

ANALISA POWER PANCARAN DAN LEBAR PANCARAN MENGUNAKAN MATLAB DAN APLIKASI KONVERSI BESARAN UNTUK KALIBRASI ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM)

Moch Rifai¹, Meita Maharani Sukma², I Gede Nara Bayu Kusuma³

^{1,2,3}Program Studi D3 Teknik Navigasi Udara, Politeknik Penerbangan Surabaya
Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: m.rifai@poltekbangsby.ac.id

Abstract. *Instrument Landing System (ILS) as air navigation equipment, serves as a tool in making landings so that they are right on the runway. The International Civil Aviation Organization (ICAO) requires testing or calibration of ILS equipment to ensure the equipment works properly according to the parameters set by ICAO. The method of this research is to make a conversion application of the parameters to be calibrated in order to facilitate the process of setting equipment at the shelter according to the parameter readings on the plane, then using calibration parameter data as material for comparative analysis between the Different Depth of Modulation (DDM) localizer with strong currents at instrument A, localizer beam width Course Width (CW) with localizer transmit power, DDM glide path with glide path slope angle, and glide path beam width with glide path transmit power. From the analysis using Mathlab, it is found that the localizer DDM value with A and the glide path DDM with the glide path slope angle is directly proportional while the graphic value between the beam width and the localizer transmit power and the glide path is inversely proportional..*

Keywords: Calibration, ILS, power, width, DDM, angle

Abstrak. *Instrument Landing System (ILS) sebagai peralatan navigasi udara, berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan pendaratan agar tepat di landasan. International Civil Aviation Organization (ICAO) mensyaratkan adanya pengujian atau kalibrasi terhadap peralatan ILS untuk memastikan peralatan bekerja dengan baik sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan oleh ICAO. Metode penelitian ini yaitu dengan membuat aplikasi konversi besaran parameter yang akan dikalibrasi guna memudahkan proses setting peralatan di shelter sesuai pembacaan parameter di pesawat, kemudian menggunakan data- data parameter kalibrasi sebagai bahan analisa perbandingan antara Different Depth of Modulation (DDM) localizer dengan kuat arus pada instrument μ A, lebar pancaran localizer Course Width (CW) dengan daya pancar localizer, DDM glide path dengan sudut kemiringan glide path, dan lebar pancaran glide path dengan daya pancar glide pat. Dari hasil analisa menggunakan Mathlab didapatkan hasil bahwa nilai DDM localizer dengan μ A dan DDM glide path dengan sudut kemiringan glide path berbanding lurus sedangkan nilai grafik antara lebar pancaran dan daya pancar localizer dan glide path berbanding terbalik.*

Kata kunci : Kalibrasi, ILS, daya pancar, lebar pancaran, DDM, sudut kemiringan

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki bandara terbanyak di dunia. Dampak kehadiran bandara sangat dirasakan manfaatnya bagi masyarakat karena dapat berpindah dari satu pulau ke pulau lainnya hanya dalam hitungan jam. Di setiap bandara terdapat berbagai fasilitas penunjang penerbangan seperti fasilitas komunikasi, fasilitas navigasi dan fasilitas pengawasan (*surveillance*) (X & Kelvey, 2006). Untuk mendapatkan hasil kerja peralatan yang optimal, diperlukan adanya berbagai pengecekan peralatan dalam jangka waktu tertentu baik harian, mingguan, bulanan, atau tahunan yang ditujukan agar terciptanya keselamatan dalam dunia penerbangan sehingga dapat mengurangi angka kecelakaan pada transportasi udara (Agustini, 2014).

Dalam menunjang keselamatan penerbangan, diperlukan fasilitas peralatan yang mampu memberikan informasi, tuntunan dan rambu-rambu sehingga pesawat terbang selamat sejak berangkat

sampai dengan melakukan pendaratan. Agar resiko kegagalan pendaratan dapat diperkecil, diperlukan peralatan yang dapat memandu pesawat terbang melakukan pendaratan dengan benar dan selamat (Supriyadi, 2012).

Instrument Landing Sistem (ILS) sebagai peralatan navigasi udara, berfungsi sebagai alat bantu dalam melakukan pendaratan agar tepat di landasan. ICAO mensyaratkan adanya pengujian atau kalibrasi terhadap peralatan ILS, kalibrasi peralatan ILS dilakukan atas kerjasama Laboratorium Udara dan teknisi yang menangani peralatan ILS, dengan kesepakatan teknis yang baku pada program-program pengujian yang akan dilaksanakan (Indonesia, 2009). Tujuan adanya kalibrasi adalah untuk memastikan peralatan bekerja dengan baik sesuai dengan parameter yang telah ditetapkan oleh ICAO. Pada saat melakukan proses kalibrasi terdapat 3 indikator yang diukur yaitu modulasi, $DDM/angle$, dan lebar pancaran/*course width*. (Samsudin, 2010). Tidak jarang setiap melakukan kalibrasi pada ILS mengalami kendala, salah satunya adalah adanya perbedaan besaran nilai pada monitor pesawat kalibrasi maupun monitor di *shelter ILS (Localizer dan Glide Path)* yang menyebabkan teknisi di ground mengalami kebingungan dalam memasukkan nilai parameter pada monitor di shelter karena tidak adanya satuan yang baku sehingga proses kalibrasi memakan waktu yang lama. Untuk kalibrasi indikator width dan DDM terdapat aspek-aspek yang perlu diperhatikan, yaitu adanya hubungan antara power dengan lebar pancaran dan hubungan antara DDM dan angl dengan aplikasi konversi parameter untuk kalibrasi ILS localizer dan glide path.

2. Metode

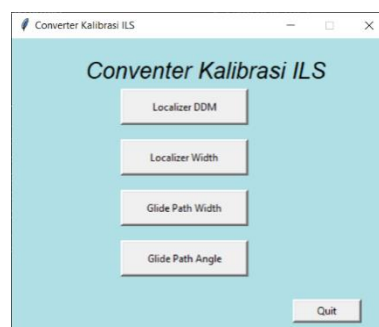
. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini ialah data hasil *Groundcheck* bulanan peralatan *Localizer*, data perubahan SBO RF Volt *Level Scale* pada saat melakukan *Flight Inspection*, dan data perubahan *Power Transmitter SBO* pada saat melakukan *Flight Inspection*. Proses pengumpulan data grafik dilakukan dengan simulasi menggunakan matlab untuk mengetahui hubungan antara *power* dengan lebar pancaran dan DDM dengan *angle* pada *localizer* dan *glide path*. Instrument penelitian yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah aplikasi konversi parameter kalibrasi dan Matlab sebagai software untuk pembuatan grafik.

3. Hasil dan Pembahasan

Perbedaan besaran nilai pada monitor pesawat kalibrasi maupun monitor di *shelter ILS (Localizer dan Glide Path)* menyebabkan teknisi di shelter/ ground mengalami kesulitan dalam memasukkan nilai parameter pada perangkat di shelter karena tidak adanya satuan yang baku sehingga proses kalibrasi memakan waktu yang lama. Oleh karena itu diperlukan aplikasi sederhana untuk melakukan konversi yang memudahkan teknisi melakukan kalibrasi peralatan di shelter.

3.1. Langkah-langkah Konversi

1. Masuk ke aplikasi konversi parameter kalibrasi ILS

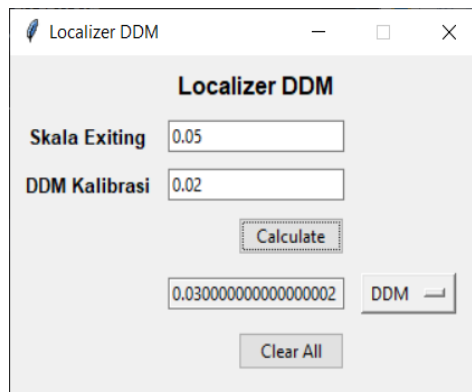


Gambar 1. Tampilan aplikasi konversi parameter kalibrasi ILS

2. Pilih parameter yang ingin dikalibrasi.

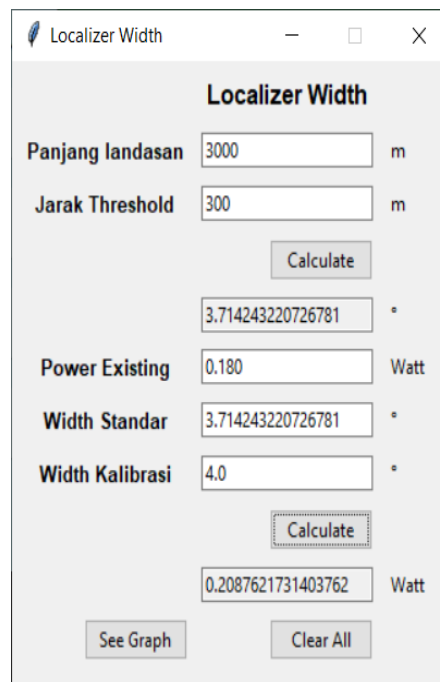
3. Untuk mendapatkan *center runway*, maka pada parameter localizer DDM masukkan skala *existing* untuk skala awal. Masukkan DDM kalibrasi yang didapatkan dari petugas kalibrasi ke kolom DDM kalibrasi. Klik calculate untuk mendapatkan skala DDM yang baru. Nilai DDM baru akan diinputkan

sebagai nilai terkalibrasi untuk mendapatkan posisi *center runway* yang diharapkan.



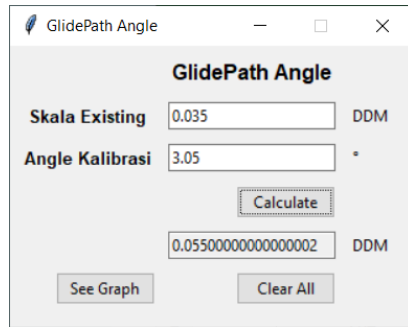
Gambar 2. Tampilan indikator localizer DDM

4. Untuk mendapatkan nilai lebar pancaran *localizer* sebesar 107m pada ujung *runway*, perlu dimasukkan nilai panjang *runway* dan panjang *threshold* untuk mengetahui *width standar* pada *localizer*. Masukkan skala *existing* untuk skala awal. Masukkan *width* kalibrasi yang didapatkan dari petugas kalibrasi ke kolom *width* kalibrasi. Klik *calculate* untuk mendapatkan skala *width localizer* yang baru. Nilai ini akan dimasukkan sebagai nilai *setting* untuk mendapatkan *width localizer* terkalibrasi.



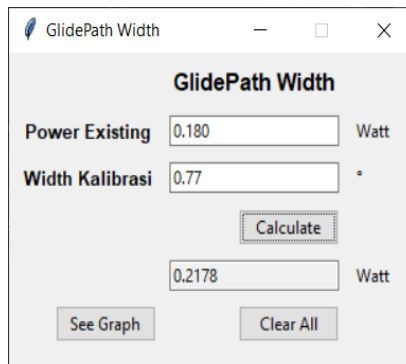
Gambar 3. Tampilan indikator localizer width

5. Untuk mendapatkan nilai sudut pendaratan yang tepat / *Glidepath Angle*, maka pada parameter *localizer* DDM masukkan skala *existing* untuk skala awal. Masukkan DDM kalibrasi yang didapatkan dari petugas kalibrasi ke kolom DDM kalibrasi. Klik *calculate* untuk mendapatkan skala DDM yang baru. Nilai DDM baru akan diinputkan sebagai nilai terkalibrasi untuk sudut pendaratan yang diharapkan.



Gambar 4. Tampilan indikator glide path angle

6. Pada parameter *glide path width* masukkan skala existing untuk skala awal. Masukkan width kalibrasi yang didapatkan dari petugas kalibrasi. Klik calculate untuk mendapatkan *width glide path* yang baru.



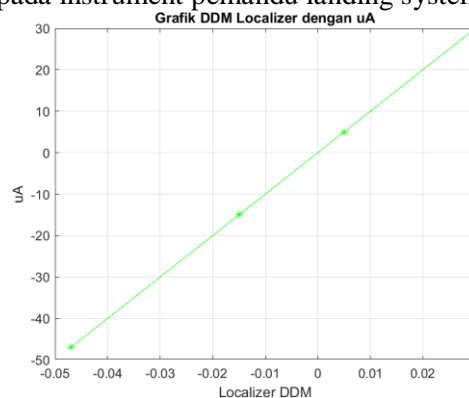
Gambar 5. Tampilan indikator glide path width

3.2. Hubungan Antara Power Pancaran Dengan Lebar Pancaran

Hubungan antara power pancaran dengan lebar pancaran dapat diamati dengan grafik perbandingan pada setiap parameter. Data dalam simulasi ini didapatkan dari data kalibrasi pada bandara I Gusti Ngurah Rai pada kalibrasi tanggal 27 April 2019.

1. Grafik perbandingan antara DDM localizer dengan μA .

Grafik ini menunjukkan besar perbedaan kedalaman modulasi pada sinyal termodulasi 90 Hz dan sinyal termodulasi 150 Hz yang dipancarkan oleh *localizer* pada setiap antenna. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin besar perbedaan kedalaman modulasi kedua sinyal tersebut menyebabkan semakin besar arus deflect pada instrument pemandu landing system di pesawat.



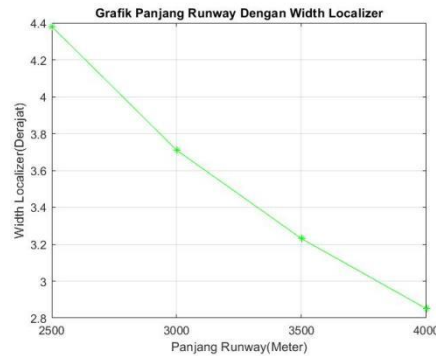
Gambar 6. Grafik Localizer DDM dengan μA

Tabel 1. Hasil nilai DDM localizer dengan nilai μA

DDM	μA
0,03	30
0,005	5
-0,015	-15
-0,047	-47

Dari gambar 6 dan table 1 didapatkan hubungan yang linear antara DDM dengan μA . Kondisi ideal membutuhkan DDM 15,5% untuk mendapatkan arus deflect maksimal 150 μA .

2. Grafik perbandingan antara *width localizer* dengan panjang runway



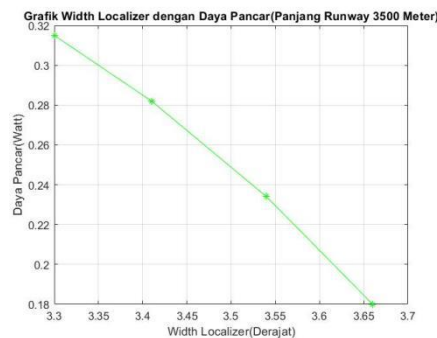
Gambar 7. Grafik panjang runway dengan width localizer

Tabel 2. Hasil nilai panjang runway dan nilai width localizer

Panjang Runway (Meter)	Width (°)
2500	4,38
3000	3,71
3500	3,23
4000	2,85

Dari grafik gambar 7 dapat disimpulkan bahwa semakin panjang runway suatu bandara maka sudut *course width* yang diperbolehkan semakin sempit. Untuk mendapatkan 107m range pancaran dari *center runway* atau 15,5% DDM maksimal maka CW akan bergantung kepada panjang runway

3. Grafik perbandingan antara width localizer dengan daya pancar



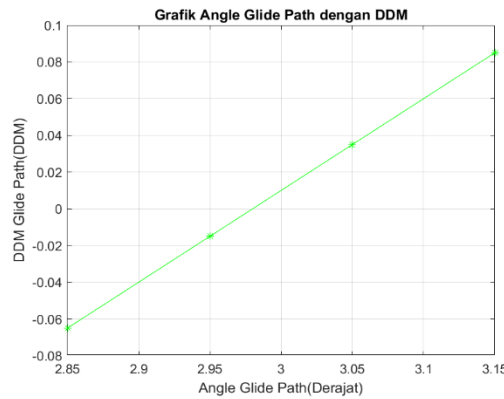
Gambar 8. Grafik width localizer dengan daya pancar

Tabel 3. Hasil nilai width localizer dan daya pancar

Width(°)	Daya Pancar(Watt)
3,66	0,180
3,54	0,234
3,41	0,282
3,3	0,315

Pada gambar 8 terlihat hubungan antara daya pancar SBO dengan CW. Dari tabel terlihat bahwa daya pancar SBO berbanding terbalik dengan CW, artinya semakin besar daya pancar SBO maka *course width* akan semakin sempit.

4. Grafik perbandingan antara *angle glide path* dengan *DDM glide path*.



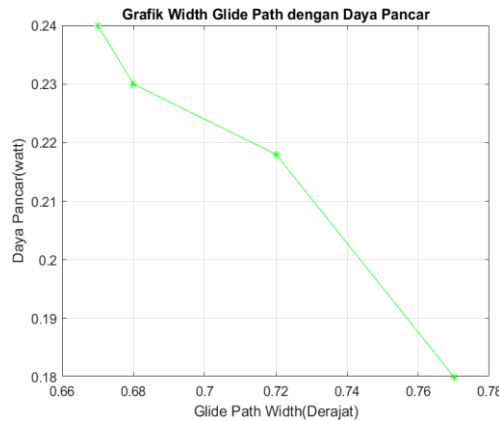
Gambar 9. Grafik angle glide path dengan DDM glide path

Tabel 4. Hasil nilai angle glide path dengan DDM glide path

Angle (°)	DDM
2,85	-0,065
2,95	-0,015
3,05	0,035
3,15	0,085

Pada gambar 9 terlihat *angle glide path* berbanding lurus dengan *DDM glide path*. Secara prinsip kerja *glide slope* sama dengan *localizer* karena informasi sudut pendaratan pada instrument pesawat diperoleh dari perbedaan kedalaman modulasi sinyal 90 Hz dan sinyal 150 Hz.

5. Grafik perbandingan antara width glide path dengan daya pancar.



Gambar 10. Grafik width glide path dengan daya pancar

Table 5. Hasil nilai width glide path dan nilai daya pancar

Width (°)	Daya Pancar (Watt)
0,77	0,180
0,72	0,218
0,68	0,230
0,67	0,240

Course width pada *glide path* berbanding terbalik dengan daya pancar. Sebagaimana prinsip kerja localizer lebar pancaran berbanding terbalik dengan kuat pancaran SBO, karena lebar pancaran merupakan perpotongan pancaran sinyal CSB dan sinyal SBO. Semakin besar power SBO maka perpotongan sinyal berada pada sudut yang lebih kecil.

3.3. Hasil analisis

Localizer memancarkan sinyal carrier yang dimodulasi secara AM (*Amplitude Modulation*) dengan dua sinyal audio yaitu 90 Hz dan 150 Hz. Sinyal audio 90 Hz dan 150 Hz ini dipancarkan dalam dua *lobe*, satu *lobe* frekuensi *carrier* dimodulasi dengan 90 Hz, sedangkan lobe yang kedua dimodulasi dengan 150Hz. Bila pesawat bergeser dari centre runway, maka akan menerima sinyal yang berbeda modulasinya, dominan 90 Hz atau 150 Hz dan indicator akan bergerak kekanan/kekiri daritengah indicator. Bila pesawat bergeser kekiri dari center runway maka indicator bergerak kekanan dan bila pesawat bergeser kekanan center runway maka indicator bergerak kekiri. Penunjukan indicator tersebut menunjukkan bahwa pesawat supaya diarahkan kembali ke posisi center runway. Dari penjelasan diatas sesuai gambar 5 dapat dilihat bahwa posisi pesawat/penunjukan instrument dipesawat (μA) adalah berhubungan dengan perbedaan modulation depth (DDM) 90 Hz dan 150 Hz (Fatonah, 2014).

Pada localizer modulasi sinyal 90 Hz akan mendominasi disisi sebelah kiri perpanjangan center runway dan sinyal 150 Hz akan dominan disebelah kanan perpanjangan *center runway*. *Localizer* menggunakan jajaran antenna multielemen untuk menghasilkan radiasi sinyal penunjuk arah. Sinyal yang dipancarkan di udara terdiri dari kombinasi sinyal CSB (*Carrier Slide Band*) dan SBO (*Slide Band Only*) yang menghasilkan pola radiasi gabungan (*Composite radiation pattern*). Efek ini disebut Space Modulation. Besarnya modulasi AM audio frekuensi (90 Hz atau 150 Hz) pada frekuensi adalah 20%, total modulasi kedua audio tersebut adalah 40%. Jika dua sinyal (CSB dan SBO) dipancarkan, hasil kombinasi keduasinyal tersebut tidak ada perbedaan *modulation depth*, karena kedua sinyal mempunyai modulation depth yang sama. Agar didapatkan radiasi ILS seperti yang diharapkan perlu merubah hubungan fase dari SBO tersebut dengan cara menggeser fase 180° antara sideband 90Hz dan sideband 150 Hz. Langkah tersebut belum menghasilkan hasil radiasi yang dikehendaki karena salah satu sideband SBO akan menambah radiasi CSB, sedangkan sideband dari SBO yang lain akan menghilangkan karena fase digeser 180° tersebut. Untuk mendapatkan pancaran yang dikehendaki selanjutnya menggeser fase 180° sinyal SBO pada separo system jajaran antenna, sehingga hasilnya setengah dari jajaran antenna akan memancarkan kombinasi sinyal CSB dan SBO dimana sideband 90 Hz akan saling menambah (sama fase) sedangkan sideband 150 Hz akan saling menghilangkan (berbeda fase 180°). Sebagaian dari jajaran antenna yang lain akan memancarkan kombinasi sinyal CSB dan SBO dimana 150 Hz akan saling menambah (sefase), sedangkan sideband 90 Hz akan saling menghilangkan (berbeda fase 180°). Dalam prakteknya antenna diberi sinyal berpasangan dengan CSB, SBO atau kombinasi dari CSB dan SBO. Biasanya sinyal CSB menghasilkan pancaran yang lebih kuat pada pasangan antenna bagian tengah dan SBO pada pasangan bagian luar (ujung). Hal ini mempunyai efek yang relative menghasilkan beam yang sempit (sudut course width (CW) mengecil) dan sebaliknya. Bila sinyal CSB saja yang dipancarkan (tanpa SBO) system akan menghasilkan DDM = 0 pada semua daerah. Sebagaimana gambar 6, daya pancar SBO berbanding terbalik dengan CW, artinya semakin tinggi power SBO maka CW semakin mengecil sehingga menghasilkan beam yang sempit. Dengan demikian perbandingan antara course width localizer dan glide path dengan daya pancar CSB pada localizer dan glide path nilainya berbanding lurus. Apabila power CSB diturunkan maka CW akan turun sehingga DDM akan melebar.

Sebaliknya apabila power CSB dinaikkan, maka CW akan bertambah sehingga DDM akan menyempit/berkurang (Afristia, Irfansyah, & Sukma, 2019).

Oleh karena itu membutuhkan pengaturan yang tepat besaran kuat pancaran pada *Power Transmitter Side Band Only (SBO)* dan *Power Transmitter Carrier Side Band (CSB)*. Perbandingan power pancaran SBO dengan *course width* juga dipengaruhi oleh panjang runway. Semakin panjang runway suatu bandara maka dibutuhkan *course width* yang semakin kecil.

4. Simpulan

Berdasarkan rancangan dan pembuatan alat serta analisis yang penulis lakukan Tentang hubungan antara power pancaran dengan lebar pancaran dengan aplikasi konversi parameter kalibrasi ILS, kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

- a) Hubungan *DDM Localizer* dengan μA yaitu berbanding lurus karena semakin besar nilai DDM maka nilai μA semakin besar dan sebaliknya semakin kecil nilai DDM maka nilai μA semakin kecil.
- b) Hubungan *course Width Localizer* (lebar pancaran) dengan daya pancar yaitu berbanding terbalik karena semakin besar nilai *width* pada *Localizer* disebabkan kecilnya daya pancar dan sebaliknya semakin kecil nilai *width* pada *Localizer* disebabkan besarnya daya pancar.
- c) Hubungan *angle Glide Path* dengan DDM yaitu berbanding lurus karena semakin besar nilai *angle* pada *Glide Path* maka nilai DDM pada *Glide Path* semakin besar dan sebaliknya semakin kecil nilai *angle* pada *Glide Path* maka nilai DDM pada *Glide Path* semakin kecil.
- d) Panjang Runway berpengaruh terhadap *width* pada localizer. Semakin panjang runway maka *width* pada localizer semakin kecil dan semakin pendek *runway* maka *width* pada *localizer* semakin besar.

Referensi

- Agustini, E. D. (2014). Kinerja Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan Indonesia. *Warta Penelitian Perhubungan*, 623-634.
- Afristia, Y., Irfansyah, A., & Sukma, M. M. (2019). Analisa Pengaruh Width Clearance Terhadap Pancaran Localizer Merk Ams 2100 Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana Di Bandar Udara Internasional I Gusti Ngurah Rai Bali. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (Snitp)* (pp. 1-9). Surabaya: Politeknik Penerbangan Surabaya.
- Fatonah, F. (2014). Metode Pengukuran Peralatan Localizer di Bandar Udara. *Warta Ardhia*, 173-188.
- Indonesia, R. (2009). Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan.
- Samsudin, R. (2010). Kalibrasi Peralatan Navigasi Penerbangan Dalam Mengantisipasi Keselamatan Penerbangan. *Jurnal Penelitian Perhubungan*, 262-277.
- Supriyadi, Y. (2012). *Keselamatan Penerbangan, Teori dan Problematika*. Jakarta: PT. Telaga Ilmu Indonesia.
- X, R. F., & Kelvey. (2006). *Perencanaan dan Perancangan Bandar*. Jakarta: Penerbit Erlangga.