus* (Vande Hey : 2013)



**Gambar 1.** Klasifikasi Awan berdasarkan ketinggian.

Awan bersifat renggang dan tidak tetap, tidak ada satu awan yang bertahan lebih dari beberapa jam, dan kebanyakan awan – awan kecil di atmosfer bagian rendah bertahan hanya beberapa menit. Untuk lebih tepatnya, batasan antara awan dan udara lepas sulit untuk didefinisikan, tidak jelas berapa banyak tetesan awan atau kristal es per satuan volume membentuk suatu awan, atau ketika tetesan awan cukup luas untuk digolongkan sebagai tetesan hujan, atau ketika partikel es dan salju membentuk presipitasi. (Suros : 2014)

### **C. Pengamatan Terhadap Awan**

Pengamatan terhadap awan memiliki kepentingan yang besar untuk studi iklim, prediksi cuaca dan keamanan transportasi udara. Awan dapat memantulkan sinar matahari dan juga menangkap radiasi infra merah yang datang dari permukaan bumi. Karena awan adalah indikator yang menyatakan kondisi atmosfer setempat, tinggi awan, tipe dan luas lapisan awan menyediakan wawasan untuk kondisi di berbagai tempat di atmosfer.

Pengamatan terhadap awan dilakukan di stasiun meteorologi untuk berbagai kepentingan. Khusus untuk stasiun meteorologi yang beroperasi untuk kebutuhan bandara, parameter awan yang diukur adalah ketinggian awan dan kondisi langit akibat banyak awan. Ketinggian awan biasanya dinyatakan dalam satuan *feet* (ft). Sementara banyak awan atau kondisi langit dilaporkan dalam okta (kelipatan 8). Bateman, dkk (2008) menyatakan dalam bidang penerbangan *Visual Meteorological Condition* (VMC) adalah kondisi cuaca dimana *Visual Flight Rules* berlaku yaitu kondisi dimana pilot memiliki penglihatan (vertikal dan horizontal) untuk terbang tanpa bantuan instrumen.

## D. Pengukuran Terhadap Ketinggian Awan

### 1. Pengamatan oleh Manusia

Sampai akhir abad lalu, penentuan tutupan awan dan estimasi ketinggian awan umumnya dilakukan oleh pengamat manusia. Sebenarnya, selama bertahun – tahun pengamatan manusia telah merekam kondisi langit dalam okta atau sepersepuluh, jumlah awan terendah dan jenis awan di seluruh dunia tiga kali sehari. Dengan informasi ini seseorang dapat memperkirakan dugaan tinggi dasar awan. Tentunya ini tidak mewakili pengukuran yang eksak, tapi memberikan pendekatan yang sangat bermanfaat sepanjang sejarah. (Suros : 2014)

#### Total Sky Cover



**Gambar 2.** Simbol Kondisi Langit Dalam Pengamatan Manual

### 2. Kamera Langit

Kamera langit dikembangkan dengan tujuan untuk menggantikan pengamat manusia mendapatkan hasil pengamatan, memberi objektivitas, dan mengurangi biaya pada saat yang bersamaan. Kamera dapat memotret kondisi langit sepanjang cahaya tampak dan infra merah. Kamera dengan spektrum cahaya tampak

mendeteksi dan mengelompokkan awan berdasarkan warna dan intensitas antara tipe awan yang berbeda dan langit dengan mengekstrak *pixel* dari gambar digital langit yang difoto. (Suros : 2014)



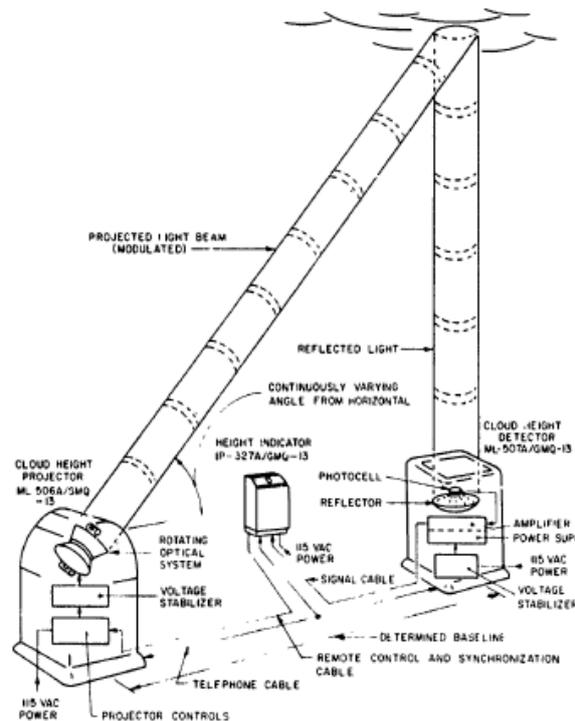
**Gambar 3.** (a) Kamera Langit (b) Citra Kamera Langit

### E. Ceilometer

Ceilometer adalah instrumen paling umum yang digunakan untuk menentukan ketinggian dasar awan (Liu, dkk : 2015). Menurut Martucci, dkk (2010) ceilometer adalah instrumen yang menyediakan perkiraan akurat dan berkelanjutan dari dasar awan sebagai output standarnya. Selain ceilometer, penginderaan jarak jauh untuk ketinggian awan juga dapat dengan menggunakan instrumen lainnya, salah satunya adalah instrumen Lidar. Dibandingkan Lidar yang memiliki biaya pembelian dan perawatan yang lebih mahal, ceilometer dapat dikatakan memiliki biaya perawatan yang lebih murah dan berdaya rendah.

Ceilometer yang pertama kali dibuat menggunakan prinsip proyektor sinar yang berputar. Ceilometer ini dinamakan *Rotating Beam Ceilometer* (RBC). RBC digunakan secara luas untuk pemakaian di lokasi yang tetap. RBC terdiri dari

*transmitter* dan *receiver* yang terpisah jauh sepanjang jarak yang telah ditentukan. Unit *transmitter* berputar sementara unit *receiver* diatur sebidang dengan unit *transmitter*. Awan dengan volume tertentu akan menghasilkan sinar hamburan kembali dan dideteksi oleh *receiver* (Bonner : 1997). Ketinggian awan kemudian dihitung menggunakan prinsip segitiga. Struktur dari ceilometer RBC dapat dilihat pada Gambar 4



**Gambar 4.** *Rotating Beam Ceilometer*

RBC sangat sensitif terhadap presipitasi. Saat terjadi presipitasi alat kemungkinan mendeteksi awan rendah atau malah gagal mendeteksi awan sama sekali. Pada saat sekarang RBC diganti oleh ceilometer dengan sinar laser menghadap vertikal. Ceilometer seperti ini disebut Laser Ceilometer.

Laser Ceilometer menggunakan sinyal laser menentukan ketinggian dasar awan diatas permukaan tanah. Sistemnya terdiri dari tiga komponen yaitu: *transmitter*, yang menembakkan laser menuju zenith, detektor, yang menerima berbagai bentuk energi yang dikembalikan ke bumi setelah menumbuk dasar awan, rekorder yang menguatkan sinyal kembali. Ketinggian awan dihitung menggunakan kecepatan pulsa laser yang mana adalah kecepatan cahaya, dan waktu yang dibutuhkan pulsa menuju atmosfer dan kembali ke detektor. Jika langit cerah maka tidak akan ada sinyal kembali yang terdeteksi (Stevens : 1994)

Ceilometer yang lebih modern menggunakan prinsip lidar elastis. Ceilometer memancarkan sinyal vertikal ke atmosfer dan mengukur profil dari sinar terhambur yang kembali dari awan dan presipitasi dengan *receiver*. Selain dapat menghasilkan tinggi dasar awan, ceilometer modern juga dapat menentukan *Convective Mixing Height*. Beberapa ceilometer komersil yang ada saat ini contohnya ceilometer Vaisala, mampu mengestimasi hingga 3 lapisan awan dan menggunakan laser dengan panjang gelombang 0.91 mikrometer. Tipe CL-51 milik Vaisala mampu mencapai ketinggian 13 km. (Vande Hey : 2013)



**Gambar 5.** Ceilometer Vaisala CL-51

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan dan analisis deskriptif yang telah dilakukan pada instrumen Ceilometer AWI 8339, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ceilometer AWI 8339 menggunakan dioda laser sebagai *transmitter* yang memancarkan sinar ke atmosfer dan menerima hamburan sinar yang kembali menggunakan *receiver* yaitu *avalanche photodiode* (APD). Data waktu tempuh hingga sinar laser terhambur oleh dasar awan rendah dan kecepatan cahaya dapat digunakan untuk menghitung ketinggian dasar awan yang datanya akan direkam dan ditampilkan di komputer secara otomatis.
2. Data hasil analisis tinggi dasar awan di atas Bandara Internasional Minangkabau adalah selama 14 hari pengukuran terdapat berbagai parameter yang dapat diukur. Ketinggian awan yang terukur oleh ceilometer maksimal tercatat pada 10 Juli 2017 yaitu 32000 ft dan hari yang paling didominasi tinggi rendah adalah 8 Juli 2017 sementara awan terendah tercatat pada 9 Juli 2017 yaitu 200 ft dan hari yang paling didominasi awan rendah adalah 7 Juli 2017. Kondisi langit hampir selalu tertutup awan terjadi pada 7 Juli 2017 dan kondisi langit paling sering cerah adalah tanggal 3 Juli 2017. Dari 14 hari pengukuran diperoleh kondisi *Broken* mendominasi kondisi langit dengan 27.05% sementara kondisi langit cerah (NCD) paling jarang terjadi dengan persentase 15.86%.

## **B. Saran**

Berdasarkan pembahasan pada hasil dan kendala yang dihadapi pada penelitian ini dikemukakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk Jurusan Fisika, pembahasan mengenai ceilometer ini dapat dijadikan pembelajaran yang bagus terutama mengenai cuaca dan atmosfer
2. Untuk peneliti lain sebaiknya bisa mengembangkan instrumen ceilometer ini agar dapat beroperasi lebih baik lagi dengan ruang lingkup yang lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allweather, Inc. (2011). *Cloud Height Indicator Laser Ceilometer 8339 User's Guide*. USA : Allweather, Inc
- Allweather, Inc. (2011). *Laser Ceilometer Model 8339*. USA : Allweather, Inc
- Bateman, Richard, dkk. (2008). "A Real-Time Automated Ceiling And Visibility Analysis System". *Artikel 13th Conference on Aviation, Range and Aerospace Meteorology 21 – 24 January 2008*. New Orleans, Louisiana, American Meteorological Society Figure
- Bonner, Robert S.(1977). *Application Of The An/Gvs-5 LaserC : Rangefinder To Cloud Base Height Measurements*. New Jersey : US Army Electronics Command
- Exline, Joseph D, dkk. (2006). *Meteorology: An Educator's Resource for Inquiry-Based Learning for Grades 5-9*. USA: National Aeronautics and Space Administration
- Federal Aviation Administration. (2016). *Advisory Circular*. USA : Department of Transportation
- Liu, Lei, dkk.(2015). "Comparison of Cloud Base Height Derived from a Ground-Based Infrared Cloud Measurement and Two Ceilometers". *Artikel Penelitian Advance in Meteorology*. Hindawi
- Martucci, dkk (2010). " A new procedure to perform an absolute calibration of ceilometers". *Artikel Penelitian*. Federal Office of Meteorology and Climatology, MeteoSwiss, Payerne, Switzerland:
- Mahmud Achmad. (2011). *Buku Ajar Hidrologi Teknik*. Makassar : Universitas Hasanudin
- Maynard Bill. (2010). "Calculation Of The Amount Of Sky Cover". *Artikel Aerodrome Meteorological Observation And Forecast Study Group (Amofsg) Eighth Meeting*. Melbourne. AMOFSG/8-IP No. 5 23/12/09
- NOAA. (1998). *Automate Surface Observing System (ASOS) User's Guide*. USA : National Oceanic and Atmospheric Administration
- Regariana, Cut Meurah. (2005). *Atmosfer (Cuaca dan Iklim)*. Jakarta : Phibeta Aneka Gama
- Stevens, Eric L. (1994). "Comparison of Sounding, Profiler, Radar and Ceilometer Data from Porto Santo Island during ASTEX". *Artikel. Atmospheric Science Paper No. 551*

Suros, Montserrat Costa. (2014). "Design, Implementation, and Characterisation of a Novel Lidar Ceilometer". *Tesis Tidak Diterbitkan*. Universitas Girona.

Susilo Prawirowardoyo. (1996). *Meteorologi*. Bandung: Penerbit ITB

Vande Hey, Joshua D, (2013). "Design, Implementation, and Characterisation of a Novel Lidar Ceilometer". *Tesis Tidak Diterbitkan*. Loughborough university

WMO (2010). *Measurement of Meteorological Variables*. Jenewa : World Meteorological Organization.