

Candra Eka Setiawan¹
Muh Wildan²
Priyo Wibowo³

RANCANGAN KONSEP MANUAL OPERASI IMPLEMENTASI DRONE UNTUK GROUND INSPECTION GLIDEPATH DI AIRNAV INDONESIA

Abstrak

Keandalan ILS sangat bergantung pada proses inspeksi rutin yang dilakukan oleh tim teknis untuk mendeteksi adanya potensi gangguan atau kerusakan. Glidepath merupakan salah satu peralatan dalam sistem ILS. Saat ini ground inspection glidepath di AirNav Indonesia masih menggunakan PIR (*portable ILS receiver*). Seiring dengan perkembangan teknologi saat ini, diusunglah pelaksanaan *Ground Inspection* menggunakan UAV atau *drone*. Penggunaan teknologi drone dalam industri penerbangan telah membuka peluang baru dalam meningkatkan efisiensi dan akurasi berbagai proses, termasuk inspeksi peralatan navigasi. Penelitian dan perancangan manual operasi ini diharapkan dapat menjadi dasar implementasi teknologi drone dalam mendukung tugas AirNav Indonesia untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi inspeksi glidepath. Dengan implementasi yang tepat, penggunaan drone dapat mengurangi waktu inspeksi, menekan biaya operasional, dan meningkatkan keselamatan penerbangan di Indonesia.

Kata Kunci: Drone, Ground Inspection, Instrument Landing System (ILS), Glidepath, Airnav Indonesia, Manual Operasi.

Abstract

The reliability of ILS is highly dependent on the routine inspection process carried out by the technical team to detect potential interference or damage. Glidepath is one of the equipment in the ILS system. Currently, ground inspection glidepaths at AirNav Indonesia still use PIR (*portable ILS receiver*). Along with current technological developments, ground inspections using UAVs or drones have been promoted. The use of drone technology in the aviation industry has opened up new opportunities in improving the efficiency and accuracy of various processes, including inspection of navigation equipment. It is hoped that the research and design of this operations manual will be the basis for implementing drone technology to support AirNav Indonesia's task of increasing the efficiency and accuracy of glidepath inspections. With proper implementation, the use of drones can reduce inspection times, reduce operational costs, and improve aviation safety in Indonesia.

Keywords: Drone, Ground Inspection, Instrument Landing System (ILS), Glidepath, Airnav Indonesia, Manual Operation.

PENDAHULUAN

Transportasi udara merupakan bagian penting dalam sistem mobilitas nasional, mencakup pesawat, bandar udara, navigasi, dan keselamatan. Indonesia memiliki wilayah udara yang luas dengan ribuan rute penerbangan domestik dan internasional. Untuk menjamin keselamatan penerbangan, navigasi menjadi unsur utama, salah satunya melalui penggunaan Instrument Landing System (ILS) yang membantu pendaratan terutama saat cuaca buruk.

ILS terdiri dari tiga komponen utama yaitu Localizer, Glide Path, dan Marker Beacon. Dari ketiganya, pengukuran Glide Path merupakan yang paling menantang karena pancaran sinyalnya bersifat vertikal, sehingga sulit dilakukan secara manual melalui inspeksi darat. Selama ini, pengecekan dilakukan secara konvensional menggunakan alat PIR (*Portable ILS Receiver*), namun metode ini terbatas dari segi waktu, efisiensi, dan keselamatan kerja.

Dengan berkembangnya teknologi, drone mulai dipertimbangkan sebagai solusi untuk melakukan Ground Inspection terhadap peralatan ILS. Penggunaan drone dinilai lebih efisien,

^{1,2,3}Program Studi Teknik Navigasi Udara Politeknik Penerbangan Indonesia Curug
email: candra@gmail.com

fleksibel, dan akurat, serta mampu menjangkau titik-titik yang tidak bisa dijangkau dengan cara konvensional. Teknologi ini telah diadopsi oleh beberapa negara dan didukung oleh standar internasional dari ICAO. Namun, di Indonesia belum ada panduan resmi yang mengatur penggunaan drone untuk keperluan ini.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang konsep manual operasi penggunaan drone untuk ground inspection ILS, khususnya pada pengukuran Glide Path, agar pelaksanaannya lebih sistematis, aman, dan sesuai dengan regulasi penerbangan.

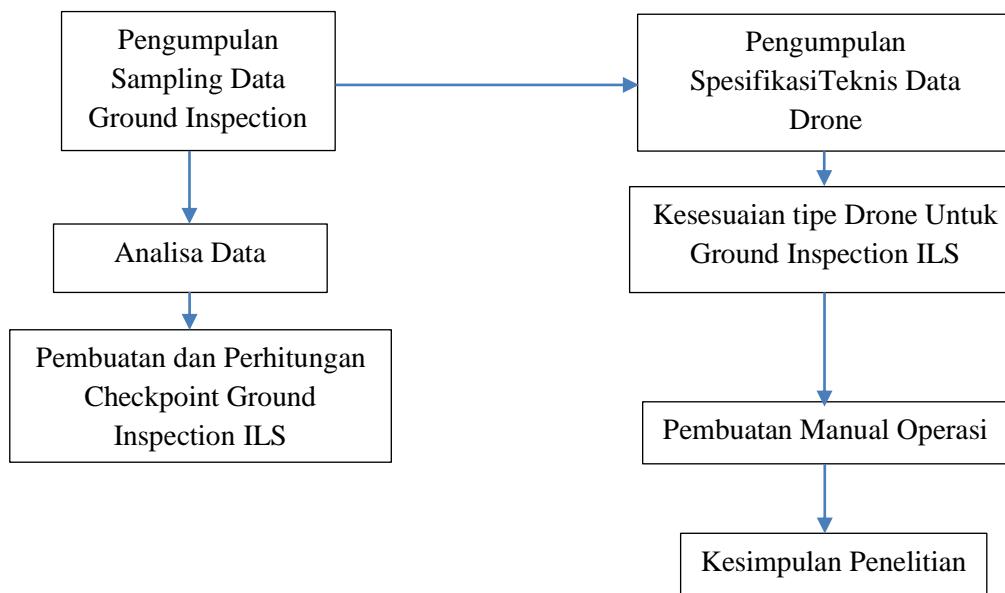
Ground inspection secara manual membutuhkan waktu lama dan tenaga kerja yang besar. Selain itu, sulitnya menjangkau posisi vertikal Glide Path membuat inspeksi menjadi kurang efisien. Kegiatan ini juga berpotensi mengganggu operasional penerbangan karena dilaksanakan di area aktif. Belum adanya regulasi resmi juga menjadi kendala dalam penerapan drone untuk ground inspection di Indonesia.

Penelitian ini dibatasi pada validitas pengukuran data Glide Path menggunakan drone, perhitungan posisi dan ketinggian drone saat inspeksi, serta penyusunan prosedur operasional standar (SOP) sebagai panduan pelaksanaan. Fokus penelitian adalah bagaimana menentukan titik inspeksi yang tepat dengan drone, apa spesifikasi teknis drone yang dibutuhkan, dan bagaimana merancang prosedur operasional yang sesuai dengan standar dan regulasi yang berlaku.

Penelitian ini bertujuan menetapkan titik-titik inspeksi yang akurat, menentukan kebutuhan teknis drone, serta menyusun manual operasi sebagai panduan penggunaan drone dalam ground inspection. Perancangan ini diharapkan dapat mempercepat adopsi teknologi drone oleh AirNav Indonesia, menyediakan panduan operasional standar, serta meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan inspeksi sistem navigasi penerbangan, khususnya Glide Path. Teknologi ini juga mendukung modernisasi layanan navigasi dan penghematan biaya operasional.

METODE

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif tidak melibatkan pengujian langsung, tetapi akan fokus pada pengumpulan informasi dari sumber-sumber tertulis, kemudian akan dianalisa untuk membuat suatu konsep manual operasi *ground inspection* glidepath menggunakan drone agar dapat menanggulangi kelemahan pengukuran menggunakan PIR.



Gambar 1. 1 *Flow Chart* penelitian penelitian perancangan konsep manual operasi ground inspection glidepath dengan drone

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan difokuskan pada AirNav Indonesia, yang bertanggung jawab atas pengelolaan navigasi udara di Indonesia, serta Kementerian Perhubungan sebagai otoritas yang mengeluarkan regulasi terkait penerbangan dan penggunaan drone..

B. Sumber Data

Data – data penelitian berasal dari:

1. literasi dari jurnal – jurnal ilmiah terkait penelitian perihal pengecekan fasilitas penerbangan;
2. Data kalibrasi dari balai kalibrasi;
3. Website Lasimi Online milik AirNav Indoensia;
4. Data teknis drone dari sumber tertulis.

C. Teknik Analisis Data

1. Menghitung data ground inspection glidepath untuk mengetahui sejauh mana persentase kesesuaian pelaksanaan dan laporan ground inspection yang dibandingkan dengan hasil kalibrasi dan limit data parameter pengukuran[20];
2. Membuat dan menghitung *checkpoint ground inspection* glidepath;
3. Menentukan tipe drone yang dipakai untuk melaksanakan ground inspection beserta sarana pendukungnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara menyeluruh hasil penelitian terkait perbandingan data antara pelaksanaan ground inspection secara konvensional dengan hasil kalibrasi peralatan glidepath pada sistem Instrument Landing System (ILS) yang digunakan di AirNav Indonesia. Fokus utama dari pembahasan ini adalah menganalisis tingkat kesesuaian hasil pengukuran menggunakan metode ground inspection yang saat ini dilaksanakan dengan alat Portable ILS Receiver (PIR), terhadap hasil kalibrasi penerbangan (flight calibration) yang dianggap sebagai acuan utama yang paling valid. Pengambilan data dilakukan dari 39 cabang AirNav Indonesia yang memiliki perangkat glidepath aktif. Parameter utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah Path DDM dan Path Width, dua variabel penting dalam sistem ILS untuk memastikan pesawat bisa mendarat secara presisi.

Dalam proses pembandingan data, satuan hasil kalibrasi yang semula berbentuk sudut (derajat) dikonversi ke satuan DDM (Difference in Depth of Modulation) agar bisa disejajarkan dengan data hasil ground inspection. Pengolahan dan konversi ini mengacu pada standar yang ditetapkan dalam Annex 10 ICAO. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari keseluruhan data yang diperoleh, hanya 41,03% data Path DDM yang masuk dalam batas toleransi, sementara 58,97% berada di luar toleransi. Untuk parameter Path Width, persentase data yang berada dalam batas toleransi lebih kecil lagi, hanya 33,33%, dan sebanyak 66,67% berada di luar ambang batas standar. Data ini menunjukkan bahwa secara umum ground inspection konvensional dengan PIR masih menghadapi tantangan besar dalam hal akurasi pengukuran.

Beberapa faktor penyebab tingginya angka deviasi dalam pengukuran diidentifikasi. Salah satunya adalah perbedaan titik dan ketinggian pengukuran antara satu cabang dengan cabang lainnya. PIR sebagai alat bantu pengukuran di darat memiliki keterbatasan dalam menjangkau sudut vertikal dari sinyal glidepath secara presisi. Akibatnya, teknisi lapangan sering kesulitan untuk menempatkan alat pada posisi yang ideal. Faktor lain adalah minimnya standar operasional yang seragam dalam pengambilan data serta kondisi medan yang berbeda di setiap bandara yang dapat memengaruhi pancaran sinyal. Semua kondisi ini menyebabkan variasi pengukuran yang cukup tinggi dan menghasilkan laporan yang tidak konsisten antar lokasi.

Menanggapi permasalahan tersebut, penulis menawarkan solusi berupa implementasi teknologi **drone** atau Unmanned Aerial Vehicle (UAV) sebagai alat bantu

pengganti metode konvensional. Penggunaan drone dinilai sangat potensial karena memiliki kemampuan manuver baik secara vertikal maupun horizontal, memungkinkan drone untuk menjangkau titik puncak sinyal glidepath secara tepat. Selain itu, drone dapat dikendalikan dengan pengaturan presisi tinggi menggunakan sistem navigasi seperti GNSS RTK (Global Navigation Satellite System - Real Time Kinematic) yang mampu menentukan posisi dan ketinggian drone secara akurat dalam waktu nyata (real-time). Hasil pengukuran pun dapat langsung ditampilkan di perangkat seperti laptop atau tablet yang terhubung dengan sistem drone.

Untuk dapat menentukan titik pengukuran (checkpoint) yang tepat dalam pelaksanaan ground inspection dengan drone, pendekatan trigonometri digunakan. Pendekatan ini membantu dalam menentukan jarak horizontal dan ketinggian vertikal drone dari antena glidepath agar sesuai dengan zona sinyal optimal. Hal ini penting karena keberhasilan inspeksi bergantung pada posisi drone terhadap sumber puncak sinyal. Setelah perhitungan checkpoint dilakukan, penulis juga mengevaluasi jenis drone yang paling cocok untuk digunakan. Drone multicopter menjadi pilihan karena mampu hover (diam di tempat) dengan stabil, tidak membutuhkan landasan pacu, dan mudah dikendalikan di area sempit seperti lingkungan bandara.

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah perancangan konsep **manual operasi** untuk implementasi drone dalam ground inspection glidepath. Manual ini mencakup prosedur pelaksanaan, penentuan spesifikasi alat, tata cara pengumpulan dan pengolahan data, hingga pembagian tanggung jawab antar personel. Penyusunan manual ini juga mempertimbangkan aspek keselamatan, regulasi dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, serta referensi dari ICAO DOC 8071 tentang pengujian alat bantu navigasi. Dengan adanya pedoman operasional ini, implementasi teknologi drone dapat berjalan sesuai dengan standar keselamatan penerbangan yang berlaku, dan mengurangi resistensi terhadap adopsi teknologi baru di lingkungan teknis AirNav Indonesia.

Dari keseluruhan pembahasan dalam hasil penelitian ini, terlihat bahwa penggunaan drone memiliki potensi besar untuk mengatasi berbagai tantangan dalam pelaksanaan ground inspection konvensional. Penggunaan teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada metode manual yang kurang fleksibel, serta mendukung kebijakan transformasi digital dalam sektor transportasi udara. Diharapkan dengan penerapan konsep ini secara menyeluruh, kualitas layanan navigasi penerbangan di Indonesia dapat terus ditingkatkan sesuai dengan tuntutan keselamatan dan efisiensi penerbangan global.

SIMPULAN

Dalam penelitian ini dapat peneliti simpulkan bahwa pelaksanaan ground inspection glidepath yang selama ini menggunakan metode konvensional dengan alat PIR masih memiliki banyak keterbatasan, khususnya dalam hal akurasi, efisiensi waktu, dan konsistensi data. Dari hasil analisis terhadap 39 cabang AirNav Indonesia, ditemukan bahwa sebagian besar data hasil ground inspection tidak sesuai dengan standar parameter hasil kalibrasi, baik untuk nilai Path DDM maupun Path Width. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang ada saat ini belum mampu memberikan hasil yang optimal untuk menjamin keselamatan penerbangan.

Sebagai solusi, penelitian ini membuktikan bahwa penggunaan teknologi drone dapat menjadi alternatif yang lebih efektif untuk pelaksanaan ground inspection glidepath. Drone memiliki keunggulan dalam hal manuver, kemampuan menjangkau titik vertikal secara akurat, dan kemudahan dalam pengolahan data secara real-time. Dengan pendekatan trigonometri, drone dapat ditempatkan pada posisi ideal untuk mendeteksi sinyal glidepath sesuai dengan standar.

Selain itu, perancangan manual operasi pelaksanaan ground inspection dengan drone menjadi bagian penting dalam penelitian ini. Manual ini dirancang untuk menjadi pedoman pelaksanaan inspeksi berbasis teknologi yang lebih sistematis, aman, dan sesuai regulasi.

Dengan implementasi manual tersebut, AirNav Indonesia diharapkan dapat mengadopsi metode baru ini secara luas, sehingga kualitas layanan navigasi penerbangan dapat meningkat dan risiko keselamatan dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- P. RI, “Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Penerbangan,” *Peratur. Pemerintah Republik Indones.*, no. 086085, pp. 1–110, 2021, [Online]. Available: https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176355/PP_Nomor_32_Tahun_2021.pdf
- H. Purba, “240385-Mewujudkan-Keselamatan-Penerbangan-Denga-5062De36,” vol. 12, pp. 95–110, 2017.
- L. Simamora, L. O. Husen, and Z. Zainuddin, “Efektivitas Pengawasan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Makassar,” *J. Lex Gen.*, vol. 2, no. 9, pp. 2574–2589, 2021, [Online]. Available: <https://mail.pasca-umi.ac.id/index.php/jlg/article/view/683>
- F. Fatonah, “Metode Pengukuran Peralatan Localizer di Bandar Udara (Studi Kasus Bandar Udara Sam Ratulangi-Manado),” *War. Ardhia*, vol. 40, no. 3, pp. 173–188, 2014, doi: 10.25104/wa.v40i3.130.173-188.
- P. Dewanata, “Study Banding Komunikasi Alat Bantu Pendaratan Instrument Landing System Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali,” *Artik. Ilm. Has. Penelit. Mhs. Tahun 2014*, p. 12, 2014.
- D. J. P. UDARA, “Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Skep/83/Vi/2005 Tentang Prosedur Pengujian Di Darat (Ground Inspection) Peralatan Fasilitas Elektronika Dan Listrik Penerbangan,” p. 41, 2005.
- M. S. Ummah, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析 Title,” *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.resciurbeco.2008.06.05%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM PEMBETUNGAN TERPUSAT STRATEGI MELESTARI
- A.S. Prabowo, T. Warsito, and T.I. Suharto, “Studi Kelayakan Teknis : Ils Flight Inspection Menggunakan Pesawat Tanpa Awak,” *J. Penelit.* 5, vol. 2, no. 2, pp. 48–57, 2020.
- M. A. Sulaiman, M. Faisal, Y. Dewantara, and M. Wildan, “Penerima Sinyal VOR dan ILS untuk Alat Bantu Pengecekan di Darat VOR and ILS Signal Receivers for Ground Inspection Aids,” vol. 10, no. 3, pp. 228–240.
- J. MERKISZ, M. GALANT, and M. BIEDA, “Analysis of Operating Instrument Landing System Accuracy Under Simulated Conditions,” *Sci. J. Silesian Univ. Technol. Ser. Transp.*, vol. 94, no. March 2017, pp. 163–173, 2017, doi: 10.20858/sjsutst.2017.94.15.
- C. R. Sundawi *et al.*, “Rancangan Prototipe Localizer Ils Receiver Menggunakan Sdr Dan Gnuradio Sebagai Alat Bantu Ground Check Untuk Media Pembelajaran Di Politeknik Penerbangan Surabaya,” *jprogr. Stud. D3 Tek. Navig. Udar.*, p. 6, 2021.
- E. Bahar, “Drone 1.,” *Penumbuhan, Progr. Unggulan, Ind. Teknol. Berbas.*, pp. 1–19, 2016.
- I. Suroso, “Analisis Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dan Longsor Dengan Drone Type Multicopter Di Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo,” *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 5, no. 1, pp. 34–43, 2018.
- I. Suroso, “Analisis Peran Unmanned Aerial Vehicle Jenis Multicopter Dalam Meningkatkan Kualitas Dunia Fotografi Udara Di Lokasi Jalur Selatan Menuju Calon Bandara Baru Di Kulonprogo,” *REKAM J. Fotogr. Telev. dan Animasi*, vol. 14, no. 1, p. 17, 2018, doi: 10.24821/rekam.v14i1.2134.
- E. P. Esahstiansyah, “Penggunaan Drone Sebagai Pesawat Udara Menurut Hukum Internasional Dan Hukum Nasional,” *UNJA J. Leg. Stud.*, vol. 01, no. 01, pp. 1–27, 2023, [Online]. Available: <https://mail.online-journal.unja.ac.id/jols/article/view/23924%0Ahttps://mail.online-journal.unja.ac.id/jols/article/download/23924/15346>
- “Penggunaan Frekuensi Untuk Drone ? Ini Ketentuannya,” pp. 3–7, 2024.

- D. W. Santoso, K. Hariyanto, and D. Hartini, “Pengenalan Pemanfaatan Drone untuk Penyemprotan pada Kegiatan Pertanian di Kulonprogo,” *J. Perad. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–4, 2023, doi: 10.55182/jpm.v3i1.220.
- H. Demule, T. Klaus, and A. Vagel, “Using UAV multicopters as a complement of ILS/VOR ground and flight measurements: our feedback and experience after more than four years of successful operations,” 2022.
- I. Hayati and Sm. N. Falaah, “Perbandingan Trigonometri,” *Matematika*, pp. 95–122, 2019.
- E. Prastiwi, R. A. Fatmawati, and M. A. Nurcahyo, “Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Materi Pecahan Kelas V Sdn 06 Sanggau,” *J. Pendidik. DASAR PERKHASA J. Penelit. Pendidik. Dasar*, vol. 8, no. 1, pp. 71–78, 2022, doi: 10.31932/jpdp.v8i1.1560.
- International Civil Aviation Organization, *Doc 8071 Manual on Testing of Radio Navigation Aids, Volume I: Testing of Ground-based Radio Navigation Systems*, vol. I. 2018. [Online]. Available: portal.icao.int
- ICAO, *Aeronautical Telecommunications Annex 10*, vol. I, no. 7th edition. 2018.
- R. Hidayat and R. Mardiyanto, “Pengembangan Sistem Navigasi Otomatis Pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan GPS(Global Positioning System) Waypoint,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16342.
- B. Tanjung, I. Citarum, and J. Barat, “Airborne Drone ILS / VOR ANALYZER About Our Company,” vol. 8374, no. 3.
- C. Wilkens and A. Ag, “Unmanned Aircraft System for Flight Inspection”.
- K. Navigasi, “Real-Time Kinematic Global Navigation Sattelite System Real Time carrier carrier rover rover Ilustrasi Konsep RTK delay base rover receiver Rovers rover baseline base base base,” pp. 2–5, 2025.