

**EVALUASI PERKERASAN RUNWAY BANDAR UDARA  
SULTAN SYARIF KASIM (SSK) II PEKANBARU  
TERHADAP PESAWAT B737-900 ER DENGAN  
METODE ACN-PCN**

**Moulana Rizaldi<sup>1)</sup>, Ari Sandhyavitri<sup>2)</sup>, Alfian Malik<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode 28293

Email :

[moulana.rizaldi3971@student.unri.ac.id](mailto:moulana.rizaldi3971@student.unri.ac.id)

**ABSTRACT**

*The airport is an air transportation facility which has now become an important part of the movement of people and goods. The growing Indonesian economy, especially the Riau Province and Pekanbaru City, also has a big role in increasing the use of airport facilities. All available facilities must meet service standards including the runway section for aircraft services. As aircraft movements increase every year, it is necessary to evaluate the operational side of pavement conditions, so this study aims to analyze the PCN value of the runway using the ACN-PCN comparison method for the B737-900 ER aircraft. Based on a report issued by the Ministry of Transportation, the PCN value of the existing runway is 66/F/B/X/T. The results of the evaluation using COMFAA show that in 2025, the runway structure needs to be improved to serve the movement of the B737-900 ER aircraft in 2025 which has a PCN value of 48 F/B/X/T, while the ACN value of the aircraft is 49,8 with a total aircraft movement of reaching 69,369 aircraft per year.*

*Keywords: runway, facility, evaluate, aircraft movement, existing*

**A. PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi konstruksi telah mengalami kemajuan yang cukup pesat, terutama pada bidang bahan bangunan. Salah satu bentuk kemajuan teknologi bahan bangunan yang sampai saat ini mengalami perkembangan adalah mortar. Mortar merupakan material struktur yang sangat penting dalam bidang konstruksi mengingat sekarang banyak bangunan yang telah menggunakan beton dan mortar sebagai bahan bangunan, mudah dalam pengerjaan,

Data pada tahun 2020 menunjukkan nilai PCN *runway* sebesar 66 atau diidentifikasi ke dalam kode 66/F/B/X/T. Sebanyak 45.420 pesawat menggunakan *runway* bandar udara Sultan Syarif Kasim II, sedangkan pada tahun

2025 diperkirakan mencapai 69.369 pesawat dengan B737-900ER tercatat sebagai pesawat terbesar yang menggunakan *runway* saat ini

Menurut peraturan Keputusan Menteri Perhubungan (Kepmenhub) Nomor 69 tahun 2013 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional diperlukan analisis kenaikan jumlah pesawat pada jam sibuk penerbangan agar tidak terjadi kelebihan kapasitas pesawat pada tahun-tahun mendatang dan setiap pengelola bandara diwajibkan untuk mengevaluasi fasilitas yang dimiliki setiap 5 tahun.

Jumlah penumpang yang meningkat akan berdampak pada penambahan jumlah frekuensi penerbangan yang akan membutuhkan peningkatan pelayanan fasilitas sisi udara meliputi landas pacu

(*runway*) yang harus memenuhi standar kekuatan dan kebutuhan dimensi ukurannya.

## **B. TINJAUAN PUSTAKA**

### **B.1 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 antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya

Bandar udara merupakan area daratan atau udara yang secara teratur digunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat. Tempat ini dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas untuk menyimpan dan memperbaiki pesawat sebagai tambahan fasilitas-fasilitas umum lainnya untuk penumpang dan barang (Bethary, 2018).

Adapun peran bandar udara adalah sebagai berikut :

1. simpul dalam jaringan transportasi sesuai dengan hirarkinya,
2. pintu gerbang kegiatan perekonomian,
3. tempat kegiatan alih moda transportasi,
4. pendorong dan penunjang kegiatan industri dan/atau perdagangan,
5. pembuka isolasi daerah, pengembangan daerah perbatasan, dan penanganan bencana,
6. prasarana memperkuat wawasan nusantara dan kedaulatan negara.

### **B.2 Landasan Pacu**

Landasan pacu (*runway*) adalah suatu bidang persegi panjang tertentu di dalam lokasi bandar udara yang berupa suatu perkerasan yang disiapkan untuk pesawat melakukan kegiatan pendaratan (*landing*) dan tinggal landas (*take off*) (Petunjuk Pelaksanaan, Perencanaan/Perancangan Landasan Pacu, Taxiway, Dan Apron Pada

Bandar Udara, 2003). Menurut (Horonjeff et al., 2010) sistem *runway* terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantal hembusan (*blastpad*), dan daerah aman *runway* (*runway end safety area*). Uraian dari sistem *runway* adalah sebagai berikut:

1. Perkerasan struktur, mendukung beban pesawat sehubungan dengan beban struktur, kemampuan manuver, kendali, stabilitas dan kriteria dimensi dan operasi lainnya.
2. Bahu landasan (*shoulder*), terletak berdekatan dengan pinggir perkerasan struktur untuk menahan erosi hembusan jet, menampung peralatan, dan untuk pemeliharaan dan keadaan darurat.
3. Bantalan hembusan (*blast pad*) adalah suatu daerah yang dirancang untuk mencegah erosi permukaan yang berdekatan dengan ujung-ujung *runway* yang menerima hembusan jet yang terus-menerus atau berulang. ICAO menetapkan panjang bantal hembusan 100 feet (30 m) sedangkan lebar harus mencakup baik lebar *runway* maupun bahu landasan (Horonjeff et al., 2010).

Daerah aman *runway* (*runway end safety area*), adalah daerah yang bersih tanpa benda-benda yang mengganggu, diberi drainase, rata dan mencakup perkerasan struktur, bahu landasan, bantal hembusan dan daerah perhentian, apabila disediakan. Daerah ini selain harus mampu untuk mendukung beban peralatan pemeliharaan dan dalam keadaan darurat juga harus mampu mendukung pesawat seandainya pesawat karena sesuatu hal keluar dari landasan.

### **B.3 Konfigurasi Bandar Udara**

Sebelum merancang sebuah lapangan terbang dan fasilitasnya, dibutuhkan pengetahuan tentang karakteristik pesawat terbang untuk merencanakan sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Beberapa hal yang terkait dengan karakteristik pesawat terbang adalah ukuran, berat, dan konfigurasi roda pesawat terbang. Menurut (Horonjeff et

al., 2010) berat pesawat terbang penting untuk menentukan tebal perkerasan *runway*, *taxiway*, dan *apron*, serta panjang *runway* untuk lepas landas dan pendaratan pada suatu bandara. Bentang sayap dan panjang badan pesawat mempengaruhi perkiraan luasan *apron* parkir, yang akan mempengaruhi susunan gedung-gedung terminal.

### B.3.1 Ukuran Pesawat Terbang

Beberapa hal yang terkait dengan ukuran pesawat terbang diantaranya (Horonjeff et al., 2010):

#### a. *Wingspan*

*Wingspan* atau lebar rentang pesawat diukur dari ujung kiri sayap sampai ujung sayap kanan.

#### b. *Length*

*Length* atau panjang badan pesawat diukur dari ujung hidung sampai ujung ekor.

#### c. *Height*

*Height* atau Tinggi pesawat terbang, diukur dari muka lapis keras tempat berdiri sampai bagian tertinggi dari pesawat (ekor).

#### d. *Wheel base*

*Wheel base* merupakan jarak antara as roda utama (*main wheel*) sampai as roda depan (*nose wheel*).

#### e. *Wheel tread*

*Wheel tread* merupakan jarak antara as roda utama kiri dan as roda utama kanan.

### B.3.2 Ukuran Pesawat Terbang

Menurut (Horonjeff et al., 2010), berat pesawat terbang penting untuk menentukan tebal perkerasan *runway*, *taxiway* dan *apron* serta panjang *runway* lepas landas dan pendaratan. Berat pesawat memiliki karakteristik yang telah ditentukan oleh perusahaan pembuat pesawat. Berat pesawat akan ditransfer melalui konfigurasi roda pesawat menjadi beban roda yang akan diterima oleh perkerasan landasan.

Adapun berat pesawat yang perlu diketahui adalah sebagai berikut (Basuki,

2008):

#### a. *Operating Empty Weight (OEW)*

Adalah berat utama pesawat, termasuk awak pesawat, dan peralatan pesawat, tetapi tidak termasuk bahan bakar dan muatan yang ada.

#### b. *Pay load*

Adalah beban yang diizinkan untuk diangkut pesawat sesuai dengan persyaratan yang ada. Beban ini termasuk produksi muatan (barang/ penumpang) yang membayar, barang, surat-surat, paket-paket, dan bagasi.

#### c. Berat bahan bakar kosong (*Zero fuel weight*)

Adalah batasan berat, spesifik pada tiap jenis pesawat, di atas batasan berat itu tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat sedang terbang, tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan.

### B.3.2 Ukuran Pesawat Terbang

Konfigurasi roda pesawat terdiri dari roda pendaratan utama (*main gear*) dan roda depan (*nose gear*). Konfigurasi roda pendaratan utama (*main landing gear*) menunjukkan bagaimanareaksi perkerasan terhadap beban yang diterimanya. Konfigurasi roda pendaratan utama dirancang untuk dapat mengatasi gaya-gaya yang ditimbulkan pada saat melakukan pendaratan dan berdasarkan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum.

### B.4 Rencana Induk Bandara

Menurut (2008, 2008) rencana induk adalah pedoman pembangunan dan pengembangan bandar udara yang mencakup keseluruhan kebutuhan dan penggunaan tanah serta ruang udara untuk kegiatan penerbangan dan kegiatan penunjang penerbangan dengan mempertimbangkan aspek-aspek teknis, pertahanan keamanan, sosial budaya serta aspek-aspek terkait lainnya.

Tujuan keseluruhan dari rencana induk bandara adalah untuk memberikan pedoman bagi pengembangan di masa depan yang akan memenuhi tuntutan penerbangan dan sesuai dengan lingkungan, perkembangan masyarakat dan cara-cara transportasi lainnya (Horonjeff et al., 2010).

Rencana induk merupakan konsep pengembangan lapangan terbang *ultimate* artinya rencana induk dibuat berdasarkan prakiraan kebutuhan jasa angkutan udara dan pengembangan bandar udara di masa mendatang serta mempunyai batas jenuh dalam jangka waktu tertentu. Pengembangan tersebut dapat meliputi jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang. Pada umumnya kurun waktu pengembangan jangka panjang adalah Meskipun demikian perlu dilakukan evaluasi terhadap rencana induk yang ada sekurang-kurangnya sekali dalam 5 tahun dengan memperhatikan perkembangan lalu lintas udara yang dilayani serta memperhatikan kondisi lingkungan strategis yang melingkupinya.

#### **B.4.1 Proses perencanaan**

Langkah-langkah dalam proses perencanaan sebuah *master plan* terdiri dari (Sandhyavitri & Taufik, 2005):

1. Mempersiapkan program kerja dari *master planning*.
2. Inventarisasi dan dokumentasi dari kondisi yang ada.
3. Prakiraan kebutuhan lalu lintas udara dimasa datang.
4. Penentuan kebutuhan fasilitas dan pengembangannya dalam waktu yang sama.
5. Mengevaluasi batasan-batasan yang ada dan batas yang potensial (yang mungkin timbul).

#### **B.4.2 Prakiraan untuk perencanaan**

Beberapa konsep yang perlu diperhatikan dalam membuat prakiraan/*forecasting* sebuah *master*

*plan* (Sandhyavitri & Taufik, 2005) :

##### **1. Tujuan membuat *forecasting***

Hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan *forecasting* adalah:

a. *Forecasting* digunakan untuk menyediakan informasi dalam rencana pembuatan bandara yaitu rencana fisik & rencana biaya.

b. Bukan untuk memprediksi sesuatu yang tidak diketahui dimasa mendatang secara tepat (*precise*).

2. Hal yang terpenting dalam perencanaan bandara adalah pergerakan penumpang, pergerakan pesawat, dan barang yang diangkut/kargo.

#### **B.5 Perkerasan**

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung berlainan (Basuki, 2008). Menurut Basuki (2008) perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata-rata pesawat, permukaan yang rata akan menghasilkan jalan pesawat yang *comfort*, sehingga harus dijamin bahwa tiap-tiap lapisan dari atas ke bawah cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga tidak mengalami distress (perubahan lapisan karena tidak mampu menahan beban).

Perencanaannya perkerasan dibagi atas 2 jenis yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan aspal dan agregat bermutu tinggi dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai pengikat dengan slab-slab beton. Dalam hal ini runway dan taxiway menggunakan perkerasan lentur sedangkan apron menggunakan perkerasan kaku (Permenhub 3, 2008).

##### **B.5.1 Perkerasan Lentur**

Menurut (Basuki, 2008) dalam buku "Merancang Merencanakan Lapangan Terbang", perkerasan lentur adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat *elastis*, maksudnya adalah perkerasan akan melendut

saat diberi pembebanan. Pada umumnya susunan lapisan konstruksi perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan diantaranya :

1. Tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar merupakan bagian yang penting dalam perencanaan landasan pacu karena lapisan ini adalah lapisan terbawah yang akan mendukung konstruksi dan beban di atasnya. Penyelidikan terhadap tanah dasar sangat diperlukan guna mengetahui jenis dan daya dukung tanah.

2. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) adalah bagian dari konstruksi perkerasan landasan pacu yang terletak diantara tanah dasar (*subgrade*) dan lapisan pondasi atas (*base course*).

Menurut (Horonjeff et al., 2010) fungsi lapisan pondasi bawah adalah sebagai berikut :

a. bagian dari konstruksi perkerasan yang mendukung dan menyebarkan beban roda ke tanah dasar,

b. mencapai efisiensi penggunaan material yang murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi),

c. untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi atas.

2. Lapis pondasi atas (*base course*)

Lapisan ini terletak diantara lapisan permukaan dan lapisan pondasi bawah. Lapisan ini terdiri dari material batu pecah dengan berbagai ukuran yang memiliki kualitas tinggi.

3. Lapis permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan merupakan lapisan yang berada paling atas dan mengalami kontak langsung dengan beban roda pesawat. Lapisan ini harus memiliki stabilitas yang tinggi (tidak terjadi perubahan bentuk), kedap air, dan mampu menyalurkan beban yang diterima ke lapisan di bawahnya sehingga pendistribusian beban hingga ke lapisan tanah dasar.

## B.5.2 Metode Perkerasan lentur

Perhitungan tebal perkerasan metode FAA dibuat berdasarkan pengalaman-pengalaman dari *corps of engineers* dalam menggunakan metode CBR dan telah teruji bahwa perhitungan dengan memakai grafik FAA bisa dipakai sampai 20 tahun, bebas dari perbaikan yang berarti kecuali ada perubahan lalu lintas pesawat berbeda jauh dengan ramalan lalu lintas pesawat . Untuk dapat menentukan tebal perkerasan beberapa variabel yang perlu diketahui antara lain :

a. nilai CBR *subgrade* dan *subbase*

b. berat *maximum take off weight* pesawat (MTOW)

c. jumlah keberangkatan tahunan (*annual departure*)

d. tipe roda pendaratan tiap pesawat.

## B.6 Perkerasan Landasan Pacu

Kekuatan perkerasan fasilitas sisi udara dinyatakan dalam suatu rangkaian angka dan huruf yang dinyatakan dengan Pavement classification number (PCN). PCN adalah angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi tidak terbatas pesawat dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN. (Manual of Standard 139 - Aerodrome, DGCA).

PCN menggambarkan kekuatan struktur perkerasan, jenis perkerasan, batas kekuatan subgrade, batas tekanan roda pesawat dan teknik perhitungan nilai PCN. Secara garis besar, nilai PCN adalah ditulis dalam format berikut :

PCN / F / A / Y / T

Format publikasi sistem penulisan PCN yang sesuai dengan FAA Advisory Circular AC 150/5335 – 5B tahun 2011 .

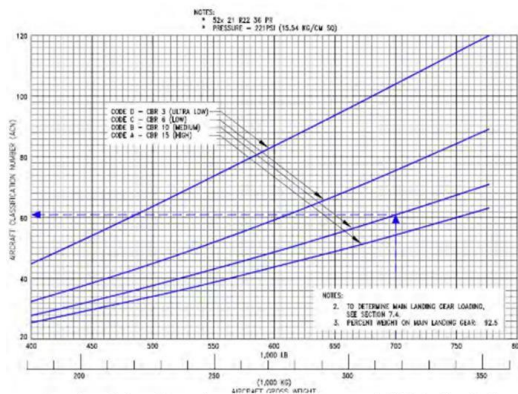
Kode nilai PCN berdasarkan metode yang digunakan untuk menghitung nilai PCN dibedakan menjadi dua metode yaitu metode secara teknik dengan diberi Kode "T" dan metode menggunakan ujicoba pesawat diberi Kode "U".



## B.7 Metode Pendekatan Evaluasi Perkerasan

Perkerasan fasilitas sisi udara salah satunya apron dapat dilakukan evaluasi dengan asumsi sebagai berikut:

1. Menentukan nilai ACN dengan metode grafis dari pabrik pembuat pesawat, *software* computer dan metode dari Canadian Department of



Gambar 1. Contoh Grafik Perhitungan ACN dari Pabrik Pesawat Boeing 737-900ER (Sumber : Boeing, 2004)

Perhitungan ACN (ACN computation mode). Pada mode perhitungan ACN, COMFAA dapat melakukan :

1. Perhitungan ACN pesawat untuk perkerasan lentur
2. Perhitungan ACN pesawat untuk perkerasan kaku
3. Perhitungan tebal perkerasan lentur berdasarkan nilai CBR subgrade eksisting.
4. Perhitungan tebal perkerasan kaku berdasarkan nilai k (modulus reaksi tanah) dari tanah dasar eksisting.

## B.8 Metode Aircraft dari Manufacturer

Dengan menggunakan grafik dari pabrik pesawat, kita dapat menentukan nilai ACN sebuah pesawat. Data yang diperlukan adalah berat kotor pesawat dan jenis subgrade yang terdapat pada runway/taxiway/apron yang akan dilalui oleh pesawat tersebut. Sebagai contoh dipilih Boeing 747 - 400ER, flexible

pavement dengan data sebagai berikut:  
Aircraft gross weight = 913 Lbs  
Beban pesawat pada landing gear = 93.6%

1. Untuk jenis subgrade high (A) Maka dengan menarik garis pada grafik ACN vs Aircraft Gross Weight diperoleh nilai ACN = 57
2. Untuk jenis subgrade medium (B) Maka dengan menarik garis pada grafik ACN vs Aircraft Gross Weight diperoleh nilai ACN = 64
3. Untuk jenis subgrade low (C) Maka dengan menarik garis pada grafik ACN vs Aircraft Gross Weight diperoleh nilai ACN = 79

Untuk jenis subgrade ultra low (D) Maka dengan menarik garis pada grafik ACN vs Aircraft Gross

## B.9 Menggunakan Software COMFA

COMFAA adalah program computer yang dikembangkan oleh FAA untuk menghitung perkerasan runway, taxiway, apron baik itu flexible pavement dan rigid pavement bagi jenis pesawat Antonov, Ilyusin, Lockheed-Martin, Canadair, Airbus, Boeing, dsb.

COMFAA telah menyediakan beberapa jenis pesawat berikut data teknisnya yang sudah ada di library program tersebut, untuk pesawat yang tidak tercantum dalam library COMFAA maka kita harus mencari informasi data teknis pesawat tersebut yang kita inputkan di COMFAA dimana untuk selanjutnya program akan menghitung sendiri nilai ACN pesawat tersebut.

## B.10 California Bearing Ratio (CBR)

CBR (California Bearing Ratio) adalah percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh California State Highway Departement. Prinsip pengujian ini adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipergunakan untuk membuat perkerasan.

Kekuatan tanah diuji dengan uji CBR sesuai dengan SNI-1744-1989. Nilai kekuatan tanah tersebut digunakan sebagai acuan perlu tidaknya distabilisasi setelah dibandingkan dengan yang disyaratkan dalam spesifikasinya.

Pengujian CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR dihitung pada penetrasi sebesar 0.1 inci dan penetrasi sebesar 0.2 inci dan selanjutnya hasil kedua perhitungan tersebut dibandingkan sesuai dengan SNI 03-1744-1989 diambil hasil terbesar.

## C. Metodologi Penelitian

### C.1 Gambaran Objek Penelitian

Bandara Internasional Sultan Syarif Kasim II (Koordinat  $0^{\circ}28'53,5''$  LU dan  $101^{\circ}28'7,23''$  BT) yang terletak di Kota Pekanbaru. Bandara Internasional Sultan Syarif Kasim II memiliki panjang runway 2600 m dengan lebar 45 m dan memiliki 2 buah taxiway yang keduanya berdimensi  $165 \times 23$  m dengan sudut terhadap runway, Apron seluas  $107.165 \text{ m}^2$ . Dilengkapi dengan fasilitas standar internasional, Bandara Sultan Syarif Qasim II melayani penerbangan domestik maupun internasional. Landasan pacu bandara menghadap arah utara-selatan dan berada pada ketinggian 31 m (104 feet) di atas muka air laut (Brian, 2016).



Gambar 2. Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru

Rencana induk merupakan rencana

pengembangan yang disusun dalam suatu rancangan. Rencana Induk Bandara Internasional Sultan Syarif Kasim II tertuang dalam Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 3 tahun 2008.

Menurut Permenhub Nomor 48 2002, penyelenggaraan bandar udara wajib melakukan evaluasi atau peninjauan ulang sekurang-kurangnya sekali dalam waktu 5 tahun terhadap rencana induk bandar udara yang telah ada. Pada perencanaan Bandara ini terdiri dari 3 tahap yaitu tahap I, II dan III.

### C.2 Tahap Penelitian

Rancangan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah penelitian korelasional yang bertujuan untuk mendeteksi variasi suatu faktor yang memiliki kaitan dengan variasi pada satu atau lebih faktor berdasarkan koefisien korelasi. Hipotesis di awal menetapkan bahwa, meningkatnya standar kapasitas pesawat akan membutuhkan penambahan kekuatan struktur perkerasan landasan udara bandara. Sehingga untuk membuktikan hipotesis tersebut perlu dilakukan penelitian dengan tahapan-tahapan yang telah ditentukan. Dengan adanya data-data mengenai spesifikasi pesawat dan spesifikasi landasan udara, dapat dilakukan perbandingan sehingga akan memudahkan jalannya penelitian.

### C.3 Eksperimen dan Studi Kasus

Penelitian akan lebih mudah dilakukan jika mampu melihat faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi hasil penelitian. Faktor-faktor yang memiliki peranan tersebut dapat disebut dengan variabel. Pada penelitian ini ada dua variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas berupa spesifikasi pesawat, tekanan roda pendaratan pesawat, frekuensi pergerakan pesawat. Variabel tergantung berupa nilai PCN landasan udara eksisting dan landasan udara rencana.

Pemilihan alat pemilih data dapat diputuskan berdasarkan variabel-variabel

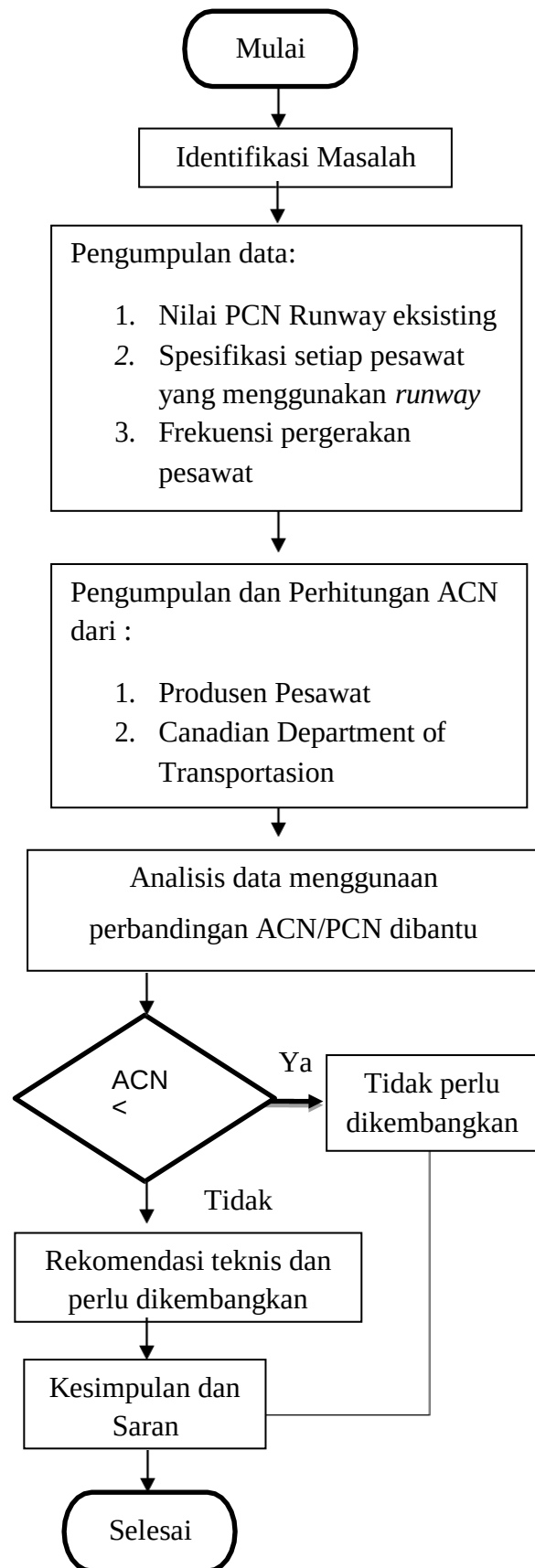
yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini digunakan data primer atau data yang diperoleh langsung dari alat penelitian. Adapun alat pengambil data berupa *software* COMFAA, di dalam *software* tersebut dimasukkan data-data variabel bebas yang didapat dari perusahaan produsen pesawat. Sehingga dari *software* tersebut menghasilkan data nilai PCN landasan udara rencana.

Dalam merencanakan landasan udara baru atau pengembangan perlu mengamati pengaruh keberadaan pesawat sebagai pengguna landasan udara. Maka populasi penelitian ini berupa seluruh jenis pesawat yang akan menggunakan landasan udara. Namun untuk memudahkan perencanaan hanya perlu menggunakan sampel berupa jenis pesawat terbesar yang telah ditetapkan, yaitu pesawat B737-300 dengan spesifikasi yang telah mewakili seluruh jenis pesawat.

Teknik analisis data yang digunakan penelitian ini adalah korelasi bivariate, dengan membandingkan spesifikasi pesawat terbesar yang ditetapkan (ACN) terhadap kemampuan landasan udara dalam menerima beban (PCN). Diharapkan nilai PCN lebih besar dari nilai ACN, maka data korelasi yang dihasilkan adalah berapa % penambahan tebal lapisan landasan udara vs beban pesawat. Dalam penggunaan kurva perencanaan, nilai  $x$  menggambarkan persentase penambahan tebal lapisan landasan udara dan  $y$  adalah data beban yang dimiliki oleh pesawat yang telah ditetapkan.

#### C.4 Diagram Alir Penelitian

Di bawah ini Gambar 3 terlihat alur dan proses untuk mendapatkan hasil dari rencana pengembangan landasan pacu Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru





## D. HASIL DAN PEMBAHASAN

### D.1 Perkerasan Runway

Bandara Sultan Syarif Kasim II memiliki jenis perkerasan pada landasan pacu (runway) berupa perkerasan lentur. Dalam perencanaannya Bandara SSK II berpedoman pada metode yang dikembangkan oleh FAA (Federal Aviation Administration). Langkah perhitungan metode FAA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis pesawat yang dilayani dan karakteristik pesawat

| No | Karakteristik | Nilai      | Satuan |
|----|---------------|------------|--------|
| 1  | ARFL          | 2.249      | M      |
| 2  | Wings         | 34,3       | M      |
| 3  | OMGWS         | 5,72       | M      |
| 4  | Length        | 40,67      | M      |
| 5  | MTOW          | 85.139     | Kg     |
| 6  | MTOW          | 187.699,37 | Lbs    |

2. Menentukan rata-rata pertumbuhan pesawat dan proyeksi pergerakan pesawat tahunan.
3. Penentuan nilai CBR.
4. Menentukan masing-masing tipe roda pendaratan pesawat.

### D.2 Perhitungan PCN dengan Software COMFAA

Perhitungan PCN dengan menggunakan software COMFAA memiliki beberapa langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memasukkan semua jenis pesawat terbang yang beroperasi maupun yang direncanakan akan beroperasi pada software COMFAA. Jenis pesawat yang beroperasi pada Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Jenis Pesawat Beroperasi

| No | Aeroplane Types |
|----|-----------------|
| 1  | A 320 – 200     |
| 2  | A 319           |
| 3  | B 737 - 900 ER  |
| 4  | B 737 - 800 NG  |
| 5  | B 737 – 500     |
| 6  | B 737 – 400     |
| 7  | B 737 300       |
| 8  | B 737 – 200     |
| 9  | CRJ 1000        |
| 10 | ATR 72-500      |

1. Mengkonfirmasi karakteristik pesawat yang beroperasi seperti beban, annual departures, tyre pressure dan lain-lain.
2. Memasukkan tebal perkerasan equivalent hasil perhitungan dengan bantuan Ms. Excel serta nilai kekuatan subgrade, CBR untuk perkerasan lentur,

Perhitungan tebal ekuivalent perkerasan dapat dihitung dengan memasukkan tebal perkerasan eksisting berdasarkan data sekunder yang didapatkan dan faktor konversi.

Tebal minimum lapisan Asphalt Concrete (material P-401) dan lapisan Base Course (material P-209) untuk analisa PCN dengan software COMFAA dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Tebal Minimum Lapisan P-401 dan Lapisan P-209

| Lapis Struktur Perkerasan         | Jumlah Roda pada Main Gear Kurang Dari 4 | Jumlah Roda pada Main Gear Sebanyak 4 atau Lebih |
|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Asphalt Concrete (material P-401) | 3 inchi (8 cm)                           | 5 inchi (13 cm)                                  |

|                                 |                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|
| Base Course<br>(material P-209) | 6 inchi (16 cm) | 8 inchi (21 cm) |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|

3. Klik PCN Batch, kemudian klik PCN batch fleksibel,
4. Setelah program running, hasil perhitungan PCN dapat dilihat dengan mengklik Detail pada menu

Hasil dari running program pada software COMFAA terdiri dari tiga tabel utama. Tabel pertama menunjukkan informasi lalu lintas pesawat, tabel kedua menunjukkan nilai PCN untuk semua kategori kekuatan subgrade dan tabel ketiga menunjukkan nilai ACN pesawat. Hasil running COMFAA selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Dalam penentuan nilai PCN berdasarkan running program pada software COMFAA didapatkan nilai PCN yang dapat dilihat pada Gambar 4. di bawah ini

Gambar 4 Hasil Running Nilai PCN dengan Software COMFAA

Results Table 2. PCN Values

| No. Aircraft Name   | Critical Aircraft Total Equiv. Cows. | Thickness for Total Equiv. Cows. | Maximum Allowable Gross Weight | ACN Thick as Max. Allowable Gross Weight | CDF    | PCN on B(10) |
|---------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|--------|--------------|
| 1 A320-200 Twin std | 1,682,345                            | 701.6                            | 69.263                         | 523.56                                   | 0.2355 | 36.4         |
| 2 A319-100 std      | >5,000,000                           | 688.1                            | 61.249                         | 482.49                                   | 0.0002 | 30.9         |
| 3 B737-900 ER       | 134,047                              | 717.6                            | 76.209                         | 575.71                                   | 3.0195 | 44.0         |
| 4 B737-800          | 399,981                              | 709.7                            | 71.929                         | 549.90                                   | 0.7625 | 40.2         |
| 5 B737-500          | >5,000,000                           | 691.9                            | 57.460                         | 484.21                                   | 0.0005 | 31.1         |
| 6 B737-400          | 1,848,434                            | 701.9                            | 63.166                         | 518.18                                   | 0.0279 | 35.7         |
| 7 B737-300          | >5,000,000                           | 694.2                            | 59.717                         | 492.90                                   | 0.0061 | 32.3         |
| 8 Adv. B737-200     | >5,000,000                           | 688.3                            | 55.605                         | 469.69                                   | 0.0002 | 29.3         |
| 9 CRJ 1000          | >5,000,000                           | 17.2                             | 37.855                         | 399.70                                   | 0.0000 | 21.2         |
| 10 D-50             | >5,000,000                           | 484.5                            | 38.562                         | 410.58                                   | 0.0000 | 22.4         |
| 11 Falcon-50        | >5,000,000                           | 474.8                            | 32.667                         | 422.25                                   | 0.0000 | 23.7         |
| Total CDF =         |                                      |                                  |                                |                                          | 4.0527 |              |

Berdasarkan pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai PCN terbesar didapatkan pada pesawat Boeing 737-900 ER dengan nilai PCN sebesar 44. Oleh karena itu kode untuk PCN Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru adalah 44 F/B/X/T

### D.3 Penentuan Nilai CAN

Pembahasan yang dilakukan berkaitan

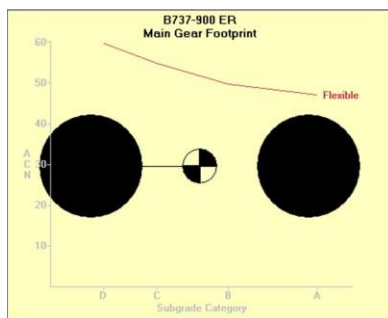
dengan nilai ACN dari pesawat-pesawat yang beroperasi di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Nilai ACN suatu pesawat yang diperoleh pada penelitian ini berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan software COMFAA.

Pada software COMFAA beberapa indikator yang perlu disesuaikan pada spesifikasi teknis pesawat antara lain *Gross Weight*, *%GW on Main Gears* dan *Tire Pressure*. Adapun cara memperolehnya antara lain:

1. COMFAA menggunakan satuan pounds/lbs dalam menentukan nilai gross weight. Gross weight pada pesawat rencana Boeing 737 – 900ER telah ditentukan sebesar 188.200 lbs atau 85,366 kg (MRW) untuk menentukan ACNmax dan 98.495 lbs atau 44,676 kg (OEW) untuk menentukan ACNmin.
2. *%GW on Main Gears* pesawat rencana dapat dilihat pada Gambar 4.1 dengan cara melihat MRW pada ordinat paling kanan sebesar 85,366 kg atau 188.200 lbs, kemudian ditarik garis arah kiri hingga bertemu point CG lalu ditarik garis arah bawah hingga diperoleh persentase sebesar 92,95% atau sebesar 79,320 kg atau 174.932 lbs pada *main landing gear* dari total bobot pesawat. Karena mengacu pada CG untuk menghitung ACN maka untuk bobot 44,676 kg juga digunakan persentase yang sama.
3. Kemudian input nilai persentase *GW on Main Gears* sebesar 92,95% dan *Gross Weight* sebesar 188.200 lbs ke dalam software COMFAA.
4. Standar operasional *tire pressure* pada *main gear* pesawat jenis Boeing 737 – 900 ER adalah sebesar 220 psi.
5. Pada *Computational Modes* pilih ACN dan *Flexible* untuk

mengerahui nilai ACN pesawat jenis Boeing 737-900 ER.

6. Setelah itu didapatkan output dari software COMFAA dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.5 untuk ACNmax, lalu pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.6 untuk ACNmin. Pada output tersebut dapat dilihat dengan mencocokkannya dengan nilai CBR pada PCN eksisting Bandara Sultan Syarif Kasim II untuk kelas B sebesar 10%.



Gambar 4. Grafik Output ACN Maksimum

#### D.4 Perbandingan ACN Pesawat dengan PCN Eksisting

Sesuai dengan FAA Advisory Circular AC 150/5335, nilai PCN *runway/taxiway/apron* memiliki format baku yang terdiri dari 6 karakter yang mana dua karakter pertama adalah nilai angka dan empat karakter berikutnya adalah nilai huruf.

Berdasarkan hasil perhitungan, pada landasan pacu (*runway*) di Bandara Sultan Syarif Kasim II memiliki PCN = 44/F/B/X/T. Maksud dari masing-masing karakter tersebut adalah:

F = *Flexible*, Perkerasan Lentur

B = *Subgrade* medium, nilai CBR tanah dasar 8% - 13%

X = Tekanan roda medium (145 – 218 Psi)

T = Metode secara teknik (*Technical*)

Selanjutnya nilai angka di ACN yang didapatkan dibandingkan dengan nilai angka di PCN *runway* tersebut, apakah lebih besar atau lebih kecil. Setelah itu

kode huruf karakter kedua yaitu nilai *subgrade* pada ACN versi COMFAA dibandingkan dengan yang sesuai yaitu dengan nilai 'B' dari PCN *runway* tersebut, apakah lebih besar atau lebih kecil.

Analisis PCN *runway* = 44 F/B/X/T dibandingkan dengan ACN pesawat terbesar Boeing 737 – 900 ER adalah sebagai berikut:

a. Jenis Perkerasan adalah perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

b. Nilai ACN maksimum versi COMFAA dengan subgrade B adalah 50,8

c. Nilai ACN minimum versi COMFAA dengan subgrade B adalah 23,2

Berdasarkan data tersebut maka dapat diperoleh hasil untuk kemampuan landasan pacu (*runway*) adalah sebagai berikut:

1. ACN maksimum dan PCN eksisting

$$PCN > ACN < 1,1 PCN$$

$$44 < 50,8 > 48,4$$

2. ACN minimum dan PCN eksisting

$$PCN > ACN < 1,1 PCN$$

$$44 > 23,2 < 48,4$$

Pada hasil tersebut dapat dilihat bahwa nilai ACN maksimum pesawat Boeing 737-900 ER tidak memenuhi kemampuan dari landasan pacu (*runway*) di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi terhadap landasan pacu (*runway*) di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru.

#### D.5 Perhitungan contact stress

Pada perhitungan ini akan dibandingkan antara nilai tekanan roda pesawat yang memiliki nilai ACN > PCN yaitu jenis pesawat Boeing 737-900 ER, dengan tekanan roda yang sesuai dengan persyaratan pada nilai PCN perkerasan sisi udara dimana nilai PCNnya adalah 44 F/B/X/T. Kode X pada nilai ACN adalah tekanan roda pesawat yang memiliki tekanan roda sebesar 146 – 218 Psi. Perhitungan contact stressnya adalah

sebagai berikut:

1. Tekanan 1 roda = 220 Psi = 6,89 x 220 = 1515,8 kPa
2. MTOW = 187.699,37 Lbs
3. Jumlah roda pada landing gear = 4
4. Beban pesawat pada landing gear = 92,95 %
5. Beban 1 roda =  $(0,00445 \times 187.699,37) / 4 = 208,82 \text{ kN}$
6. Contact Stress

Contact Stress(kPa) =  $K1 + (K2 \times \text{Tire Pressure}) + (K3 \times \text{Tire Load})$

Dimana :

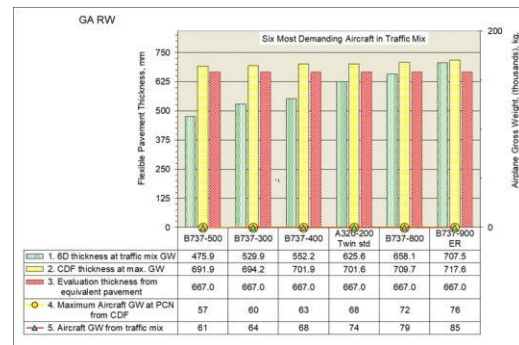
$K1=573.562$  ;  $K2=0.714$  ;  $K3=9.504$

Contact Stress(kPa) =  $573,562 + (0,714 \times 1515,8) + (9,504 \times 208,82)$   
= 3640,43 kPa

Berdasarkan hasil perhitungan nilai contact stress di atas, maka pada pesawat Boeing 737-900ER terhadap perkerasan runway Bandara SSK II dapat memberikan kontribusi dalam mempercepat terjadinya kerusakan pada permukaan landasan pacu. Beberapa jenis kerusakan yang dapat terjadi pada perkerasan runway adalah berupa *cracking* (keretakan), *rutting* (alur), *patching* (tambalan), *disintegration* (pengelupasan), *depression* (amplas).

#### D.6 Evaluasi Ketebalan Perkerasan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai PCN dan ACN maka dapat ditentukan evaluasi ketebalan pada perkerasan runway di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. Berdasarkan output running di software COMFAA dapat dihasilkan diagram perkerasan lentur untuk menentukan evaluasi ketebalan perkerasan di Bandara SSK II. Diagram perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Diagram Korelasi Tebal Perkerasan dan Beban Pesawat

Pada Gambar 4.5 di atas dapat dilihat hasilnya dengan membandingkan nilai *CDF thickness* dengan *evaluation thickness*. Apabila nilai CDF thickness lebih kecil daripada evaluation thickness maka nilai PCN bernilai besar. Pada gambar tersebut dapat dilihat jenis pesawat yang memiliki nilai PCN kecil terdapat pada jenis pesawat B 737-800 dan B737-900ER. Oleh karena itu kedua jenis pesawat tersebut memerlukan evaluasi terhadap perkerasan landasan pacu (*runway*) di Bandara Sultan Syarif Kasim II.

## E. KESIMPULAN DAN SARAN

### E.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Data pergerakan total pesawat pada tahun 2025 adalah 69.369 meningkat 34,45% dibandingkan tahun 2020 dengan pergerakan 45.474 pesawat.
2. Berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan, kondisi eksisting *runway* bandar udara Sultan Syarif Kasim memiliki nilai PCN sebesar 66 atau diidentifikasi ke dalam kode 66/F/B/X/T.
3. Setelah melakukan analisis menggunakan bantuan *software* COMFAA, didapatkan hasil perhitungan nilai PCN sebesar 44 atau diidentifikasi ke dalam

44/F/B/X/T. Nilai ACN maksimum Bandara SSK II adalah 50,8 dan nilai ACN minimum sebesar 22,7. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa Bandara SSK II tidak layak menampung pesawat Boeing 737-900 ER pada 2025.

## E.2 Saran

1. Perlu dilakukan peningkatan struktur pada *runway* bandara Sultan Syarif Kasim II, hal ini diperlukan untuk mengakomodasi pergerakan pesawat pada 2025.
2. Menganalisis kemampuan *runway* juga bisa menggunakan beberapa metode lain untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih variatif sehingga penilaian semakin akurat.

## Daftar Pustaka

- Anggoro, B. (2015). *Proyeksi Kebutuhan Pengembangan Terminal Buliding Bandar Udara (Studi Kasus: Bandar Udara Internasional Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru)*. Skripsi : Universitas Riau.
- Basuki, H. (2008). *Merancang dan Merencana Lapangan Terbang*. Bandung : Penerbit PT. Alumni.
- Bethary, R. T. (2018). *Analisa Kekuatan Perkerasan Runway , Taxiway , dan Apron (Studi Kasus Bandar Udara Soekarno Hatta dengan Pesawat Airbus A-380)*. Skripsi. Banten : Universitas Ageng Sultan Tirtayasa.
- Brian Charles. (2016). *Kebutuhan Landing Movement Bandar Udara Berdasarkan 3 Standarisasi Teknis (Studi Kasus: Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru)*. Skripsi : Universitas Riau.
- Christina Sari, Ariel Winfried, & Luky Surachman. (2019). *Analisis Perkerasan Landas Pacu Bandar Udara Husein Sastranegara, Bandung*. *Jurnal Infrastruktur*, 5(1), 51–57. <https://doi.org/10.35814/infrastruktur.v5i1.618>
- Febrianto, E., & Putra, P. (2018). *Evaluasi PCN (Pavement Classification Number) Berdasarkan Pengujian HWD (Heavy Weight Deflectometer)*. Skripsi. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Horonjeff, R., McKelvey, F., Sproule, W., & Young, S. (2010). *Planning and Design of Airports*, Jilid Ketiga, Jakarta : Penerbit Erlangga
- Permenhub 69 Tahun 2013. *Tatanan Kebandarudaraan Nasional*. Menteri Perhubungan.
- Muliasari, A. (2012). *Beban Ijin Total Pesawat (Pta) Dari Nilai PCN (Pavement Classification Number) Di Bandara Kuala Namu Medan Load Permit Total Aircraft (Pta) From PCN Value (Pavement Classification Number) at Kuala Namu Medan Airport*. *Jurnal Penelitian Perhubungan Udara*.
- Mulyono, A. T. (2005). *Analisis Daya Dukung Perkerasan Runway Dendan Pengujian HWD*. Tesis. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Permenhub 3 Tahun 2008. *Rencana Induk Bandar Udara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru Provinsi Riau*. Menteri Perhubungan.
- Sandhyavitri, A., & Taufik, H. (2005). *Teknik Lapangan Terbang 1 (Teori Dasar)*. Diklat Kuliah Universitas Riau.