

**PENYIMPANGAN PARAMETER *GLIDE SLOPE* PADA PERIODISASI
KALIBRASI *INSTRUMENT LANDING SYSTEM* DI BALAI BESAR
KALIBRASI FASILITAS PENERBANGAN**

Darwis⁽¹⁾, Oke Hendra⁽²⁾, Sabdo Purnomo⁽³⁾

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Kalibrasi fasilitas *Instrument Landing System* yang dilakukan secara berkala (*periodic*) untuk menentukan bahwa sistem memenuhi standar persyaratan operasional. Interval waktu kalibrasi berkala berdasarkan jadwal. Data hasil dari beberapa laporan kalibrasi yang diperoleh saat pelaksanaan kalibrasi, ditemukan hasil kalibrasi dari peralatan *Instrument Landing System* tidak banyak mengalami perubahan parameter yang signifikan. Disisi lain terdapat juga beberapa peralatan *Instrument Landing System* yang belum masuk waktu jatuh tempo pelaksanaan kalibrasi, namun terdapat laporan dari pengguna tentang penyimpangan parameter *glide slope* dari peralatan *Instrument Landing System*. Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada laporan tersebut ditemukan bahwa *glide slope* yang merupakan komponen sub sistem dari *Instrument Landing System* yang paling banyak mendapatkan keluhan dari pengguna ILS. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan analisis penyimpangan parameter pada sub sistem *glide slope*. Dari hasil analisis diketahui bahwa setiap parameter *glide slope* tidak banyak mengalami penyimpangan nilai pada setiap periode kalibrasi. Sehingga dapat di simpulkan bahwa penyebab terjadinya penyimpangan yang cukup signifikan pada *glide slope* adalah adanya masalah yang terjadi pada peralatan itu sendiri.

Kata Kunci: *glide slope*, kalibrasi, penyimpangan, parameter, periodisasi.

Abstract: *The calibration process of Instrument Landing System (ILS) facilities is implemented periodically to guarantee the system complying with the standard operational procedure. Furthermore, the calibration process interval is based on specifically schedule. Regarding the several calibration result was found which some result of ILS calibration had changed significantly on the parameter. However, several result gave different information that the ILS glide slope parameter had changed which informed by the user. This research has used quantitave method to analysis the parameter deviation of glide slope. The result show that the glide slope parameter has not changed significantly when calibrated periodically. Thus. It could be concluded that the major causes why the glide slope has changed significantly was the problem from the equipment itself.*

Keyword: *Calibration, deviation, glide slope, parameter, periodic*

Pendahuluan

Berdasarkan UU no 1 Tahun 2009 tentang PENERBANGAN pasal 219 bahwa untuk mempertahankan kesiapan fasilitas bandar udara, badan usaha bandar udara atau unit penyelenggara bandar udara wajib melakukan perawatan dalam jangka waktu tertentu dengan cara melakukan pengecekan, tes, verifikasi, dan/atau kalibrasi. Berdasarkan pasal 299 ayat bahwa Fasilitas navigasi penerbangan sebagaimana dimaksud dalam pasal 296 ayat (1) huruf a yang dioperasikan untuk pelayanan navigasi penerbangan wajib dikalibrasi secara berkala agar tetap laik operasi.

Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan (BBKFP) sebagai instansi yang ditunjuk oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara mempunyai kewenangan untuk melaksanakan kalibrasi fasilitas penerbangan. Berdasarkan PM no 16 tahun 2015 tentang standar pelayanan minimal pada balai besar kalibrasi fasilitas penerbangan. Dimana BBKFP mempunyai tugas untuk menjamin keakuratan dan kepresisian alat bantu navigasi udara, alat bantu pendaratan, visual aids, surveillance, komunikasi penerbangan, dan kebenaran panduan prosedur penerbangan.

Data hasil dari beberapa laporan kalibrasi yang diperoleh saat pelaksanaan kalibrasi, ditemukan hasil kalibrasi dari suatu peralatan Instrument Landing System tidak banyak mengalami perubahan parameter yang signifikan. Namun disisi lain terdapat juga beberapa peralatan Instrument Landing System yang belum masuk waktu jatuh tempo

pelaksanaan kalibrasi, namun terdapat laporan dari pengguna tentang penyimpangan parameter glide slope dari peralatan Instrument Landing System.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada laporan tersebut ditemukan bahwa glide slope yang merupakan komponen sub sistem dari Instrument Landing System yang paling banyak mendapatkan keluhan dari pengguna ILS. Berdasarkan hal tersebut, penulis ingin melakukan analisis tentang penyimpangan parameter pada peralatan Instrument Landing System pada sub sistem glide slope jika dilakukan kalibrasi secara periodic di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan.

Berdasarkan uraian latar belakang, identifikasi dan pembatasan masalah di atas, maka penulis bermaksud melakukan analisis dengan membuat rumusan tentang: "Analisis penyimpangan parameter *glide slope* pada periodisasi kalibrasi *Instrument Landing System* di Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan".

Maksud dari penulisan ini adalah untuk melakukan penelitian tentang periodisasi pelaksanaan kalibrasi *Instrument Landing System* (ILS) dan memberikan informasi peralatan yang digunakan wajib dalam keadaan sesuai standar agar terwujudnya keakuratan peralatan *Instrument Landing System* dalam rangka mendukung keselamatan penerbangan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah agar dapat diketahui berapa penyimpangan parameter *glide slope* pada peralatan *Instrument Landing System* jika dilakukan kalibrasi secara periodik.

Metodologi Penelitian

Metode penelitian dapat diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah (Sugiyono 2014, Hal. 6).

Desain Penelitian

Desain penelitian adalah suatu rencana tentang cara mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data secara sistematis dan terarah agar penelitian dapat dilaksanakan secara efisien dan efektif sesuai tujuannya. Desain penelitian merupakan pedoman bagi seorang peneliti dalam melaksanakan penelitian agar data dapat dikumpulkan secara efisien dan efektif, serta dapat diolah dan dianalisis sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai (Moh. Pabundu Tika, 2005, Hal.12).

Objek Penelitian

Objek penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah hasil laporan pelaksanaan kalibrasi *Instrument Landing System (ILS)* yang ada di kantor Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan dan laporan berupa *Post Flight Report* dari pengguna fasilitas *Instrument Landing System* dalam hal ini adalah Penerbang (*Pilot*) yang diperoleh dari beberapa Bandar Udara.

Teknik Analisa Data

Mean adalah sebuah rata-rata dari data yang diperoleh berupa angka. Mean adalah "Jumlah nilai-nilai dibagi dengan jumlah individu" (Sutrisno Hadi; 1998).

Proyeksi secara umum adalah untuk mengetahui perkembangan dimasa yang akan datang berdasarkan data yang telah ada

Analisis regresi adalah suatu metode analisis statistik yang digunakan untuk melihat pengaruh antara dua atau lebih variabel.

Pengumpulan Dan Pengolahan Data

Penelitian ini akan dilakukan pada sejumlah objek hasil laporan pelaksanaan kalibrasi yang terdapat di kantor Balai Besar Kalibrasi Fasilitas Penerbangan. Laporan tersebut kemudian dilakukan analisis untuk mendapatkan hasil seperti yang diinginkan.

Deskripsi Variable Penelitian

Bagian-bagian *Instrument Landing System*

Instrument Landing System seperti yang telah dijelaskan pada landasan teori, memiliki tiga sub sistem utama. Sub sistem tersebut terdiri dari *Glide Slope/ Path, Localizer dan Marker Beacon*. Dari ketiga sub sistem tersebut masing – masing memiliki peranan tersendiri. Pada penelitian ini, penulis hanya memfokuskan untuk melakukan penelitian pada salah satu sub sistem yaitu *Glide Slope*. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan pada beberapa *Instrument Landing System* yang terpasang di berbagai bandar udara, sub sistem yang paling sering mengalami keluhan dari pengguna (pilot) adalah *Glide Slope*.

Parameter *Glide Slope*

Pada bagian ini dijelaskan tentang parameter – parameter apa saja yang

terdapat di dalam sub sistem *Glide Slope* yang kemudian dituangkan di dalam bentuk laporan kalibrasi. Berikut adalah daftar parameter – parameter sub sistem *Glide Slope*.

Tabel Parameter *Glide Slope*

MODULATION
ANGLE
WIDTH
SYMMETRY 90 Hz
CLEARANCE BELOW PATH
STRUCTURE BELOW PATH
PATH STRUCTURE - Z1
PATH STRUCTURE - Z2
PATH STRUCTURE - Z3
USABLE DISTANCE
MONITOR
ANGLE (Low)
ANGLE (High)
PATH WIDTH (Wide)
CLEARANCE BELOW PATH

Pada penelitian ini semua parameter yang terdapat pada *glide slope* tidak dapat dijadikan sebagai data untuk dianalisis. Hal ini dikarenakan parameter tersebut menghasilkan nilai bukan angka tapi pernyataan. Kemudian parameter yang lainnya adalah terdapat nilai yang tidak konsisten dengan hasil ukur yang sebelumnya. Kemudian selanjutnya adalah menentukan data parameter yang dapat dilakukan analisis. Dari daftar parameter keseluruhan *glide slope*, yang dapat dijadikan data analisis adalah pada tabel di bawah ini.

Tabel Parameter *Glide Slope*

MODULATION
ANGLE
WIDTH
SYMMETRY 90 Hz

Data Parameter

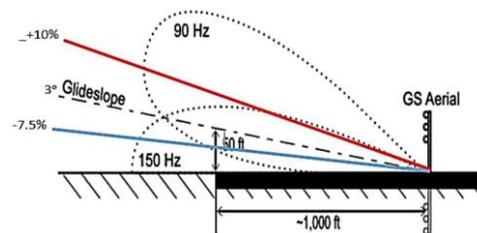
Untuk memudahkan dalam proses analisis berikut akan dijelaskan data dari setiap parameter yang telah ditentukan.

Modulation

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwa tujuan pengecekan *modulation* adalah untuk mengkonfirmasi bahwa kedalaman *modulation* di set dengan baik. DDM pada Slope Angle harus nol dan total *modulation* 80% dengan besaran toleransi adalah $\pm 5\%$. Jika terdapat nilai yang bergeser dari nilai ideal maka akan diketahui jumlah pergeserannya terhadap nilai batas bawah dan batas atas. Misalnya jika terdapat hasil pengecekan nilai *modulation* sebesar 78% maka terjadi pergeseran dari nilai ideal $80\% - 78\% = 2\%$.

Angle

Nilai ideal dari parameter *angle* adalah 3° tergantung dari pengesetan awal (*commissioning*), dengan nilai toleransi sebesar -7.5% sampai $+10\%$. Untuk lebih jelasnya dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut :



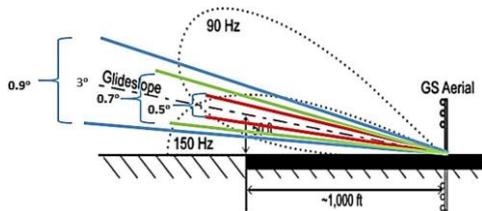
Gambar nilai toleransi parameter *angle*

Dari gambar di atas terdapat nilai 3° yang merupakan nilai ideal dari hasil pengecekan sudut (*angle*), sedangkan

nilai -7.5% merupakan nilai batas bawah minimal dan +10% merupakan nilai batas atas maksimal. Ketika diperoleh nilai kurang dari -7.5% atau lebih dari +10% maka parameter *angle* dinyatakan *out of tolerance*. Misalnya jika terdapat hasil pengecekan nilai *angle* sebesar 3.02° maka terjadi pergeseran dari nilai ideal $3.02^\circ - 3^\circ = 02^\circ$.

Width

Nilai ideal dari parameter *width* adalah 0.7° dengan nilai toleransi sebesar $\pm 0.2^\circ$. Untuk lebih jelasnya dapat diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar nilai toleransi parameter *width*

Dari gambar di atas terdapat nilai 0.7° yang merupakan nilai ideal dari hasil pengecekan parameter *width*, sedangkan nilai 0.5° adalah nilai batas bawah minimal dan 0.9° adalah nilai batas atas maksimal. Ketika diperoleh nilai kurang dari 0.5° atau lebih dari 0.9° maka parameter *width* dinyatakan *out of tolerance*. Misalnya jika terdapat hasil pengecekan nilai *angle* sebesar 0.75° maka terjadi pergeseran dari nilai ideal $0.75^\circ - 0.7^\circ = 05^\circ$.

Symmetry

Nilai ideal dari parameter *Symmetry* adalah sebesar 50%. Terdapat nilai ideal dari hasil pengecekan *Symmetry*, mulai dari nilai

33% yang merupakan nilai batas bawah minimal dan 67% merupakan nilai batas atas maksimal. Ketika diperoleh nilai kurang dari 33% atau lebih dari 67% maka parameter *Symmetry* dinyatakan *out of tolerance*. Misalnya jika terdapat hasil pengecekan nilai *Symmetry* sebesar 55% maka terjadi pergeseran dari nilai ideal $55\% - 50\% = 5\%$.

Analisis Data

Rata – Rata (Mean) Penyimpangan setiap parameter glide slope.

Menghitung nilai rata – rata penyimpangan pada setiap parameter *glide slope* diperlukan untuk mengetahui nilai jumlah penyimpangan yang terjadi pada setiap periode kalibrasi. Penghitungan dilakukan pada semua sampel *glide slope* yang terdiri dari dua *transmitter*. Pada bagian ini akan digunakan *microsoft excel* untuk memudahkan penghitungan nilai rata –rata penyimpangan. Berikut nilai rata – rata penyimpangan pada setiap parameter *glide slope*.

Modulation

Menghitung nilai rata –rata penyimpangan pada parameter *modulation* dengan mengumpulkan semua parameter yang sejenis. Dari penghitungan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel penyimpangan parameter *modulation*

Periode	1	2	3	4	5	6
Modulation	-0.23	-0.14	-0.42	-0.51	-0.63	-0.79

Dari hasil diatas dapat diketahui rata – rata penyimpangan yang terdapat pada parameter *modulation* dari setiap periode pelaksanaan kalibrasi.

Angle

Menghitung nilai rata –rata penyimpangan pada parameter *Angle* dengan mengumpulkan semua parameter yang sejenis. Dari penghitungan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel penyimpangan parameter *angle*

Periode	1	2	3	4	5	6
Angle	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.07

Dari hasil diatas dapat diketahui rata – rata penyimpangan yang terdapat pada parameter *Angle* dari setiap periode pelaksanaan kalibrasi.

Width

Menghitung nilai rata –rata penyimpangan pada parameter *Width* dengan mengumpulkan semua parameter yang sejenis. Dari penghitungan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel penyimpangan parameter *width*

Periode	1	2	3	4	5	6
Width	0.12	0.14	0.14	0.17	0.29	0.36

Symmetry

Menghitung nilai rata –rata penyimpangan pada parameter *Symmetry* dengan mengumpulkan semua parameter yang sejenis. Dari penghitungan yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel penyimpangan parameter *symmetry*

NO	PARAMETER	PERIODE					
		1	2	3	4	5	6
4	SYMMETRY	-0.39	-2.25	-3.07	-5.97	-8.70	-8.55

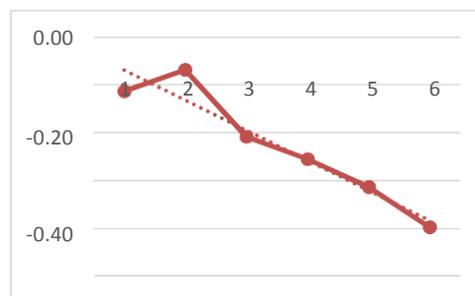
Dari hasil diatas dapat diketahui rata – rata penyimpangan yang terdapat pada parameter *Symmetry* dari setiap periode pelaksanaan kalibrasi.

Proyeksi Penyimpangan Parameter

Pada tahap ini akan dilakukan proyeksi penyimpangan setiap parameter glide slope untuk mengetahui periode kapan terjadinya penyimpangan yang keluar dari batas toleransi sesuai aturan (FAA). Pada bagian ini menggunakan Microsoft exel sebagai alat untuk memudahkan penghitungan.

Proyeksi Modulasi

Sesuai dengan peraturan FAA bahwa batas toleransi pada *modulation* adalah $\pm 5\%$. Nilai ini akan dijadikan sebagai batas dalam proyeksi *modulation* yang akan dilakukan. Dari penghitungan yang dilakukan maka di peroleh nilai proyeksi sebagai berikut:



Gambar grafik proyeksi *modulation*

Nilai Y = **-0.1256**

Nilai X = **-0.0133**

Setelah diketahui nilai X dan Y, kemudian selanjutnya adalah menentukan periode dimana parameter *modulation* keluar dari batas toleransi yang telah ditentukan. Dari hasil penghitungan di bawah ini, maka dapat

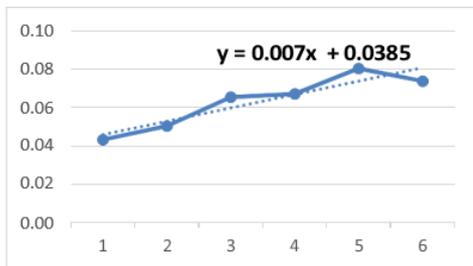
ketahui periode dimana pergeseran nilai *modulation* keluar dari batas toleransi.

Periode	40
Modulation	-5.0373

Dari hasil penghitungan yang dilakukan, maka diperoleh nilai perbandingan periode dan nilai penyimpangan *modulation* yaitu akan terjadi perubahan nilai *modulation* yang keluar dari toleransi pada periode ke 40.

Proyeksi Angle

Sesuai dengan peraturan FAA bahwa batas toleransi pada *Angle* adalah - 7.5% - 10% dari *commissioning angle*. Nilai ini akan dijadikan sebagai batas dalam proyeksi *Angle* yang akan dilakukan. Dari penghitungan yang dilakukan maka di peroleh nilai proyeksi sebagai berikut:



Gambar grafik proyeksi *angle*

Nilai Y = **0.007**
 Nilai X = **0.0385**

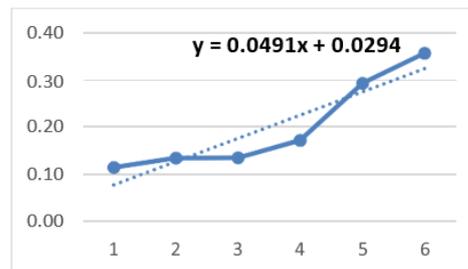
Setelah diketahui nilai X dan Y, kemudian selanjutnya adalah menentukan periode dimana parameter *angle* keluar dari batas toleransi yang telah ditentukan. Dari hasil penghitungan di bawah ini, maka dapat ketahui periode dimana pergeseran nilai *modulation* keluar dari batas toleransi.

Periode	38
Angle penyimpangan	0.3045

Dari hasil penghitungan yang dilakukan, maka diperoleh nilai perbandingan periode dan nilai penyimpangan *angle* yaitu akan terjadi perubahan nilai *angle* yang keluar dari toleransi pada periode ke 38.

Proyeksi Width

Sesuai dengan peraturan FAA bahwa batas toleransi pada *width* adalah 0.5° - 0.9°. Nilai ini akan dijadikan sebagai batas dalam proyeksi *width* yang akan dilakukan. Dari penghitungan yang dilakukan maka di peroleh nilai proyeksi sebagai berikut:



Gambar grafik proyeksi *width*

Nilai Y = **0.0491**
 Nilai X = **0.0294**

Setelah diketahui nilai X dan Y, kemudian selanjutnya adalah menentukan periode dimana parameter *width* keluar dari batas toleransi yang telah ditentukan.

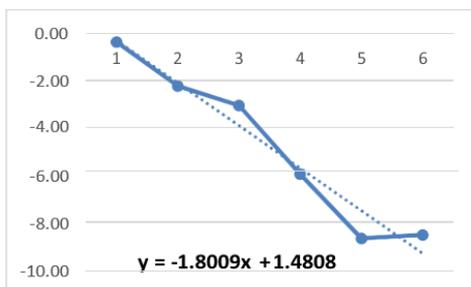
Dari hasil penghitungan di bawah ini, maka dapat ketahui periode dimana pergeseran nilai *width* keluar dari batas toleransi.

Periode	4
Width penyimpangan	0.2258

Dari hasil penghitungan yang dilakukan, maka diperoleh nilai perbandingan periode dan nilai penyimpangan *width*, yaitu akan terjadi perubahan nilai *width* yang keluar dari toleransi pada periode ke 4.

Proyeksi Symmetry

Sesuai dengan peraturan FAA bahwa batas toleransi pada *symmetry* adalah 33%-67%. Nilai ini akan dijadikan sebagai batas dalam proyeksi *symmetry* yang akan dilakukan. Dari penghitungan yang dilakukan maka di peroleh nilai proyeksi sebagai berikut:



Gambar grafik proyeksi *symmetry*

Nilai Y = **-1.8009**
 Nilai X = **1.4808**

Setelah diketahui nilai X dan Y, kemudian selanjutnya adalah menentukan periode dimana parameter *symmetry* keluar dari batas toleransi yang telah ditentukan.

Dari hasil penghitungan di bawah ini, maka dapat ketahui periode dimana pergeseran nilai *symmetry* keluar dari batas toleransi.

Periode	14
Symmetry	-18.012

Dari hasil penghitungan yang dilakukan, maka diperoleh nilai perbandingan periode dan nilai penyimpangan *symmetry*, yaitu akan terjadi perubahan nilai *symmetry* yang keluar dari toleransi pada periode ke 14.

Uji Regresi penyimpangan nilai parameter

Analisis regresi linier sederhana digunakan untuk mengetahui hubungan secara linier antara satu variabel independen (X) dan variabel dependen (Y). Analisa ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel (X) yaitu parameter *glide slope* dan (Y) untuk masa periode kalibrasi *glide slope*. Nilai regresi terletak antara 0 – 1, semakin mendekati nilai 1 maka hubungan kedua variable semakin kuat. Berikut hasil penghitungan regresi setiap parameter *glide slope*.

Modulation

Tabel nilai regresi *Modulation*

Regression Statistics	
Multiple R	0.957003838
R Square	0.915856345
Adjusted R Square	-1.5
Standard Error	0.606735931
Observations	1

Angle

Tabel nilai regresi *Angle*

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.92802775
R Square	0.861235505
Adjusted R Square	-1.5
Standard Error	0.779162797
Observations	1

glide slope di setiap periode kalibrasi.

- Melakukan proyeksi setiap parameter *glide slope* sehingga dapat diketahui pada periode ke berapa nilai penyimpangan keluar dari batas toleransi yang ditetapkan. Pada tabel di bawah ini dapat di ketahui proyeksi penyimpangan nilai masing – masing parameter *glide slope*.

Width

Tabel nilai regresi *Width*

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.922946
R Square	0.851829
Adjusted R Square	-1.5
Standard Error	0.805139
Observations	1

Tabel nilai proyeksi parameter *glide slope*.

NO	PARAMETER	NILAI PENYIMPANGAN	PERIODE	TOLERANSI (FAA)
1	MODULATION	-5.0373	40	±5%
2	ANGLE	0.3045	38	-7.5% - 10%
3	WIDTH	0.2258	4	0.5° - 0.9°
4	SYMMETRY	-18.012	14	33%-67%

Symmetry

Tabel nilai regresi *Symmetry*

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.976362
R Square	0.953283
Adjusted R Square	-1.5
Standard Error	0.452091
Observations	1

Hasil uji regresi yang telah dilakukan pada setiap parameter *glide slope* diatas menunjukkan nilai hubungan yang kuat antara variabel Y dan variabel X dengan nilai mendekati 1.

Kesimpulan

Dari analisis yang telah dilakukan maka dapat dibuat suatu kesimpulan bahwa setiap parameter *glide slope* tidak banyak mengalami penyimpangan nilai pada setiap periode kalibrasi. Sehingga saat pelaksanaan kalibrasi ditemukan suatu parameter *glide slope* mengalami penyimpangan yang cukup signifikan maka dapat diduga terjadi hal yang tidak normal pada peralatan. Adanya laporan keluhan dari pengguna peralatan, tidak berarti menunjukkan lamanya periode pelaksanaan kalibrasi, melainkan terdapat masalah pada peralatan. Kemudian dari penelitian tersebut parameter yang paling cepat

Interpretasi

Berdasarkan hasil analisis yang telah diuraikan di atas diperoleh beberapa hasil yang dapat diuraikan di bawah ini:

- Setelah melakukan penghitungan nilai rata-rata maka dapat diketahui nilai penyimpangan pada parameter

mengalami perubahan nilai penyimpangan mendekati batas toleransi adalah parameter *width* yaitu 4 periode. Sedangkan parameter yang paling lama mengalami penyimpangan nilai adalah parameter *modulation* yaitu 40 periode. Namun parameter yang memiliki periode penyimpangan lebih lama, tidak dapat dijadikan sebagai acuan untuk memperlama periode kalibrasi, karena semua parameter memiliki keterkaitan satu sama lain.

Nawari. (2010). Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Pabundu Tika, (Jakarta : Bumi Aksara, 2005), Metode Penelitian Geografi

Daftar Pustaka

- Achmad Moegandi, (1996), *Mengenal dunia Penerbangan Sipil*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Ahmad Tanzeh, (Yogyakarta: Teras, 2011) Metodologi Penelitian Praktis.
- Arikunto, S. (2006), *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan praktik* Jakarta: Rineka Cipta Direktorat Jenderal Navigasi Udara, TCC Handbook ILS, 2014
- Dwi Ari Listiyani Sejarah 1, (2009) : Untuk SMA/MA Kelas X / Dwi Ari Listiyani ; Editor Hermanu Joebagio ; Ilustrator Haryana Humardani. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan nasional.
- FAA , 8200.1C. United States Standard Flight Inspection Manual, 2011.
- FAA Academy, Training Manual ILS Equipment, 1982.
- Gay, L.R. dan Diehl, P.L. *Research Methods for Business and Management*, MacMillan Publishing Company, New York, 1992.
- Hadi, Sutrisno. (Yogyakarta : Andi Offset, 1998). Statistik jilid I. Moh. Pabundu Tika, (2005), Metode Penelitian