

# Penerapan *Internet of Things* Sebagai Strategi Optimalisasi Pengamatan Udara Atas Menggunakan *Ground Rasond Equipment*

## Application of Internet of Things as an Optimization Strategy of Aerial Observation Using Ground Rasond Equipment

Dyah Prihartini Djenal<sup>1\*</sup>, Fatkhurrohman<sup>2</sup>, Maulana Putra<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Jl. Angkasa I, No.2 Kemayoran Jakarta Pusat 10720 Jakarta Indonesia

dyah.djenal@bmet.go.id<sup>1\*</sup>, fatkhurrohman@bmet.go.id<sup>2</sup>, maulana.putra@bmet.go.id<sup>3</sup>

**Abstrak** – Pelayan informasi meteorologi mencakup di dalamnya adalah informasi berupa data meteorologi upper air (udara atas). Informasi data meteorologi upper air (udara atas) didapatkan menggunakan peralatan pengamatan udara atas konvensional berupa Pilot Balloon dan peralatan modern berupa Ground Gasond Equipment (GRE). Pengamatan menggunakan alat konvensional memiliki beberapa kekurangan dan permasalahan karena data yang didapatkan sebatas arah dan kecepatan angin dengan ketinggian yang kurang maksimal. Untuk mendapatkan data, hasil dari pengamatan masih memerlukan waktu lagi untuk perhitungan dan penyandian. Penerapan *Internet of Things* (IoT) diperlukan untuk memudahkan, mempercepat, dan mengatasi masalah yang dihadapi ketika menggunakan peralatan pengamatan konvensional. Penerapan IoT pada pengamatan udara atas diimplementasikan pada Ground Rasond Equipment (GRE). Peralatan GRE berbasis IoT telah diterapkan di 22 (dua puluh dua) lokasi diseluruh wilayah Indonesia. Implementasi IoT pada pengamatan udara atas ini perlu ditingkatkan untuk mendapatkan informasi data meteorologi udara atas yang teratur, lengkap, dan akurat.

**Kata Kunci** : BMKG, Ground Rasond Equipment, IoT, Pengamatan Udara Atas.

**Abstract** – The meteorological information attendant includes information on the upper water meteorological data (upper air). Upper Air meteorological data information (upper air) obtained using conventional top air observation equipment in the form of Pilot Balloon and modern equipment in the form of Ground Gasond Equipment (GRE). Observations using conventional tools have several shortcomings and problems because of the data obtained by the direction and the speed of the wind with a less maximum altitude. To get the observation result data takes more time for the calculation and coding. Adopt the *Internet of Things* (IoT) is necessary to ease, accelerate, and address the problems met when using conventional observation equipment. Implement IoT on aerial observations was implemented on Ground Rasond Equipment (GRE). IoT-based GRE equipment has been implemented in 22 (twenty two) locations throughout the territory of Indonesia. The IoT implementation of this top air observation needs to be improved to obtain information on the upper air meteorological data that is orderly, complete, and correct.

*Keywords: BMKG, Ground Based Equipment, IoT, Upper Air Observation.*

## 1. Pendahuluan

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) merupakan lembaga pemerintah non departemen yang ditugaskan untuk mengukur, mengamati, menganalisis dan menginformasikan semua fenomena alam seperti cuaca, iklim dan geofisika di seluruh wilayah Indonesia [1]. Tugas BMKG tersebut tercantum dalam Undang Undang Nomor 31 Tahun 2009 tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika [2]. Pengamatan udara atas sangat penting untuk prakiraan cuaca dalam skala global dan sangat efektif dalam pengukuran massa udara dan kelembaban secara simultan. Pengamatan *radiosonde* pada analisis memiliki variasi geografis yang besar. Di daerah yang minim dengan data, seperti Pusat Samudra Arktik, pengamatan *radiosonde* berkualitas tinggi secara substansial dapat meningkatkan analisis, sementara pengamatan satelit tidak mampu mengompensasi perbedaan jarak yang besar dalam jaringan *radiosounding*. Di daerah di mana jaringan cukup padat, kualitas bidang latar belakang lebih terkait dengan bagaimana pengamatan *radiosonde* digunakan dalam asimilasi dan kualitas pengamatan tersebut [3]. Berdasarkan kepentingan tersebut maka pengamatan udara atas dituntut teratur, lengkap, dan akurat. Tetapi peralatan pengamatan udara atas yang digunakan di stasiun meteorologi di Indonesia lebih banyak menggunakan peralatan konvensional yaitu *Pilot Balloon*. Pengamatan udara atas menggunakan *Pilot Balloon* tersebut rawan terjadi kesalahan pengamatan dalam melakukan pembacaan dan penyandian yang dilakukan secara manual oleh operator.

Hingga sekitar tahun 1980 sebagian besar radio frekuensi melibatkan perhitungan manual dan pengkodean laporan (WMO 2014), sehingga kesalahan manusia terjadi [4]. Perkembangan industri 4.0 memberikan solusi permasalahan diatas dengan penerapan IoT pada peralatan pengamatan udara atas. Penerapan IoT pada peralatan pengamatan udara atas diimplementasikan pada sistem GRE. Dengan menggunakan GRE operator dapat melakukan pengamatan udara atas dengan mudah dan terhindar dari kesalahan pembacaan dan perhitungan. Operator cukup melakukan *setting* diawal penerbangan dengan memasukkan parameter tekanan dan melakukan kalibrasi sensor temperatur dan kelembaban. Setelah menerbangkan balon kita hanya perlu menunggu serta memonitoring secara *real-time* pengamatan udara atas yang dilakukan oleh GRE.

Berdasarkan interkomparasi *radiosonde* WMO sejak 1984 telah menunjukkan bahwa perlu memiliki sejumlah lokasi untuk membandingkan *radiosonde* pada berbagai kondisi penerbangan [5]. Untuk itu sampai tahun 2019 BMKG memiliki 29 stasiun pengamatan *upper air* yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, 22 (dua puluh dua) stasiun aktif melakukan pengamatan *upper air* sebanyak 2 (dua) kali dalam satu hari pada jam 00.00 dan 12.00 UTC, Sedangkan 7 (tujuh) lokasi lainnya hanya melakukan pengamatan 1 (satu) kali dalam seminggu. Oleh karena itu diperlukan analisis kinerja GRE agar menjadi gambaran bagaimana seharusnya GRE beroperasi secara layak dan memenuhi standar pengamatan *upper air* menurut WMO. Hasil analisis ini diharapkan untuk menjadi acuan dalam memperbaiki kinerja GRE agar menjadi lebih baik dan dapat menghasilkan data secara teratur, lengkap dan akurat. Serta diharapkan adanya pengembangan penerapan peralatan GRE ini secara lebih luas dan menyeluruh di Indonesia sebagai penunjang kelengkapan data pengamatan udara atas yang dimiliki Indonesia.

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Pengamatan Udara Atas

Pengamatan Udara Atas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah pengamatan meteorologi yang dilakukan di atmosfer bebas secara langsung dengan pesawat terbang roket dan sebagainya atau secara tidak langsung dengan melepaskan alat kedalamnya. Kondisi cuaca pada permukaan bumi sangat dipengaruhi oleh kondisi atmosfer ratusan hingga puluhan ribu kilometer di atas permukaan bumi. Untuk mengetahui kondisi atmosfer pada lapisan tersebut maka dilakukan pengamatan udara atas. Pengamatan udara atas sangat penting untuk prakiraan cuaca dalam skala global dan sangat efektif dalam pengukuran massa udara dan kelembaban secara simultan. Berikut beberapa kepentingan data pengamatan udara atas:

- a. Pada *Boundary layer*, pengukuran *upper air* untuk *vertical wind shear* berperan penting dalam pengukuran polusi (pencemaran lingkungan);
- b. Sangat berguna untuk keselamatan penerbangan juga ekonomi;
- c. Pengukuran akurat dari *upper air* dan *vertical wind shier* sangat penting untuk peluncuran roket dan kendaraan ruang angkasa lainnya;
- d. Ketidakpastian pada *upper air* menjadi faktor pembatas dalam keakurasian artileri modern dan sangat penting untuk keselamatan dalam operasi militer;
- e. Upper air adalah salah satu variabel penting dari sistim pengamatan iklim secara global/dunia [6].

## 2.2. Internet of Things (IoT)

*Internet Of Tings* (IoT) merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, *remote control*, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. Contohnya bahan pangan, elektronik, koleksi, peralatan apa saja, termasuk benda hidup yang semuanya tersambung ke jaringan lokal dan global melalui sensor yang tertanam dan selalu aktif. ( Jansen:2013) [7].

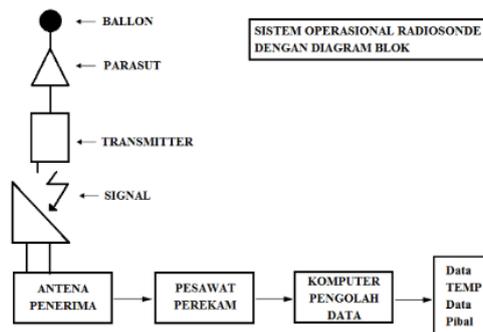
## 2.3. Teleprinter Exchange (Telex)

*Teleprinter Exchange* (Telex) adalah suatu jaringan teleprinter yang digunakan oleh umum secara internasional (*World Wide Public Teleprinter Network*) yang dioperasikan dengan mengacu pada *International Telegraph Alphabet Number 2* (ITA-2) dengan kecepatan transmisi 50 Baud.

## 2.4. Ground Rasond Equipment (GRE)

*Ground Rasond Equipment* (GRE) adalah alat untuk mengetahui karakteristik keadaan cuaca dari lapisan permukaan sampai lapisan tingkat atas (lapisan *ionosfer*) dengan mengukur tekanan udara, suhu dan kelembaban udara serta arah dan kecepatan angin dengan menggunakan sensor yang diletakkan pada *transmitter* yang dilepaskan ke udara bebas dengan menggunakan media balon. Selanjutnya data hasil pengukuran dipancarkan oleh *transmitter* dan diterima oleh *receiver* pada stasiun penerima. GRE terdiri atas:

- a. Balon berisi *helium* atau *hidrogen* yang berfungsi untuk mengangkat *radio sonde/transmitter* hingga pada ketinggian 100.000 kaki dengan berat awal balon 350 gram dan 600 gram;
- b. *Radio sonde/transmitter* yang digunakana dalah model iMS-100 terdiri atas sensor suhu, sensor kelembapan, baterai Lithium 3 Volt, Integrated PCB (GPS, MCU dan TX) dimana mencakup berat sebesar 38 gram dengan volume 262 m<sup>3</sup>. Data tekanan didapatkan dari GPS dengan memasukkan nilai tekanan pada permukaan ketika balon akan di luncurkan, sedangkan data arah dan kecepatan angin didapatkan dengan perhitungan trayektori pergerakan ballon;
- c. *Antenna system outdoor* untuk menerima data yang dilengkapi dengan pre amplifier yang didalamnya terdapat LNA (*Low Noise Amplifier*) dan *Preselector* untuk memfilter frekuensi yang mengganggu dari pemancar lain;
- d. *Antenna GPS Aktif (outdoor)* dan penguat sinyal GPS (*indoor*);
- e. *Receiver* dan *Data Processing Unit* (DPU) untuk menerima dan memproses data yang terdiri atas *receiver*, PC dan *Base Line Checker* (BLC) dengan *infrared* untuk komunikasi antara BLC dan *receiver*
- f. Power System yang terdiri dari *Power Bank*, *isolated UPS Sinewave* dan *Isolated Transformer*



Gambar 1. Blok Diagram Sistem GRE

### 3. Pembahasan

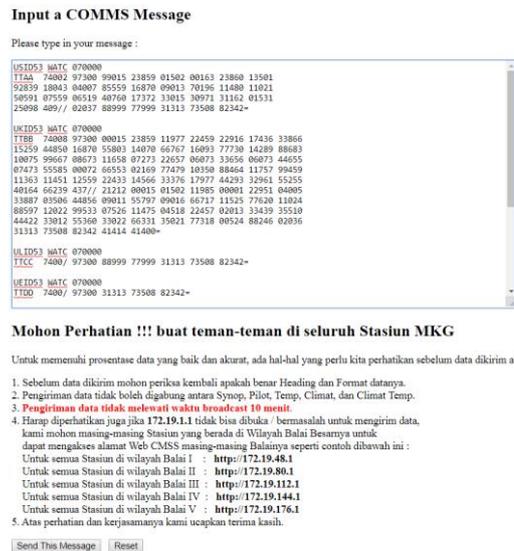
#### 3.1. Implementasi IoT Pada Pengamatan Udara Atas

Pengamatan Udara Atas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah pengamatan meteorologi yang dilakukan di atmosfer bebas secara langsung dengan pesawat terbang roket dan sebagainya atau secara tidak langsung dengan melepaskan alat kedalamnya [8]. Sebelum adanya penggunaan GRE, pengamatan udara atas dilakukan dengan menggunakan *Pilot Balloon* (Pibal). Pengamatan udara atas menggunakan Pibal memiliki banyak kekurangan seperti operator diharuskan melakukan banyak pekerjaan dalam satu waktu yaitu mengamati pergerakan balon menggunakan *Theodolite*, harus mencatat elevasi dan *azimuth* posisi balon tiap 1 (satu) menit, harus melakukan *plotting* dan perhitungan untuk mendapatkan arah dan kecepatan angin di suatu lapisan tertentu, harus melakukan penyandian dan pengiriman sandi Pibal dengan media Telex. Semua pekerjaan diatas dilakukan secara manual, dan data yang dihasilkan hanya sebatas arah dan kecepatan angin dengan ketinggian yang sangat terbatas.

Setelah penggunaan GRE untuk pengamatan udara atas, tugas-tugas operator seperti mengamati pergerakan balon, *setting* elevasi dan *azimuth* serta penyandian diperoleh secara otomatis. Data yang dihasilkan tidak sebatas arah dan kecepatan angin akan tetapi dihasilkan juga data tekanan udara, data suhu dan kelembaban udara, serta data arah dan kecepatan angin. Data yang dihasilkan lebih detail per lapisan udara dan diperoleh secara otomatis. Hal ini tidak diperoleh dari pengamatan udara atas menggunakan Pibal.

Penerapan IoT pada GRE sebagai optimisasi pengamatan udara atas diimplementasikan dalam bentuk;

1. Proses pengiriman data via CMSS (*Computerize Message Switching System*). Sistem Pengiriman Pesan Terkomputerisasi adalah aplikasi untuk komunikasi data atau pesan (*message*) berbasisan TCP/IP yang terpasang di BMKG Pusat, Cengkareng dan Lima Balai Besar BMKG. CMSS mulai dioperasikan di BMKG semenjak tahun 2000, dan baru tahun 2016 melalui *software Radio Sonde* dapat mengirimkan data pengamatan udara atas secara otomatis ke server BMKG Pusat melalui CMSS.

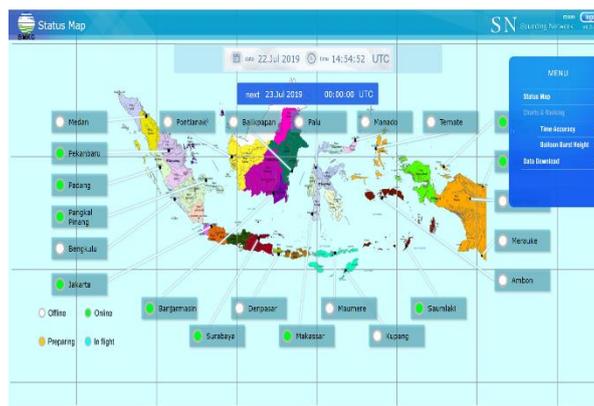


Gambar 2. Tampilan CMSS

2. Sistem *monitoring* berbasis *Web Sounding Network* (SN). Mulai tahun 2015 monitoring pengamatan udara atas menggunakan *Radio Sonde* dapat dilakukan melalui *Sounding Network* (SN), dimana melalui SN tersebut kita dapat mengetahui lokasi stasiun yang melakukan pengamatan udara atas menggunakan GRE. Status tiap stasiun pengamatan dapat dilihat berdasarkan warna indikator yaitu:

- a. Warna putih menandakan status *offline*;
- b. Warna kuning menandakan sedang dilakukan persiapan pengamatan;
- c. Warna biru menandakan pengamatan sedang berlangsung; dan
- d. Warna hijau menandakan status *online*.

Dalam SN juga terdapat menu *Time Accuracy* untuk melihat ketepatan waktu dan data yang diterima oleh *receiver*, Menu *Balloon Burst Height* menginformasikan level ketinggian pada saat balon pecah. Serta menu *Download* untuk mengunduh data. Informasi dari menu-menu tersebut dapat diperoleh sesuai dengan tanggal dan waktu yang dibutuhkan.



Gambar 3. Tampilan Website Sounding Network

3. Pada saat berlangsungnya proses pengamatan udara atas oleh *transmitter* yang diterbangkan dengan balon udara dapat dimonitoring melalui *Google Earth*. GRE terintegrasi dengan *Google Earth* sehingga ketika balon dilepaskan maka secara otomatis termonitoring melalui *Google Earth* dan apabila dalam lokasi yang berdekatan maka dapat memantau lokasi lain yang sedang melakukan pengamatan udara atas menggunakan GRE.



Gambar 4. Tampilan *Monitoring Transmitter* dengan *Google Earth*

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

Penerapan IoT pada Pengamatan Udara Atas menggunakan GRE memudahkan operator dalam proses pengiriman data, *monitoring* dan penyimpanan data karena semua data terekam dan tersimpan di *server* BMKG. Selain data, tersimpan juga didalamnya semua aktifitas GRE saat *offline*, *online*, persiapan, proses pengamatan yang sedang berlangsung secara *real-time* hingga balon meletus (*ballon burst*). Dengan data-data yang tersimpan dapat juga disimulasikan proses pengamatan *radio sonde* untuk dijadikan sebagai bahan pembelajaran dan analisa bagi *observer*. Dengan IoT dalam kegiatan GRE dapat meminimalisir kegagalan pertukaran dan *backup* data pengamatan udara atas. Dengan adanya data-data yang baik dan lengkap sangat efektif dalam pengukuran massa udara dan kelembaban secara simultan sehingga turut serta berkontribusi dalam prakiraan cuaca dalam skala global.

### 4.2. Saran

Meningkatkan operasional 7 (tujuh) lokasi GRE yang melakukan pengamatan 1 (satu) kali dalam seminggu menjadi 2 (dua) kali dalam satu hari, serta penambahan jumlah stasiun GRE mengingat kondisi geografis Indonesia yang luas dan berupa kepulauan sebagai upaya untuk meningkatkan kerapatan data.

## 5. Daftar Pustaka

- [1] A. Sasongko, "Perancangan Aplikasi Rekam Data Cuaca Hasil Pengamatan Observer Stasiun Meteorologi BMKG Berbasis Website (Studi Kasus Stasiun Meteorologi Supadio Pontianak)", *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 2, no. 2, 2014.
- [2] Pemerintah Indonesia. 2009. Undang-Undang No. 31 Tahun 2009 yang Mengatur Tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika. Lembaran RI Tahun 2009 No. 139. Jakarta : Sekretariat Negara.
- [3] Naakka, T, Nygård, T, Tjernström, M, Vihma, T, Pirazzini, R, Brooks, I. M, "The Impact of Radiosounding Observations on Numerical Weather Prediction Analyses in the Arctic", *Geophysical Research Letters*, Vol. 46 Issue 14, 2019.
- [4] Ingleby Bruce, "Progress toward High-Resolution, Real-Time Radiosonde Reports", *Bulletin of the America Meteorological Society*, 2016.
- [5] World Meteorological Organization, *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, WMO-No. 8., Geneva, 2014
- [6] Jansen. C, "Internet of Things (IoT)", *Technopedia*, 2013. [Online], Available: <https://www.technopedia.com>. [Accessed July. 28, 2019]

- 
- [7] Arkan. F, Nababan. D, “Radiosonde Transmitter Meisei iMS-100 Study as Observation on Air Meteorology Station Klas I Depati Amir Pangkalpinang”, Journal of Electrical Technology UMY (JET-UMY), Vol. 1, no. 2, 2017.
- [8] Setiawan Ebta. 2012. Kamus Besar Bahasa Indonesia Online (Versi 2.7). Jakarta: Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa.