

Otomatisasi Peralatan dan Pengolahan Data Observasi Pilot Balon di Stasiun Meteorologi Kuffar, Seram Bagian Timur

Wasfi Qordowi¹, Rini Sadiatmi²

¹Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, Seram Bagian Timur, Indonesia

²Politeknik Penerbangan Indonesia, Jl. Raya PLP Curug, Tangerang, Indonesia

E-mail: wasfi.qordowi@gmail.com

Abstrak

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika memberikan pelayanan informasi meteorologi berupa data pengamatan udara atas, *Pilot Balloon*. Pengamatan arah dan kecepatan angin lapisan atas *Pilot Balloon* masih bersifat konvensional dan memiliki beberapa kekurangan dan permasalahan seperti hasil dari pengukuran masih membutuhkan langkah dari perhitungan arah dan kecepatan angin hingga data di sandi untuk dikirim membuatnya kurang maksimal dalam hal efisiensi waktu. Penerapan otomatisasi diperlukan untuk merestrukturisasi peralihan dari konvensional ke otomatis dan meningkatkan keakuratan ketika menggunakan peralatan pengamatan konvensional tersebut. Diharapkan pengamatan *pilot balloon* ditingkatkan untuk mendapatkan informasi data arah dan kecepatan angin atas yang cepat, akurat, dan terdokumentasi dengan baik. Dalam tulisan ini difokuskan mendeskripsikan otomatisasi dalam sistem pengukuran dan pengolahan data pengamatan *Pilot Balloon* dengan sistem yang otomatis dan terdigitalisasi, sehingga proses pengamatan sampai pengiriman data bisa secara praktis dan akurat, memaksimalkan kemampuan pengamatan, dan data udara atas dapat dikirim tepat jam pengiriman. Sistem otomatisasi ini juga dapat mengurangi jumlah kesalahan, peningkatan keefektifan kerja, ketepatan waktu, serta turut mendukung keselamatan penerbangan pada bandara Kuffar, Seram Bagian Timur.

Kata Kunci: *Otomatisasi, Pilot Balloon, Efisiensi*

Pendahuluan

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) adalah lembaga pemerintah non-departemen yang ditugaskan untuk mengamati, mengukur, menganalisa dan memberi informasi cuaca, iklim dan geofisika di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (UU No.31 tahun 2009). Stasiun Meteorologi Kelas III Kuffar (Stamet Kuffar), Seram Bagian Timur merupakan sebuah unit pelaksana teknis dibawah BMKG yang bertugas dalam mengamati, mengelola dan diseminasi data cuaca (Meteorologi). Stamet Kuffar merupakan salah satu unit pelaksana teknis yang bertugas untuk melaksanakan observasi *Pilot balloon* dan termasuk dalam jaringan observasi *World Meteorological Organization* (WMO) yang dilakukan secara bersamaan di seluruh negara dan juga dilaporkan secara bersamaan dengan bentuk laporan dan penyandian yang sama (Wright, 1997). Dalam berbagai tahap modernisasi dari alat ukur dan pengolahan data serta pemberdayaan kemampuan sumber daya manusia (SDM) telah dilakukan Stamet Kuffar secara berkesinambungan dalam upaya meningkatkan pelayanan informasi Meteorologi penerbangan.

Pilot balloon adalah metode observasi untuk mendapatkan data arah dan kecepatan angin lapisan atas yang sangat berguna pada penerbangan. Penggunaan data udara atas dalam penerbangan dibuktikan dalam beberapa penelitian. Tenenbaum dkk (1996) meneliti pengaruh data udara atas dalam performa penerbangan, khususnya mengestimasi lama suatu penerbangan komersial. Hasilnya didapatkan peningkatan keefektifan 11-17 % pada penerbangan di Asia Barat Daya. Kemudian, Rukhovets dkk. (1998) Menganalisis pengaruh angin maksimum pada aliran jetstream, Didapatkan bahwa peningkatan kecepatan angin pada lapisan atas dapat menjadi pertimbangan dalam merencanakan suatu penerbangan. Lunnon dkk. (1997) Menganalisis optimasi rute dan bahan bakar pada penerbangan berdasarkan pertimbangan data udara atas. Pada Stamet Kuffar, Pengamatan Pibal untuk pembacaan skala azimuth dan elevasi pada *theodolite* masih dilakukan secara manual oleh pengamat. Hal ini sangat kurang efisien karena pengamat harus *multitasking* melakukan *tracking* balon dan membaca sehingga rentan terjadinya kesalahan skala baca baik azimuth maupun elevasi pada alat ukur *theodolite* sedangkan hasil pengamatan harus dituntut akurat. Hal ini dapat berakibat tidak efektifnya data yang didapatkan dalam observasi tersebut.

Pengamatan konvensional seperti pibal perlu dilakukan sentuhan otomatisasi dalam pengolahan datanya agar lebih cepat dan akurat. Pada dasarnya pengamatan pibal sebelum tahun 2000-an observasi dilakukan dengan sangat

Otomatisasi Peralatan dan Pengolahan Data Observasi Pilot Balon di Stasiun Meteorologi Kuffar, Seram Bagian Timur

Prosiding Seminar Nasional Vokasi Penerbangan (SNVP) Vol. 01, No. 01, Desember, 2023

konvensional menggunakan kertas dan papan *plotting* untuk membuat vektor azimuth dan elevasi. Penggunaan kertas dan *Board* untuk plot azimuth dan elevasi sebagai *tool* dalam observasi sangat kurang efektif karena menyita waktu yang cukup lama dalam pengimputan, sedangkan hasil observasi harus segera dikirim secara internasional dengan tepat waktu.

Berdasarkan permasalahan diatas maka dalam penelitian deskripsi dan studi pustaka ini diperlukan pengenalan sistem pembacaan theodolite yang otomatis dan pengolahan data yang terkomputerisasi sebagai pengganti pembacaan alat ukur dan pengolah data yang didapatkan secara konvensional sehingga proses observasi dapat dilakukan dengan efektif, pengolahan dan penyandian data bisa dilakukan secara tepat dan akurat, serta data udara atas pun dapat dikirim tepat waktu.

Studi Pustaka

1. Pengamatan Udara Atas

Pengamatan Udara Atas menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah observasi meteorologi yang dilakukan di ruang atmosfer bumi secara langsung atau secara tidak langsung dengan peralatan konvensional maupun digital. Cuaca di atmosfer pada permukaan bumi berada di lapisan troposfer yang setebal puluhan ribu kilometer dari permukaan bumi hingga lapis batasnya. Untuk mengetahui kondisi cuaca pada lapisan tersebut maka dilakukan observasi udara atas. Observasi udara atas sangat penting untuk model cuaca dalam skala global dan menjadi patokan dalam pengukuran massa udara secara berkelanjutan. Berikut beberapa kepentingan data pengamatan udara atas (KBBI, 2022) :

- Pada lapis batas atmosfer, pengukuran udara atas untuk pembelokan angin secara vertikal berperan penting dalam penerbangan dan pendugaan polusi udara;
- Mendukung secara penuh keselamatan transportasi udara
- keakurasian dari data udara atas menjadi hal yang sangat penting dalam membantu memprakiraan arah dan kecepatan angin dalam peluncuran roket dan kendaraan ruang angkasa lainnya;
- Udara atas adalah salah satu komponen penting dari iklim secara global.

2. Definisi Pengamatan *Pilot Balloon*

Dalam Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika (KBMG) No.44 Tahun 2006 yang dimaksud *Pilot Balloon* dan alat-alatnya (BMKG, 2006) :

- Observasi *Pilot Balloon* adalah metode observasi untuk mendapatkan arah dan kecepatan angin lapisan dari permukaan hingga ke lapisan atas dengan cara mengukur sudut elevasi dan azimuth dari alat yang bernama theodolite hasil dari mengikuti pergerakan balon.
- Theodolite* adalah alat optik yang digunakan untuk mengukur elevasi dan azimuth ketika melakukan pengamatan *pilot balloon*.
- Balon pengamatan dalam media berupa balon merah yang seberat 20 gram digunakan dalam pengamatan.
- Jam resmi observasi adalah waktu yang ditetapkan dan diperbolehkan untuk melakukan observasi udara atas.
- Gas hidrogen adalah elemen gas pengisi balon yang digunakan dalam pengamatan.
- Sandi PILOT adalah laporan dalam bentuk sandi yang memuat data arah dan kecepatan angin lapisan atas hasil pengamatan.

3. Perhitungan Matematika *Pilot Balloon*

Dalam mencari arah dan kecepatan angin pada tiap lapisan. Misal untuk lapisan 1000 ft, digunakan data pembacaan ke 2 dan ke 3. Begitu pula seterusnya, untuk mencari angin 2000 feet maka digunakan pembacaan ke 4 dan ke 5. Mencari nilai dn pada setiap pembacaan nilai dn dapat ditentukan dengan kalkulasi sebagai berikut (BMKG, 2006).

$$dn = [(2n - 1) \times 250 \cot (En)] / 202.67 \quad (1)$$

Dimana, n adalah pembacaan ke- n , dan En adalah Elevasi balon pada pembacaan ke- n . Kemudian, Mencari nilai Dy dan Dx dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Dy &= Y1 - Y2 = (d1 \cdot \cos(A1)) - (d2 \cdot \cos(A2)) \\ Dx &= X2 - X1 = (d1 \cdot \sin(A1)) - (d2 \cdot \sin(A2)) \end{aligned} \quad (2)$$

Dimana, A adalah Azimuth balon. Rumus untuk mencari kecepatan angin di tiap lapisan adalah sebagai berikut.

Otomatisasi Peralatan dan Pengolahan Data Observasi Pilot Balon di Stasiun Meteorologi Kuffar, Seram Bagian Timur

Prosiding Seminar Nasional Vokasi Penerbangan (SNVP) Vol. 01, No. 01, Desember, 2023

$$ff = \sqrt{Dx^2 + \sqrt{Dy^2}} \times 2knot \quad (3)$$

Untuk menentukan arah angin caranya sama seperti mencari kecepatan angin. Yaitu menggunakan 2 data untuk mencari arah angin tiap lapisan. Untuk mencari arah angin digunakan rumus berikut.

$$\alpha = \arctan \left| \frac{dy}{dx} \right| \quad (4)$$

Dengan syarat, jika X = (-) dan Y = (+), maka dd = 270 - α ; X = (+) dan Y = (+), maka dd = 90 - α ; X = (+) dan Y = (-), maka dd = 90 + α ; X = (-) dan Y = (-), maka dd = 270 - α .

4. Pelaporan dan penyandian *Pilot Balloon*

Terdapat 2 ketentuan penting dari banyaknya ketentuan dalam pembuatan sandi hasil pengamatan *pilot balloon* adalah sebagai berikut (BMKG, 2006) :

- Penyandian hasil observasi *pilot balloon* mulai dari bagian A dengan sandi PPAA sampai bagian D dengan sandi PPDD sesuai dengan ketentuan penyandian dalam peraturan.
- Apabila pengukuran observasi udara atas *pilot balloon* < 20.000 feet, semua data yang didapatkan harus dilaporkan. Sedangkan apabila pengukuran dengan ketinggian > 20.000 feet, maka data yang didapatkan dipilih berdasarkan arah dan kecepatan angin, serta sesuai aturan regional yang berlaku.

Pembahasan

1. Otomatisasi Alat Ukur *Theodolite*



Gambar 1. *Electronic Theodolite TEBAL 2*

Pada Gambar 1, Alat ukur *theodolite* TEBAL 2 berbasis elektronik pabrikan F. W. Breithaupt & Sohn GmbH & Co. Kassel dari Jerman. Theodolite ini mempunyai 2 seri yaitu GARAT dan TEBAL yang keduanya memiliki basis perekam elevasi dan azimuth otomatis setiap ketinggian lapisan pada pengamatan *pilot balloon* dengan interval waktu yang bisa disesuaikan dan terinput dalam *software* di PC/Laptop. Pada TEBAL seri 2 ini terdapat kompas untuk penyelarasan *true north*, 2 Kabel USB untuk hasil visual ke *software* dan pengisian baterai NiMh, Teleskop perbesaran 6 sampai 25x, filter lensa bidik, skala vernier untuk azimuth/elevasi dan visir bidik terbuka. Karena *theodolite* ini merupakan *theodolite* elektronik, maka dilengkapi alarm peringatan pembacaan azimuth dan elevasi setiap pembacaan sesuai ketinggian. Untuk baterai dari alat ini bertahan 12 jam pengoperasian dan 12 jam untuk isi daya ulang (Breithaupt Manual, 2021). Perangkat keras alat ukur *theodolite* sudah memiliki sensor perekam azimuth dan elevasi

Otomatisasi Peralatan dan Pengolahan Data Observasi Pilot Balon di Stasiun Meteorologi Kuffar, Seram Bagian Timur

Prosiding Seminar Nasional Vokasi Penerbangan (SNVP) Vol. 01, No. 01, Desember, 2023

berbasis perangkat lunak yang memungkinkan pengamat hanya *single tasking* yaitu mengikuti/tracking arah pergerakan *balloon* saja, tidak lagi *multi tasking* yang menuntut untuk *tracking* dan membaca skala azimuth dan elevasi secara manual yang rentan kesalahan baca dan factor paralaks. Hal ini turut meningkatkan keakuratan kualitas data pengamatan pibal.

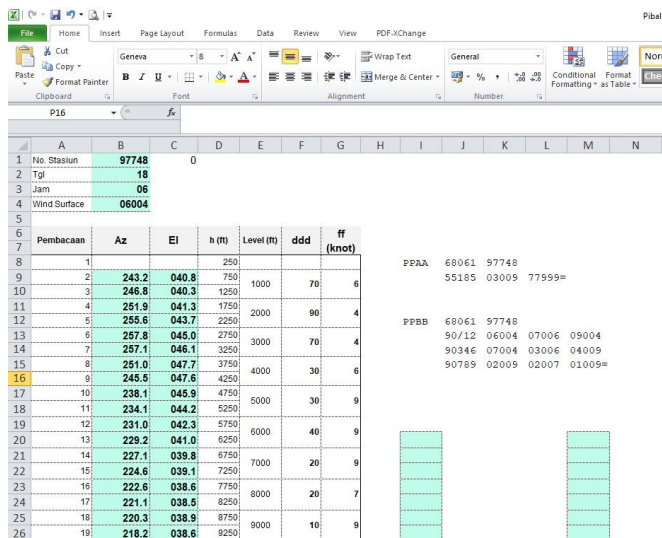
2. Perangkat Lunak Pengamatan Pilot Balloon

TEBAL CONTROL© adalah perangkat lunak yang melekat/bawaan dari *theodolite* yang berfungsi menterjemahkan pembacaan azimuth dan elevasi dari alat ukur ke dalam bentuk angka pada *interface* PC/laptop. Perangkat lunak ini dapat dioperasikan pada Windows OS. Dalam perangkat lunak ini mengandung tab informasi, seperti Nama Operator, Nama Pembantu Operator, Lokasi, No.Pengamatan dan Kondisi Cuaca pada saat pengamatan, sedangkan tab pengukuran seperti pengaturan interval waktu, jumlah pengukuran dan detik dimulainya pembacaan. Perangkat lunak ini merekam azimuth dan elevasi tiap ketinggian lapisan kemudian dikalkulasikan secara langsung arah dan kecepatan angin per lapisan ketinggian lengkap dengan pengaturan kecepatan naik balon ketinggian dalam meter (*Breithaupt Manual*, 2021).



Gambar 2. Perangkat Lunak TEBAL CONTROL©

Setelah melakukan pengamatan, dilakukan pembuatan laporan dan penyandian, serta pengiriman data. Untuk dokumentasi laporan sekaligus penyandian menggunakan dokumen *template* yang sudah dibuat pada Microsoft Excel. Dengan menyalin azimuth dan elevasi tiap pembacaan/lapisan dari file .csv yang dikonversi dari perangkat lunak TEBAL CONTROL© akan langsung keluar arah dan kecepatan angin per lapisan lengkap dengan sandinya.



Gambar 3. Dokumen Excel hasil pengamatan Udara Atas

Otomatisasi Peralatan dan Pengolahan Data Observasi Pilot Balon di Stasiun Meteorologi Kuffar, Seram Bagian Timur

Prosiding Seminar Nasional Vokasi Penerbangan (SNVP) Vol. 01, No. 01, Desember, 2023

Kesimpulan

Otomatisasi pengamatan *pilot ballon* di Stasiun Meteorologi Kuffar telah berhasil dilaksanakan, dapat menggantikan pengamatan yang dilakukan konvensional. Dengan otomatisasi ini ada beberapa pengaruh signifikan diantaranya:

1. Proses observasi *pilot ballon* dapat menghemat waktu. Karena dengan adanya otomatisasi, waktu yang semula digunakan untuk menulis azimuth dan elevasi dapat digunakan untuk mengikuti balon lebih tepat sasaran dan lebih akurat.
2. Peralihan dari *multi-tasking* ke *single-tasking* pada saat pengamatan *Pilot Balloon* akan berdampak dengan semakin banyaknya ketinggian observasi yang didapat.
3. Semakin banyak ketinggian pengamatan yang didapat akan menambah kualitas data yang dapat digunakan untuk model Meteorologi dan kajian terkait atmosfer bumi.
4. Otomatisasi observasi pilot balon ini dapat membuat data yang didapatkan menambah keakuratan.
5. Bias dalam data dapat dikurangi.
6. Keefektifan dan kepraktisan kerja dapat ditingkatkan
7. Data yang dikirim/dipertukarkan lebih tepat waktu secara internasional.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Pegawai Stamet Kuffar, khususnya Kepala Stamet Kuffar dan Rekan-rekan Operasional Stamet Kuffar yang telah memberi dukungan yang membantu pelaksanaan penulisan artikel.

Daftar Pustaka

- 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.
- Wright, J.M., Jr. (1997). Federal Meteorological Handbook No. 3: Rawinsonde and Pibal Observations; Office of the Federal Coordinator for Meteorology. National Oceanic and Atmospheric Administration : Washington, USA.
- BMKG. (2006). Peraturan Kepala Badan Meteorologi dan Geofisika (KBMG) Nomor: SK.44/ME.104/KB/BMG 2006 tentang Tata Cara Tetap Pelaksanaan Pengamatan, Penyandian dan Pelaporan Hasil Pengamatan Udara Atas. Jakarta : Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika.
- KBBI. (2022). Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). <https://kbbi.kemdikbud.go.id/>
- Breithaupt Manual*. (2021). Short instruction for use Pilot Balloon Theodolite TEBAL 2 No. 7222 Data Recording and Evaluation Software No. 1402630. Germany : F. W. Breithaupt & Sohn GmbH & Co. Kassel.
- Tenenbaum, J. (1991). Jet stream winds: Comparisons of analyses with independent aircraft data over southwest Asia. *Wea. Forecasting*, 6: 320–336.
- Rukhovets, L., Tenenbaum, J. & Geller, M. (1998). The impact of additional aircraft data on the Goddard Earth Observing System analyses. *Mon. Wea. Rev.*, 126: 2927–2941.
- Lunnon, R. W. & Patton, R. (1997). Optimum routings and optimum fuel loadings: Upper air wind considerations. In *Preprints of Seventh Conf. on Aviation Range and Aerospace Met.*, Long Beach, California, Am. Meteorol. Soc., 319–323.