

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Orientasi Landasan Pacu

Perancangan landasan pacu diatur oleh FAA (*Federal Aviation Administration*), dan juga oleh ICAO (*International Civil Aviation Organization*). Orientasi landasan pacu oleh FAA diatur dalam peraturan AC 150/5300-3 CHG 6 Appendix 1. Didalamnya dijelaskan bahwa sebuah landasan pacu idealnya memiliki arah yang sejajar dengan angin yang bertiup dan *crosswind* yang paling kecil. FAA mensyaratkan 95% cakupan angin berdasarkan total angin dari observasi. ICAO memiliki standar penentuan orientasi landasan pacu yang dituangkan dalam ANNEX 14. Didalam ANNEX 14 dijelaskan bahwa persentase angin yang mendukung landasan pacu tidak boleh kurang dari 95%.

Setelah ditentukan orientasi yang sesuai dengan peraturan kemudian orientasi tersebut akan dituliskan sebagai kode pada landasan pacu. Penomoran landasan pacu sendiri diatur dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: Kp 39 Tahun 2015 dengan dua digit angka yang menunjukkan arah landas pacu.

Orientasi landasan pacu pada bandar udara ditentukan berdasarkan kondisi angin pada area tersebut. Selain itu orientasi landasan pacu juga dipengaruhi oleh *obstacle* yang berada di daerah tersebut. Orientasi landasan pacu diatur oleh FAA (*Federal Aviation Administration*) dan ICAO (*International Civil Aviation Organization*). Saat ini bandara Internasional Yogyakarta memiliki orientasi pada

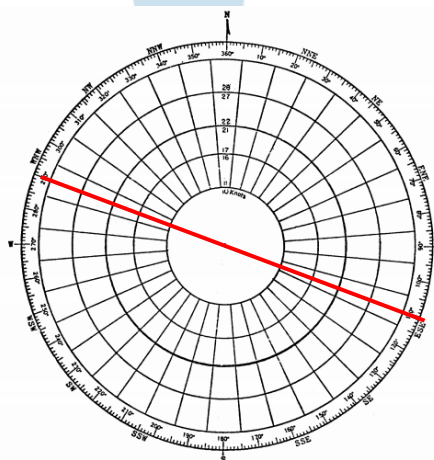
110 dan 290 derajat *azimuth*. Gambar orientasi landasan pacu dan penomoran landasan pacu dapat dilihat pada Gambar 3.1. sampai 3.3. berikut ini.



**Gambar 3.1.** *Runway* Bandara Internasional Yogyakarta Sisi Barat  
(Sumber: Aplikasi *Google Earth Pro*)



**Gambar 3.2.** *Runway* Bandara Internasional Yogyakarta Sisi Timur  
(Sumber: Aplikasi *Google Earth Pro*)



**Gambar 3.3.** Penggambaran Orientasi Landasan Pacu saat ini

### 3.2. Data Angin

Untuk melakukan penelitian dibutuhkan data untuk membuat dan dilakukan analisis. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data angin. Data angin didapatkan dari pemantauan cuaca yang dilakukan oleh BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) di Yogyakarta *International Airport*, Stasiun Klimatologi Sleman dan Stasiun Geofisika Sleman. BMKG memiliki beberapa cara pengamatan untuk mendapatkan data cuaca yaitu dengan pengamatan manual dan dengan menggunakan bantuan AWOS (*Automated Weather Observing Observing System*).

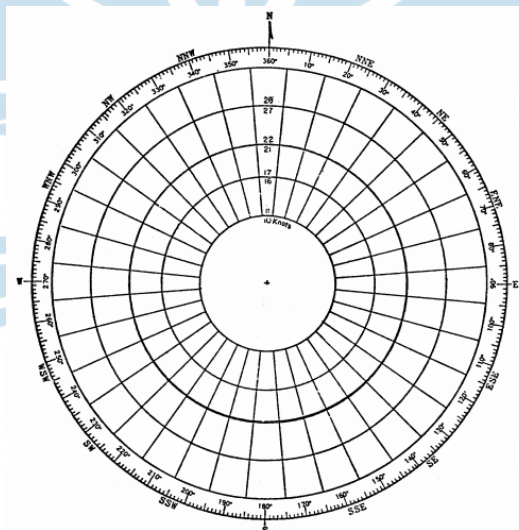
Di Bandara Internasional Yogyakarta sendiri pengamatan cuaca menggunakan bantuan AWOS. Informasi yang dihasilkan adalah berupa parameter suhu, kelembaban, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, jarak pandang, dan tinggi awan. Di dalam penelitian ini data yang digunakan adalah kecepatan dan arah angin per jam yang di dapat melalui web <http://aviation.bmkg.go.id/web/> . Data angin yang digunakan dari Stasiun YIA adalah dari tahun 2019 sampai 2021

Data dari Stasiun Klimatologi dan Stasiun Geofisika Sleman sendiri data yang didapatkan merupakan data kecepatan dan arah angin per hari. Data diperoleh melalui web <https://dataonline.bmkg.go.id/home> yang dapat diunduh secara gratis. Data yang diperoleh selanjutnya akan diolah dan dikelompokkan per sepuluh derajat menggunakan bantuan *Microsoft Excel*. Data angin yang sudah dikelompokkan kemudian akan diolah dan dimasukkan ke dalam diagram mawar angin. Data yang digunakan dari Stasiun Klimatologi adalah dari tahun 2017

sampai 2021, sedangkan data yang digunakan dari Stasiun Geofisika adalah dari tahun 2016 sampai 2021.

### 3.3. Wind Rose

Orientasi landasan pacu di bandara ditentukan dengan analisis *vector* grafis menggunakan *wind rose* atau mawar angin. Mawar angin terdiri atas serangkaian lingkaran konsentris yang dipotong dengan garis radial dengan koordinat kutub (Horonjeff, 2010). Diagram *wind rose* merupakan diagram yang menggambarkan analisis *vector* grafis data angin, kecepatan, dan prosentasenya pada arah derajat azimuth yang dibagi per sepuluh derajat. Gambar diagram *wind rose* dapat dilihat pada Gambar 3.4. berikut:



**Gambar 3.4.** Diagram *Wind Rose* Yang Menunjukkan Arah Angin

(Sumber: FAA *Appendix 1*)

Berdasarkan persyaratan dari ICAO (*International Civil Aviation Organisation*) pesawat lepas landas dan mendarat pada landasan pacu yang memiliki 95% komponen angin. FAA (*Federal Aviation Administration*) dalam AC

150/5300-3 CHG 6 Appendix 1 juga memberikan persyaratan arah landasan pacu didukung oleh 95% dari komponen angin. Komponen angin yang diperhitungkan berdasarkan persentase angin yang berhembus pada satu waktu dan arah tertentu pada batasan *crosswind* yang telah ditentukan sebelumnya.

Setelah didapatkan persentase angin kemudian dimasukkan ke dalam *windrose* sesuai dengan arah dan kecepatannya. Kemudian dari grafik tersebut dapat dihitung berapa persentase komponen angin sesuai dengan arah bandara yang diinginkan.

#### **3.4. Crosswind**

*Crosswind* merupakan angin yang berhembus tegak lurus pesawat. Kondisi angin tersebut dapat sangat berbahaya sebab perubahan angin tersebut dapat menyebabkan pesawat melenceng dari posisi awal pendaratan dan dapat mengakibatkan pesawat tergelincir.

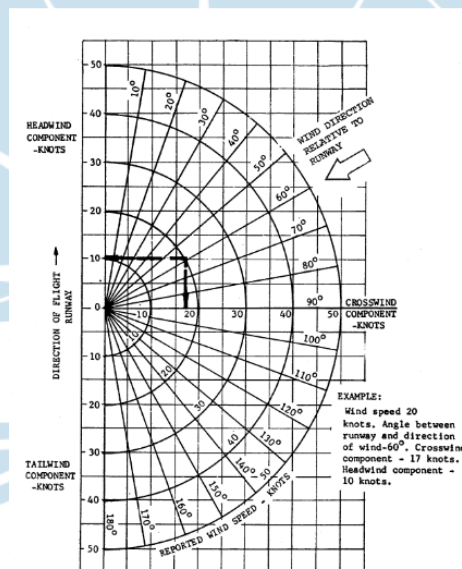
Ketika pesawat melakukan pendaratan dan lepas landas, pesawat dapat melakukan manuver sejauh hambatan angin samping (*crosswind*) yang tidak berlebihan. Nilai *crosswind* maksimum yang diizinkan tergantung bukan hanya terhadap ukuran pesawat terbang tetapi juga kepada konfigurasi sayap dan kondisi perkerasan landasan (Basuki, 1986).

Dalam peraturan ICAO *ANNEX 14* tahun 2018, diatur bahwa komponen *crosswind* yang menjadi batasan adalah sebagai berikut:

1. 37 km/h (20 *knot*) untuk landasan pacu yang memiliki panjang lebih dari sama dengan 1500 m.

2. 24 km/h (13 *knot*) untuk landasan pacu yang memiliki panjang 1200 m sampai 1500 m
3. 19 km/h (10 *knot*) untuk landasan pacu yang memiliki panjang kurang dari 1200 m

Berdasarkan peraturan dari FAA (*Federal Aviation Administration*) toleransi untuk besarnya *crosswind* adalah sebesar 15 mph (13 kt). Sedangkan untuk lapangan terbang perintis komponen *crosswind* diperkecil menjadi 11,5 mph (10 kt). Diagram *crosswind* dapat dilihat pada Gambar 3.5. berikut ini:



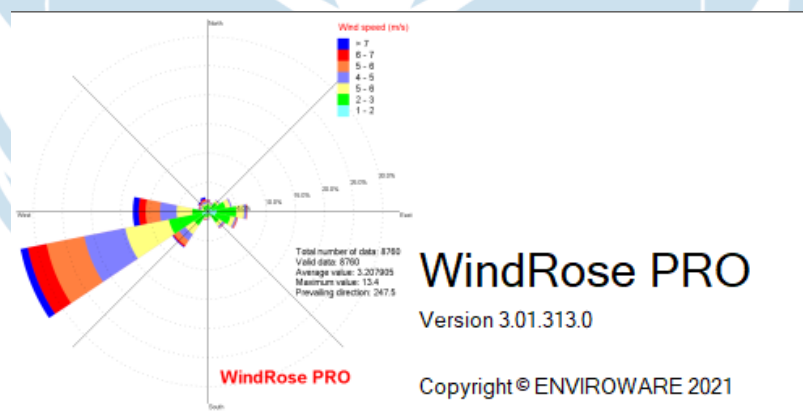
**Gambar 3.5.** Diagram Vektor Angin (Sumber: FAA Appendix 1)

Di dalam penelitian ini nilai *crosswind* maksimal untuk perencanaan orientasi landasan pacu adalah sebesar 13 *knot* sesuai dengan peraturan dari FAA dalam AC 150/5300-3 CHG 6 Appendix 1. Dilakukan pula perhitungan *crosswind* yang terjadi dengan menggunakan diagram vektor angin dari FAA yang kemudian dianalisis berdasarkan jenis pesawat yang beroperasi di Bandara Internasional Yogyakarta. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui apakah dengan adanya *crosswind* yang

terjadi apakah masih sesuai dengan *max crosswind component* berdasarkan jenis pesawat yang beroperasi.

### 3.5. WindRose PRO

Selain dengan metode manual, analisis dilakukan pula dengan bantuan program *WindRose PRO*. *WindRose Pro* memiliki fungsi untuk menghasilkan grafik sebaran angin, *crosswind-headwind*, dan *tailwind* per 10 derajat, berdasarkan data angin yang telah didapatkan sebelumnya. *Software* ini dipilih sebab sudah digunakan dalam banyak penelitian dan kemudahan dalam mengaksesnya. Program ini dapat didapatkan secara gratis untuk versi *Evaluation* tetapi hanya dapat digunakan selama 10 hari. Tampilan *Wind Rose PRO* dapat dilihat pada Gambar 3.5. berikut ini:



**Gambar 3.6.** Tampilan Program *WindRose PRO 3*  
(Sumber: *software WindRose PRO*)