

Study Banding Komunikasi Alat Bantu Pendaratan Instrument Landing System Dengan Airfield Lighting System Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

(Comparative Study Communication Of Assist Device Instrument Landing System By Airfield Lighting System At Ngurah Rai Airport In Bali)

Pandu Dewanata, Ike Fibriani, S.T., M.T., Catur Suko Saewono, S.T.
Jurusan Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: dewanatapandu074@gmail.com

Abstract

Tool to transmit information used two types of air tools is the first non-visual aids or called the ILS (Instrument Landing System), which tools in sending information through radio frequencies, such as information about the Localizer, Glide Slope, and Marker Beacon other information. Aircraft tools to visually or two is called the AFL (Airfield Lighting System), this type of tool use lights in the turn around area airports. This study was conducted to determine the data communication from landing tools ILS (Instrument Landing System) in order to guide the aircraft in the landing process, where the necessary equipment ILS (Instrument Landing System) which is one of the radio navigation equipment cost which serves as instrument landing tools. Besides of visual aids AFL (Airfield Lighting System) is very important role in guiding peasawat the aircraft landing process that causes by bad weather, so the Ngurah Rai Airport in Bali can darati large airplanes that would go to Bali. Thus the provision of landing aids ILS (Instrument Landing System) and AFL (Airfield Lighting System) at Bali's Ngurah Rai airport is needed in order to process more secure aircraft landing safely.

Kata Kunci: ILS (Instrument Landing System), AFL (Airfield Lighting System), Localizer, Glide Slope, Marker Beacon

BAB 1. PENDAHULUAN

Pergerakan pesawat udara di wilayah bandara pada saat melakukan *taxi*, proses lepas landas, dan mendarat memerlukan bantuan informasi dari personal bandara agar proses tersebut dapat dilakukan dengan aman. Alat bantu untuk mengirimkan informasi pesawat digunakan dua jenis alat bantu yang pertama adalah alat bantu *non visual* atau disebut dengan istilah ILS (*Instrument Landing System*), yaitu alat bantu dengan mengirimkan informasi melalui frekuensi radio, seperti informasi mengenai *Localizer*, *Glide Slope*, *Marker Beacon* dan informasi lainnya. Alat bantu pesawat yang ke dua yaitu secara visual atau disebut dengan istilah AFL (*Airfield Lighting System*),

alat bantu jenis ini menggunakan lampu yang dihidupkan di sekitar wilayah bandara. Kedua jenis alat bantu tersebut merupakan upaya untuk meningkatkan keselamatan pesawat di bandara. Pada pesawat terbang memiliki enam derajat kebebasan karena gerakannya melibatkan gerak *linier* dan gerak melingkar dalam bidang tiga dimensi. Keenam derajat kebebasan itu adalah: gerak arah depan-belakang, gerak arah samping kanan-kiri, gerak arah atas-bawah, gerak *rolling* (gerak berputar pada sumbu depan-belakang), gerak *pitching* (gerak berputar pada sumbu samping kiri-kanan), gerak *yawing* (gerak berputar pada sumbu atas-bawah). Respon dinamik pesawat terbang terhadap adanya gangguan dan pergerakan muka kontrol melibatkan persamaan diferensial yang dapat dirumuskan secara matematis [McLean, Donald, 1990].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komunikasi data dari alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing System*) agar dapat memandu pesawat terbang dalam proses *landing*, disinilah diperlukan peralatan ILS (*Instrument Landing System*) yang merupakan salah satu peralatan radio navigasi penerbangan yang berfungsi sebagai alat bantu pendaratan *instrument*. Disamping itu alat bantu visual AFL (*Airfield Lighting System*) sangat penting perannya dalam memandu peasawat dalam proses pendaratan pesawat yang di akibatkan oleh cuaca yang buruk, sehingga Bandar Udara Ngurah Rai Bali dapat di darati pesawat- pesawat besar yang mau menuju ke Bali. Dengan demikian pengadaan fasilitas alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing System*) dan AFL (*Airfield Lighting System*) di Bandar Udara Ngurah Rai Bali diperlukan agar dalam proses pendaratan pesawat keselamatanya lebih terjamin

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bandar Udara

Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya.

Bandar udara dibagi menjadi dua bagian utama

yaitu sisi udara (*air side*) dan sisi darat (*land side*). Gedung-gedung terminal menjadi perantara antara kedua bagian itu. Bagian-bagian dari suatu bandar udara yang besar diperlihatkan pada gambar 2.1.

2.1.1 Fasilitas bandar udara dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1) Fasilitas sisi udara;

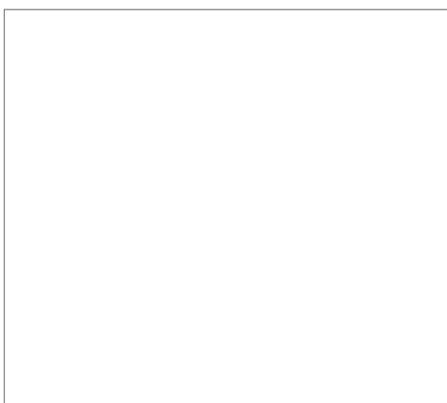
- a. Landasan pacu (*Runway*)
- b. Landas hubung (*Taxiway*)
- c. *Apron*
- d. Alat bantu; navigasi udara dan darat, serta pengatur lalu lintas udara.

2) Fasilitas sisi darat;

- a. Terminal penumpang
- b. Fasilitas kargo
- c. Jalan dan parkir.

3) Fasilitas penunjang bandar udara

- a. Gedung administrasi dan pemeliharaan
- b. Pusat kesehatan
- c. Station pengisian BBM kendaraan
- d. Station pembangkit tenaga listrik
- e. Pengolahan air bersih dan limbah
- f. *Catering*
- g. Stasiun Meteorologi
- h. Gedung *Briefing Air Crew*
- i. Daerah perawatan-pesawat
- j. *Station PK-PPK dan SAR*
- k. Fasilitas penerbangan tak terjadwal
- l. Fasilitas bahan bakar pesawat. (Sumber : PORTER , 2012)



Gambar 2.1 Bagian dari Bandar Udara (Sumber : PORTER , 2012)

2.1 Komponen ILS (*Instrument Landing Sistem*)

1) Antena

Setiap jenis ILS (*Instrument Landing*

System) yaitu *Localizer*, *Glide Slope*, dan *Marker Beacon*, memiliki antena yang berbeda – beda. Antena *Localizer* merupakan antena *array* yang *directional* di mana antena tersebut terarah sehingga memudahkan pesawat terbang untuk mendarat. Sedangkan antena *Glide Slope* mempunyai tiga jenis antena yang akan dipasang sesuai dengan kondisi bandara. *Null Reference Glide Slope* dipasang pada bandara yang mempunyai kondisi tanah yang rata, *Sideband Reference Glide Slope* dipasang jika terdapat tanah lapang atau daerah yang curam di sekitar bandara, dan “M” *Array Glide Slope* dipasang jika terdapat bukit dan gedung – gedung tinggi di sekitar bandara.

2) Pemancar (*transmitter*)

Pemancar ILS (*Instrument Landing System*) baik dari *Localizer*, *Glide Slope*, maupun *Marker Beacon*, memancarkan signal secara AM dan beroperasi dengan VHF dan UHF.

3) Penerima (*receiver*)

Penerima ILS (*Instrument Landing System*) pada pesawat menerima signal dari antena dan menampilkan hasilnya pada indikator di *cockpit* pesawat yang merupakan informasi tentang posisi pesawat dan kesiapan untuk mendarat.

2.3 ILS (*Instrument Landing Sistem*)

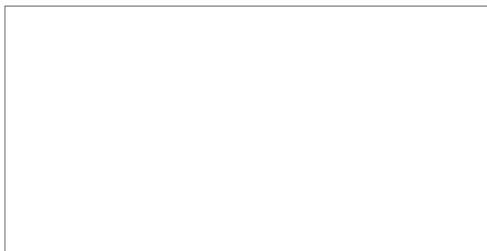
Peralatan ILS (*Instrument Landing System*) adalah salah satu peralatan radio navigasi penerbangan yang berfungsi sebagai alat bantu pendaratan yaitu berupa radio pemancar yang dilengkapi dengan monitor, dimana suatu pemancar perangkat ILS (*Instrument Landing System*) melalui gelombang frekuensi radio mampu memberikan sinyal informasi panduan arah pendaratan (*azimuth*), sudut luncur (*glide path*) dan jarak terhadap titik pendaratan secara presisi kepada pesawat udara yang sedang melakukan awal pendekatan dan dilanjutkan dengan pendaratan di landasan pacu pada suatu bandar udara. Hingga sekarang, pengalaman dalam pendekatan *instrument* memungkinkan untuk mendarat dalam kondisi cuaca buruk seperti awan mendung pada 400 kaki dan jarak pandang sejauh setengah mil.

Sistem Pendaratan Instrumen menambahkan sudut luncur, atau informasi ketinggian. Secara umum

disebut ILS (*Instrument Landing System*), sistem ini merupakan yang paling penting dari semuanya pada saat tiba waktunya turun mendekati darat. Dalam tiap pengertian ini merupakan sistem pendekatan presisi dengan peralatan yang paling canggih sistem ini dapat memandu hingga menyentuh landas pacu *Decision Height nol* dan jarak pandang nol. (Sumber : Faidi M. 2013)

ILS (*Instrument Landing System*) terdiri atas seperangkat peralatan bantu navigasi yang terdapat di darat dan di pesawat udara untuk pendaratan dalam kondisi pengendalian dengan *instrument*. Parameter yang dapat dibaca penerbang ialah jarak dan arah terhadap landas pacu,serta sudut luncur pesawat udara terhadap ujung landasan. Dalam menghadapi kondisi keterbatasan penglihatan akibat cuaca buruk, ILS (*Instrument Landing System*) harus selalu dalam keadaan siap pakai.

(Sumber : Zulfitriani. 2011)



Gambar 2.2 Arsitektur ILS

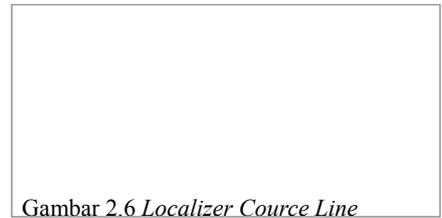
(Sumber : Faizal , 2013)

2.3.1 Fasilitas ILS (*Instrument Landing System*)

2.3.1.1 Localizer

Pemancar *Localizer* dipasang pada jarak antara 135 – 270 m dari ujung *runway* dan berlawanan dari arah pendaratan *Localizer* adalah pemancar radio yang bekerja pada jalur frekuensi sangat tinggi (*very high frequency*), yaitu antara frekuensi 108 MHz sampai dengan 112 MHz. Frekuensi kanal yang dipilih dimodulasi dengan sinyal panduan 90 Hz dan 150 Hz serta identifikasi 1020 Hz, fungsinya adalah memberikan informasi mengenai kelurusan pesawat dengan *runway*. Pola radiasi antenna *Localizer* sebagai acuan arah dibentuk oleh 2 macam *lobe* (patern) mendatar CSB (*Carried Side Band*) dan SBO (*Side Band Only*). *Lobe* adalah gambaran tempat kedudukan titik –

titik yang mempunyai kuat medan yang sama dari sinyal bersangkutan.



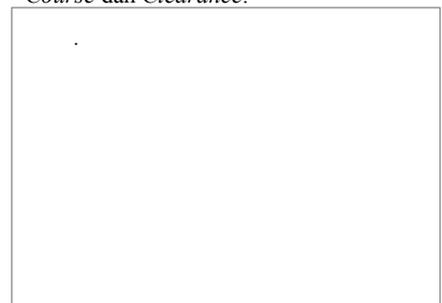
Gambar 2.6 Localizer Course Line

(Sumber : Faidi M , 2013)

2.3.1.2 Glide Slope

Pemancar *Glide Slope* bekerja pada frekuensi 328,6 – 335,4 Mhz dan ditempatkan pada sudut tegak lurus antara 120 – 150 m terhadap *center line runway* dan 333 m dari ujung *runway*.

Pemancar ini terletak disamping landasan pacu di tempat pesawat diperkirakan akan mendarat (*touch down area*). Pemancar *Glide Slope* terdiri dari 3 buah antenna pemancar yang masing-masing memancarkan medan radiasi, ketiga antenna tersebut antara lain : *Lower* antenna, *High* antenna dan *Central* antenna. Ketiga antenna tersebut akan menghasilkan suatu bentuk gelombang yang apabila dijumlahkan dari bentuk gelombang tersebut akan menghasilkan gelombang *Carrier* dan *Slide Band Only* untuk *Signal Course* dan *Clearance*.



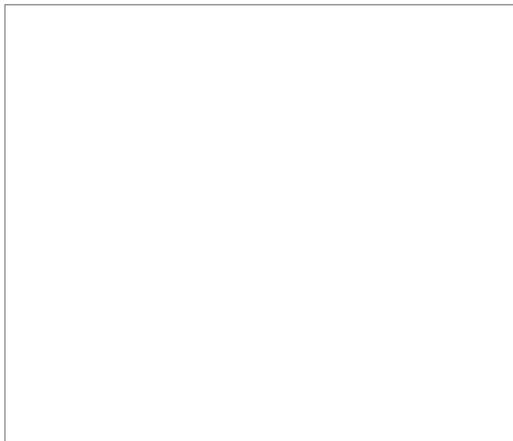
Gambar 2.7 Glide Slope

(Sumber : Ari.M , 2013)

2.3.1.3 Marker Beacon

Marker ditempatkan di *center line* dan *runway* yang fungsinya menunjukkan jarak pesawat terhadap ujung landasan (*Threshold*). Dalam Sistem ILS (*Instrument Landing System*) ada 3 jenis *Marker* yaitu *Inner Marker*, *Middle Marker* dan *Outer Marker*.

- a) *Inner Marker* : Dipasang pada jarak 300 – 450 m dari ujung *runway*, sebagai tanda bagi pilot bahwa sudah memasuki *area touch down*.
- b) *Middle Marker* : Dipasang pada jarak 1050 – 1500 m dari ujung landasan sebagai tanda bagi pilot untuk mengambil keputusan mendarat atau tidak jadi mendarat.
- c) *Outer Marker* : Dipasang antara 7500 m dari ujung landasan sebagai informasi bagi pilot bahwa pesawat telah memasuki *slope* pendaratan yang benar.
(Sumber : Universitas UKRIDA. 2013)



Gambar 2.17 Parameter *Marker Beacon*

(Sumber : Faidi.M , 2013)

2.4 AFL (*Airfield Lighting System*)

Kebutuhan penerbang akan alat bantu *visual*, sejak awal mula penerbangan. Penerbang telah menggunakan tanda – tanda di darat sebagai alat bantu navigasi ketika mendekati suatu Bandar Udara, seperti halnya dengan pelaut menggunakan di tepi pantai ketika mendekati pelabuhan. Penerbang membutuhkan alat bantu baik dalam cuaca baik maupun dalam cuaca buruk, pada siang hari maupun malam hari.

AFL (*Airfield Lighting System*) merupakan alat bantu navigasi udara yang berfungsi membantu dan melayani pesawat terbang selama tinggal landas, mendarat dan melakukan *taxi* agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Fasilitas ini terdiri dari lampu – lampu khusus, yang memberikan isyarat dan informasi secara *visual* kepada penerbang terutama pada waktu penerbang akan melakukan pendaratan atau tinggal landas. Isyarat dan informasi *visual* ini disediakan dengan mengatur konfigurasi warna dan intensitas cahaya dari lampu – lampu khusus tersebut. Pada umumnya, sewaktu akan melakukan pendaratan atau tinggal landas, penerbangan lebih mengandalkan penglihatannya ke luar pesawat dari pada melihat *instrument* yang terdapat dalam *cockpit* pesawatnya.

AFL (*Airfield Lighting System*) atau alat bantu pendaratan *visual*, yaitu merupakan fasilitas pada Bandar Udara untuk membantu pendaratan secara *visual*. Serta menunjang pendaratan dan tinggal landas pada kondisi cuaca buruk atau penerbangan malam guna mempertinggi tingkat pelayanan keselamatan penerbang.

a. Peralatan AFL (*Airfield Lighting System*)

AFL (*Airfield Lighting System*) meliputi peralatan–peralatan sebagai berikut:

1. *Threshold Lighting*

Threshold Lighting adalah rambu penerangan yang berfungsi sebagai penunjuk ambang batas landasan. Dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan menggunakan *filter* hijau dan merah.

2. *Taxiway Lighting*

Taxiway Lighting adalah rambu penerangan yang terdiri dari lampu – lampu yang memancarkan cahaya biru yang dipasang pada tepi kiri dan kanan *taxiway*. Berfungsi memandu penerbang untuk mengemudikan pesawat terbangnya dari *apron* ke landasan pacu.

3. *Runway End Identification Lighting*

Dua (2) unit lampu yang berkedip (*flash*) terpasang di kedua sisi ujung landasan.

4. *Flood Lighting*

Flood Lighting adalah lampu penerangan untuk menerangi latar tempat parkir pesawat terbang.

5. *Approach Lighting*

Approach Lighting adalah instalasi penerangan bagi ancangan pendaratan yang dipasang simetris dari ujung perpanjangan landasan pacu.

6. *Precision Approach Path Indicator*

PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) yaitu alat bantu atau panduan pendaratan visual yang memancarkan cahaya untuk memberi informasi kepada penerbang mengenai sudut luncur (*slope angle*) yang benar, untuk memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan yang digunakan pada siang atau malam hari.

Pemakaian PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) tidak memerlukan tambahan *instrument* apapun pada pesawat terbang, jadi setiap penerbang dapat mempergunakannya segera setelah alat tersebut terpasang di Bandar Udara. Dengan berpedoman PAPI (*Precision Approach Path Indicator*), penerbang dapat mengetahui posisinya dengan tepat pada sudut pendaratan, serta dapat mengetahui dengan segera setiap penyimpangan dari jalur yang benar dan penerbang pada saat itu dapat segera melakukan koreksi atau membenaran arah atau sudut pendaratan.

Pada konfigurasi dua sisi, masing – masing unit dari kedua sisi landasan harus disetel secara tepat dan secara terus menerus penampilan harus tetap sama dilihat oleh penerbang. Beberapa alasan yang menjadikan acuan dalam pemilihan pemasangan PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) dua sisi adalah :

1. Berdasarkan prinsip kerja, PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) harus menampilkan secara terus menerus empat sinyal yang dipancarkan oleh 4 unit *box*, dimana setiap sinyal yang dilihat sangat tergantung pada situasi atau posisi pesawat udara terhadap sudut pendaratan.
2. Pemasangan PAPI (*Precision Approach Path Indicator*)

PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) dua sisi akan memberikan keyakinan yang lebih bagi penerbang, karena penerbang akan memperoleh informasi yang sama dari sisi lain atau dapat dipergunakan sebagai pembanding.

7. *Rotating Beacon* atau Petunjuk Lokasi Bandar Udara

Rotating Beacon adalah dua rambu sumber cahaya bertolak belakang yang dapat berputar sehingga dapat memancarkan cahaya berputar yang diberi warna hijau dan putih untuk akan didarati. Pada umumnya dipasang di atas *tower*.

8. *Turning Area Light*

Turning Area Light adalah lampu untuk memberi tanda bahwa disitu terdapat tempat pemutaran pesawat terbang.

9. *Squence Flasher Lighting*

Squence Flasher Lighting adalah lampu berkedip berurutan sebagai alat bantu pendekatan bagi pesawat terbang pada jalur dan posisi di tengah landasan sebelum pesawat tersebut mendarat.

10. *Obstruction Light*

Obstruction Light adalah lampu hambatan kesegala arah yang digunakan untuk menunjukkan ketinggian suatu bangunan yang dapat menyebabkan halangan atau gangguan pada penerbangan.

11. *Wind Cone*

Wind Cone adalah suatu tanda yang memberi tahu arah angin bagi pendaratan atau lepas landas suatu pesawat terbang.

12. *Constant Current Regulation*

Constant Current Regulation adalah pengatur arus agar konstan sesuai yang diinginkan. Biasanya digunakan pada peralatan yang mengatur arus konstan untuk rambu – rambu pada peralatan *visual*.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi pokok yang akan diteliti dalam skripsi ini adalah tentang fasilitas alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing System*) yang ada di Bandar

Udara Ngurah Rai Bali sesuai dengan yang disyaratkan dalam ICAO Annex 14 dan keputusan Menteri Perhubungan KM 47 tahun 2002.

3.2 Tahap Penelitian

Penelitian tersebut akan dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

a. Tahap Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi penjabaran maksud dan tujuan penelitian, penyiapan metodologi penelitian, *check list* kebutuhan pelaksanaan penelitian, kajian awal hasil studi keputusan dan perencanaan terkait.

b. Tahap Pengumpulan Data

1. Data *Primer*

merupakan data yang di peroleh secara langsung di lapangan melalui penelitian tentang *runway* dan fasilitas alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing System*) dan AFL (*Airfield Lighting System*) di Bandar Udara Ngurah Rai Bali.

2. Data

Sekunder merupakan data yang di peroleh dari sumber –

sumber lain seperti buku referensi, studi pustaka, serta data yang diperoleh dari instansi terkait dengan penelitian dari pihak pengelola PT Angkasa Pura 1 Bandar Udara Ngurah Rai Bali.

BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 ILS (*Instrument Landing System*)

4.1.1 Sistem ILS (*Instrument Landing System*)

Dalam penelitian ini dibahas tentang ILS (*Instrument Landing System*) yang merupakan alat bantu navigasi yang memberi informasi kepada penerbang untuk pendekatan menuju ke landasan. ILS (*Instrument Landing System*) dimaksud untuk memudahkan penerbang mengadakan pendekatan ke landasan terutama pada waktu cuaca kurang baik dan *visibility* yang terbatas. Karena itu ILS (*Instrument Landing System*) dapat meningkatkan banyaknya pendaratan dari suatu bandara pada segala cuaca. Peralatan ILS (*Instrument Landing System*) pada umumnya terdiri dari pemancar dual, monitor, kontrol dan jaringan antena.

Supaya aman melakukan proses pendekatan atau pendaratan ke landasan adalah perlu memberikan informasi yang tepat untuk posisi atau jarak pesawat terhadap *threshold* landasan, posisi terbang di sumbu atau (*center line*) landasan dan sudut pendaratan.

Peralatan ILS (*Instrument Landing System*) *Maintenance* memiliki tanggung jawab terhadap alat penunjang fasilitas pendaratan ILS yang terdiri dari:

a. Pemancar *Localizer*

Sebagai pemandu kekanan atau kekiri dari landasan. *Localizer* di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

bekerja pada frekuensi VHF antara 110.3 MHz dengan jangkauan penerimaan ± 25 NM. Jajaran antena *Localizer* terletak ± 1000 feet (300 m) dari ujung (*stop end*) landasan dan terletak tegak lurus dengan landasan.

b. Pemancar *Glide Slope*

Sebagai pemandu sudut pendaratan pada sumbu landasan. *Glide Slope* di Bandar Udara Ngurah Rai Bali bekerja pada frekuensi 335 MHz dengan jangkauan penerimaan ± 10 NM. Antena *Glide Slope* terletak pada jarak ± 300 m dari *threshold* pendaratan dan ± 120 m dari landasan.

c. *Marker Beacon*

Terletak pada jarak tertentu dari *threshold* sebagai pemandu jarak horizontal terhadap *threshold* landasan. Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali *Marker Beacon* bekerja pada frekuensi VHF pada frekuensi 75 MHz. Dalam beberapa hal *Marker Beacon* tidak dipasang, sebagai gantinya dapat dipasang DME pada *Glide Slope (co-located)*. *Marker Beacon* digunakan untuk memberi informasi jarak terhadap *threshold*, *Marker Beacon* terdiri dari:

a) *Outer*

Marker

terletak

7,2 Km

dari

threshold

ld

pendara

tan,

dimodu

lasi

dengan

nada

(tone)

400 Hz

dan

dikode

atau

sandi

dengan

dash-

dash.

b) *Middle*

Marker

terletak

1050 m

dari

threshold

ld

pendara

tan,

dimodu

lasi

dengan

nada

(tone)

1300

Hz dan

dikode

atau

sandi

dengan

dash

dan dot.

c) *Inner*

Marker

terletak

antara

threshold

ld 75 m

dan 450

m dari

pendara

tan,

dimodu

lasi

dengan

nada

(tone)

3000

Hz dan

dikode

atau

sandi

dengan

dot-dot.

4.2 Konsep Dasar Pembentukan Sinyal ILS (*Instrument Landing System*)

Informasi sinyal panduan ILS (*Instrument Landing System*) berdasarkan perbandingan kedalaman modulasi 90 Hz dan 150 Hz. Sinyal panduan ILS (*Instrument Landing System*)

terdiri dari dua komponen yaitu *Carrier Side band* (CSB) dan *Side Band Only* (SBO). CSB mempunyai spektrum yang seragam pada semua arah *azimut* sektor kiri dan sektor kanan serta garis tengah landasan pacu hingga perpanjangannya. Sedangkan SBO komposisinya tidak seragam, yaitu sinyal panduan 90 Hz pada sektor kiri berlawanan fase dengan sinyal panduan 150 Hz pada sektor kanan garis tengah landasan pacu hingga perpanjangannya.



Gambar 4.1 Gelombang CSB 90 Hz

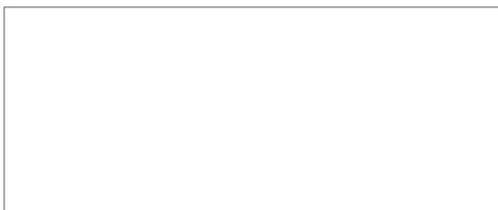


Gambar 4.2 Gelombang CSB 150 Hz

4.3 Analisis Data ILS (*Instrument Landing System*)

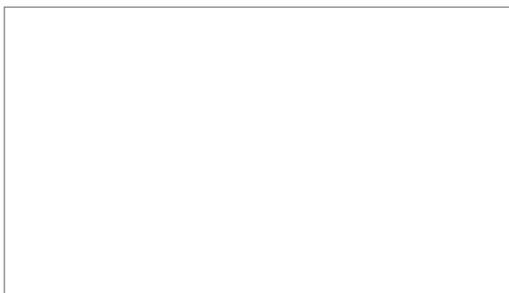
4.3.1 *Localizer*

Peralatan navigasi yang memberikan informasi mengenai kelurusan pesawat dengan garis tengah landasan. Seperti terlihat pada gambar tampak atas sebuah *runway* dibawah. *Localizer* ditempatkan di ujung *runway*, peralatan ini akan memancarkan 2 buah *slope* dengan frekuensi *loop* yang berbeda tetapi tetap satu frekuensi *carrier*. Kedua frekuensi inilah yang akan dibandingkan setelah diterima oleh pesawat udara untuk melihat apakah pesawat berada tepat di *centre line* atau belum.



Gambar 4.7 Peralatan *Localizer* Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

4.3.1.1 Data Monitor *Localizer*

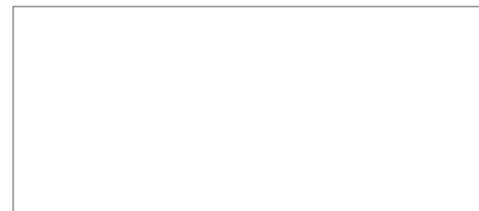


Gambar 4.8 Monitor *Localizer* Tx1 dan Tx 2 Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

Pada gambar di atas merupakan gambaran system monitor yang merupakan gambaran dari *Localizer* Transmitter 1 dan Transmitter 2. Dimana CSB dan SBO *reflected* bernilai nol hal ini dikarenakan antenna memancarkan sinyalnya secara keseluruhan secara bagus atau bisa dikatakan sinyal dipancarkan semuanya dari yang telah dipancarkan.

4.3.2 *Glide Slope*

Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali *Glide Slope* di gunakan untuk memberikan panduan vertikal bagi pesawat selama pendekatan ILS (*Instrument Landing System*). *Glide slope path* standar adalah 3° menurun ke ujung *approach runway*. Melacak *Glide Slope* identik dengan melacak sebuah *Localizer*. Jika jarum *Glide Slope* bergeser dari tengah, ke atas atau ke bawah, gerakan pesawat ke arah jarum jam dengan menyotel *engine power* yang ada pada pesawat.



Gambar 4.12 Perangkat *Glide Slope* Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

4.3.2.1 Data Monitor *Glide Slope*



Gambar 4.13 Monitor *Glide Slope* Tx1 dan Tx 2 Di

Bandar Udara Ngurah Rai Bali

Konfigurasi data di atas merupakan data yang telah di pancarkan oleh antenna *Glide Slope* tersendiri secara normal, dimana diketahui dengan *Path DDM*, *Path RF Level* dan *Path SDM* yang dipancarkan oleh TX 1 dan TX 2 berwarna hijau. Apabila terjadi kerusakan maka alarm akan berbunyi dan langsung akan berwarna merah dari data gambar di atas.

4.3.3 MARKER BEACON

Marker Beacon digunakan untuk kesiapan pilot terhadap suatu tindakan untuk mengetahui jarak pada suatu Bandara. Informasi diperuntukkan kepada pilot oleh isyarat *audio* dan *visual*. *Marker Beacon* yang digunakan di Bandar Udara Ngurah rai Bali tersendiri hanya menggunakan Middle Markernya hal ini di karenakan Mrker Beacon beroperasi pada Katagori 1. *Marker Beacon* ditempatkan ditempatkan di interval yang ditetapkan sepanjang ILS (*Instrument Landing System*) *approaches* dan dikenali dengan audio yang terpisah dan karakteristik-karakteristik *visual* (lihat tabel di bawah). Semua *Marker Beacon* beroperasi pada frekuensi 75 MHz.

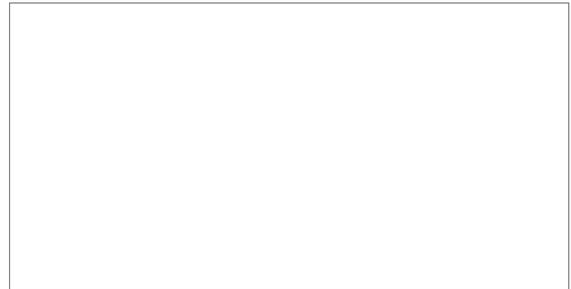


Gambar 4.15 Indikator *Marker Beacon*

4.4 Pemfilteran Pada ILS (*Instrument Landing System*)

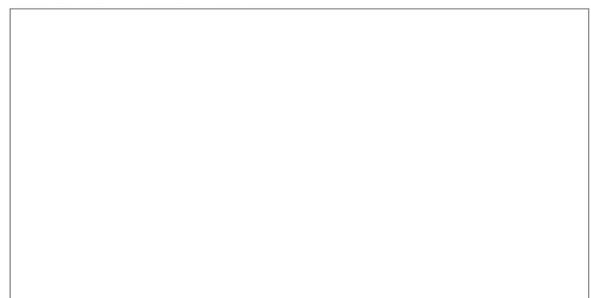
Dari data yang sudah ada, pemfilteran ILS (*Instrument Landing System*) Sangat diperlukan guna mengoptimalkan pancaran sinyal-sinyal yang dipancarkan oleh antena *Localizer* dan *Glide Slope*. Pancaran yang dipancarkan oleh kedua antena tersebut sangat mempengaruhi hasil dari DDM yang terbentuk untuk proses landing dari suatu pesawat terbang. Selain dibantu dengan pancaran sinyal *Clearence* yang berguna untuk memfilter sinyal-sinyal yang dipancarkan pemfilteran juga berfungsi untuk mengoptimalkan gangguan-gangguan oleh *noise*.

Pemfilteran pada ILS (*Instrument Landing System*) juga menentukan batasan dari nilai inputan yang di masukkan dalam suatu data. Disini pemfilteran pada ILS (*Instrument Landing System*) menggunakan *bandpass* filter dimana akan melooskan frekuensi hanya pada batas yang telah ditentukan dari data inputan yang telah di masukkan. Dengan demikian, frekuensi dibawah 108 MHz dan di atas 112 MHz untuk *Localizer* serta frekuensi di bawah 328 MHz dan diatas 336 MHz akan diredam sehingga pemfilteran ini dilakukan untuk menghindari intereferensi sinyal di luar batas dari frekuensi tersebut.



Gambar 4.23 Gambar *Window Dolph-Chebyshev*

Pada program Filter yang telah dijalankan maka dapat bias difungsikan sebagai *Low Pass Filter*, *Hight pass Filter*, *Band Pass Filter* dan *Band Stop Filter*. Sedangkan window yang di gunakan diantaranya *Window Rectangular*, *Window Haming*, *Window Vonhann*, *Window Blackman*, *Window Dolph-Chebyshev*. Untuk *High Pass Filter*, cara yang digunakan adalah metode *Reverse* dari *Low Pass Filter*. Metode ini merupakan salah satu metode untuk mendapatkan Respon *High Pass* dari Respon *Low Pass*. Sebenarnya ada 2 metode untuk mendapatkan Respon *High Pass* yaitu Metode *Reverse* dan Metode *Inverse*.



Gambar 4.25 Gambar *Pole-Zero Placement*

Ada empat jenis filter yang bisa dipilih. Perbedaan dari masing-masing filter adalah terletak pada rumus impuls responnya

- Low pass filter >>> $z1=-1; z2=-1; za=z1+z2; zb=z1*z2$
- High pass filter >>> $z1=1; z2=1; za=z1+z2; zb=z1*z2$
- Band pass filter >>> $z1=-1; z2=1; za=z1+z2; zb=z1*z2$
- Band stop filter >>> $za=2*\cos(\theta); zb=1$

Nilai dari sudut dan jari-jari akan mempengaruhi frekuensi respon yang kita inginkan. Nilai sudut akan

mempengaruhi nilai frekuensi cut off filter. Sedangkan nilai jari-jari akan mempengaruhi nilai ketajaman atau slope dari frekuensi respon filter.

4.6 AFL (Airfield Lighting System) Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali

4.6.1 Threshold Lighting

Threshold Lighting adalah rambu penerangan yang berfungsi sebagai penunjuk ambang batas landasan. Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali dipasang pada batas ambang landasan pacu dengan menggunakan filter hijau dan merah yang berjarak 1,5 meter antar lampu. *Threshold lighting* memancarkan cahaya hijau jika dilihat oleh penerbang yang mendarat dan memancarkan cahaya merah apabila dilihat oleh penerbang yang akan tinggal landas.



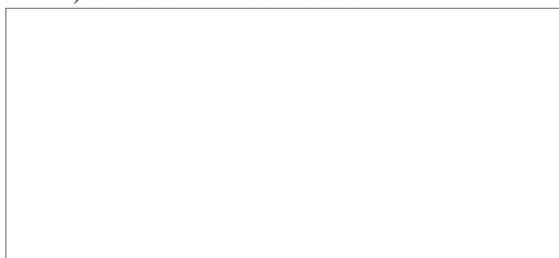
Gambar 4.26 *Threshold Lighting*

4.6.2 Approach Lighting

Approach Lighting adalah instalasi penerangan bagi ancangan pendaratan yang dipasang simetris dari ujung perpanjangan landasan pacu sampai dengan *threshold* menurut kebutuhan operasional Bandar Udara. Yang berfungsi sebagai petunjuk kepada pilot tentang posisi, arah pendaratan dan jarak terhadap ambang landasan pada saat pendaratan sampai dengan akhir ancangan (*final approach*).

4.6.3 Wind Cone

Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali *Wind Cone* adalah suatu tanda yang memberi tahu arah angin bagi pendaratan atau lepas landas suatu pesawat terbang. Pada *Wind Cone* tersensendiri dari analisis hanya menunjukkan darimana pesawat akan *Landing*, dari sisi pendaratan 09 atau dari sisi 27 dan biasanya pesawat sudah diberitahu oleh ATC (*Air Traffic Control*) mau mendarat dari arah mana.



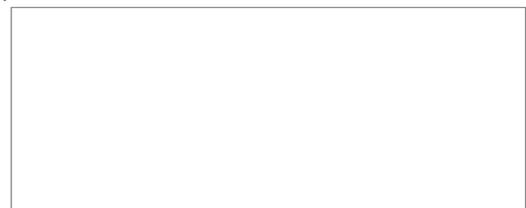
Gambar 4.27 *Wind Cone*

4.6.4 PAPI (Precision Approach Path Indicator)

Salah satu alat bantu pendaratan *visual* adalah PAPI

(*Precision Approach Path Indicator*) yang ada di Bandar Udara Ngurah Rai Bali. PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) yaitu alat bantu atau panduan pendaratan *visual* yang memancarkan cahaya untuk memberi informasi kepada penerbang mengenai sudut luncur (*slope angle*) yang benar, untuk memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan yang digunakan pada siang atau malam hari, supaya pendaratan tepat pada saat luncur dan posisi *touch down zone* pada kondisi cuaca baik atau buruk.

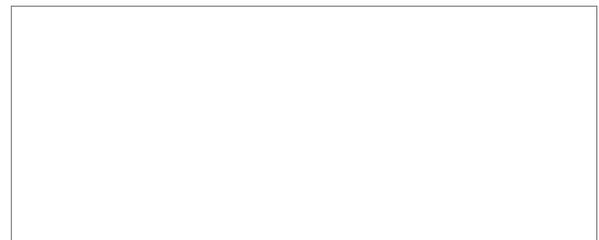
PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) dapat digunakan pada siang hari, cuaca buruk dan malam hari. Fungsi dari PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) adalah memberikan sudut pendaratan. Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali,



Gambar 4.28 PAPI (*Precision Approach Path Indicator*)

4.6.5 Runway Edge Light

Peralatan ini merupakan rambu penerangan landas pacu, terdiri dari lampu-lampu yang dipasang pada jarak tertentu di tepi kiri dan kanan landas pacu untuk memberi tuntunan kepada penerbang pada pendaratan, dan tinggal landas pesawat terbang disiang hari pada saat cuaca buruk atau berkabut serta pada saat malam hari.



Gambar 4.30 *Runway Edge Light*

4.7 ILS (Instrument Landing System) Dengan AFL (Airfield Lighting System)

Konfigurasi ILS (*Instrument Landing System*) dan AFL (*Airfield Lighting System*) di Bandar Udara Ngurah Rai Bali dalam memberikan informasi sangat besar pengaruhnya pada pendaratan pesawat yang mau mendarat di Bandar Udara Ngurah Rai Bali. ILS (*Instrument Landing System*) tersendiri dimaksudkan untuk mempermudah penerbang mengadakan pendekatan ke landasan terutama pada waktu cuaca kurang baik dan pencahayaan dari lampu-lampu AFL (*Airfield Lighting System*) pancaran cahayanya kurang terang pada suatu Bandar Udara.

Supaya aman dalam melakukan pendaratan diperlukan

koonfigurasi dari ILS (*Instrument Landing System*) dan AFL (*Airfield Lighting System*) dimana keduanya mempunyai peranan yang berbeda, dimana pada ILS (*Instrument Landing System*) memberikan informasi yang tepat untuk posisi atau jarak pesawat terhadap *threshold* landasan, posisi terbang di sumbu atau (*center line*) landasan dan sudut pendaratan.

Pada ILS (*Instrument Landing System*) terdiri dari seperangkat peralatan bantuan navigasi yang terdapat di darat dan di pesawat udara untuk pendaratan dalam kondisi pengendalian dengan *instrument*. Parameter yang dapat dibaca penerbang ialah jarak dan arah terhadap landas pacu, serta sudut luncur pesawat udara terhadap ujung landasan. Di Bandar Udara Ngurah Rai tersendiri system alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing System*) terdiri dari *Localizer*, *Glide Slope* dan *Marker Beacon*, dimana ketiga dari alat tersebut memiliki fungsi dan peranan masing-masing.

4.7.1 Tabel Data *Glide Slope*

Parameter	Nominal Value After Scaling	Lower Limit	Upper Limit
RF level	100%	25%	200%
SDM	80%	75%	85%
DDM	0.000	-0.056	+0.056

Tabel 4.2 Pengaturan Alarm *Glide Slope*

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa dari data yang dihasilkan merupakan batasan dari nilai yang ditunjukkan pada data tabel gambar 4.43. Data dari tabel merupakan batasan dari skala nilai *Nominal Value After Scaling* yang menunjukkan nilai dari batasan nilai parameter RF Level 100 %, SDM 80 % dan DDM 0.000. Dari *Lower Limit* nilai dari batasan parameter RF Level 25 %, SDM 75 % dan DDM -0.056. *Upper Limit* nilai dari batasan parameter RF Level 200%, SDM 85 % dan DDM +0.056.

Dari data tabel 4.25 menunjukkan bahwa nilai Monitor Integral 1 dan Monitor 2 menunjukkan nilai 93.0 %, 105.3 %. Dapat deketahui bahwa parameter menunjukkan keadaan normal dimana tidak melebihi data inputan data *Lower Limit* dan *Upper Limit*nya. Begitu juga dengan data parameter lainnya, apabila melebihi dari batasan maka secara otomatis alarm akan berbunyi dan akan langsung pindah ke alat satunya yang sudah stanby yang talah di setting.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian “Study Banding Komunikasi Alat Bantu Pendaratan *Instrument Landing System* Dengan *Airfield Lighting System* Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali” ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komunikasi data yang di dihasilkan dari ILS (*Instrument Landing System*) dan AFL (*Airfield Lighting System*) dapat memandu pesawat dalam proses *landing* dimana koonfigurasi keduanya sangat diperlukan dalam berbagai situasi dan saling melengkapi apabila ada satu alat yang mengalami kerusakan system.
2. Pada alat bantu pendaratan ILS (*Instrument Landing Sysytem*) di data yang ada pada *Localizer* dan *Glide Slope* tidak boleh di ubah-ubah kecuali ada reset ulang dan biasanya daya yang dipancarkan tidak boleh melebihi 17 Watts.
3. Pada *Localizer* dan *Glide Slope* sinyal modulasinya yaitu 90 Hz dan 150 Hz,di mana keduanya mempunyai Sinyal Clearance yang membatu memfilter sinyal- siyal yang dipancarkan oleh antena *Localizer* Dan *Glide Slope* tersendiri.
4. Pada proses sinyal modulasi 90 Hz dan 150 Hz, (DDM (*Depth of Modulation*) = 0) pada *Localizer* dan *Glide Slope* hal ini di karenakan agar system perangkat penerima sinyal di pesawat dapat mendarat dengan baik dan benar sesuai dari modulasi sinyal 90 Hz dan 150 Hz.
5. Pada pemfilteran sinyal yang dihasilkan maka nilai dari frekuensi di perlukan 3 buah masukan sinyal agar dapat mengetahui nilai sudut(Hz) adalah 167 Hz.
6. Pada AFL (*Airfield Ligting System*) informasi komunikasi yang diberikan dalam memandu pesawat pada proses *landing* harus mengikuti informasi *visual* yang diberikan oleh isayat lampu-lampu yang telah di pasang di Bandar Udara Ngurah RaiBali terutama pada lampu PAPI yaitu, untuk menentukan sudut pendaratan yang benar dan pada lampu *Approach Lighting* yaitu untuk menentukan *Center Line* dari landasan pacu pada proses *landing*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil ini untuk penyempurnaan penelitian berikutnya diperoleh saran sebagai berikut:

1. Diperlukanya *Localizer* pada *runway* 09 agar bisa melakukan pendaratan dari dua sisi *runway* agar keselamatan pendaratan lebih terjamin.
2. Diperlukanya instalasi *Inner Marker* dan *outer Marker* pada *Marker Beacon* agar dapat menentukan jarak pada audibel pada pesawat pada proses *landing*.
3. Diperlukanya *Runway Center Light* pada landasan Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali, agar keselamatan pada proses pendaratan lebih terjamin.

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan, kesempatan dan kelancaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Study Banding Komunikasi Alat Bantu Pendaratan *Instrument Landing System* Dengan *Airfield Lighting System* Di Bandar Udara Ngurah Rai Bali” tanpa ada halangan yang berarti. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Program Studi Strata Satu (S1) Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu tersusunnya skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak. Sumardi ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember.
3. Ibu Ike Fibriani, S.T., M. T. selaku Dosen Pembimbing I. Terimakasih Bu atas semua bimbingan, tuntunan, tempat dan segala komponennya hingga saya dan teman-teman dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Catur Suko Sarwono, S.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I, dan Bapak Satryo Budi Utomo, ST., MT. selaku Dosen Penguji II.
6. Pak Suroto dan Bu Lilik yang sudah menasehati saya selama ini, meskipun selama ini saya penuh dengan kesalahan.
7. Keluarga besar Kontrak’an Kaliurang, Seyeg, Mendo, jababul, Mawardah. Uyab, Ketoyek, Endel, Begeyog, Unto Arab, Gandhol, Pak Dalang dan Bu Dalang “terima kasih atas rasa kekeluargaan dan persaudaraannya”, disini aku dapatkan segalanya & aku bangga menjadi salah satu bagian dari kalian, jangan lupa tentang persahabatan indah kita selama ini.
8. TE ’10 terima kasih atas kebersamaannya, Tanpa kalian aku bukan apa-apa. Keep in contact friend.

Daftar Pustaka

- [1] Northrop. Wilcox. 1984: “ *Instrument Manual Localizer and Glide Slope*”.
- [2] Faidi M. 2013: “ *Gambaran umum Instrument Landing System (ILS) Bagian Ahir.*”
- [3] Faidi M. 2013: “ *Gambaran umum Instrument Landing System (ILS) Bagian I.*”
- [4] Faidi M. 2013: “ *Gambaran umum Instrument Landing System (ILS) Bagian II.*”
- [5] Hartati A. 2012: “*ANALISIS PENGEMBANGAN RUNWAY DAN FASILITAS ALAT BANTU PENDARATAN DI BANDAR UDARA DEPATI AMIR BANGKA*”. [6] (Park & Ks, 2000) Park, O., & Ks, U.S.A. (2000): “*MODEL 2100 SINGLE FREQUENCY*”.
- [7] (Park & Ks, 2000) Park, O., & U.S.A. (2000): “*MODEL 2110 NULL REFERENCE/SIDEBAND REFERENCE GLIDE SLOPE*”.
- [8] Dwijayanto.D (L2F 607 022). 2010: “*Makalah Seminar Kerja Praktek GLIDE SLOPE WILCOX MARK 10 SEBAGAI INSTRUMENT LANDING SYSTEM*”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [9] Dwi Cahyo.R (L2F 607 044)). 2010: “*MAKALAH SEMINAR KERJA PRAKTEK LOCALIZER GROUP WILCOX MARK 10 SEBAGAI SUBSYSTEM INSTRUMENT LANDING SYSTEM*”. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [10] Anshori.I. 2009: “*Analog Filter dan Digital Filter*”.
- [11] Park.O. 1998: “*CAPTURE – EFFECT LOCALIZER*”.
- [12] Manual. M. 1998: “*CAPTURE – EFFECT LOCALIZER*”.
- [13] (Park & Ks,2000) Park, O., & Ks, U.S.A. (2000): “ *MODEL 2110 GLIDE SLOPE SYSTEM*”.
- [14] Manual, M. 1993: “*MODEL 1110*”.
- [15] ALCS Maintenance Manual ADB. 2013: “ *Airfield Ground Lighting Control & Monitoring System*”.