

Analisis Komponen Angin Landas Pacu (*Runway*) Bandara Depati Amir Pangkalpinang

AKHMAD FADHOLI

Stasiun Meteorologi Pangkalpinang
akhmad.fadholi@bmkgo.id

ABSTRAK

Informasi cuaca sangat dibutuhkan dalam operasi penerbangan, karena terkait dengan kelancaran pesawat mulai take off sampai landing serta keselamatan penerbangan. Salah satu informasi cuaca yang diperlukan data angin (arah dan kecepatan) permukaan landas pacu disyaratkan sebagai informasi penting dalam proses pendaratan (*landing*). Informasi terkait komponen angin permukaan runway (landas pacu) akan menambah pengetahuan dan wawasan para pelaku operasi penerbangan dalam meningkatkan mutu keselamatan penerbangan. Komponen angin tersebut merupakan headwind (angin dari arah depan), tailwind (angin dari arah belakang), dan crosswind (angin silang). Penelitian terkait komponen angin di landas pacu Bandara Depati Amir Pangkalpinang menggunakan data tiap jam angin permukaan Stasiun Meteorologi Pangkalpinang sejak tahun 2000 hingga 2012. Dengan mengacu landas pacu R34 sebagai arah pendaratan (*landing*) diketahui bahwa komponen headwind memiliki prosentase kejadian lebih besar pada musim hujan sedangkan tailwind pada musim kemarau. Dari perhitungan komponen angin secara keseluruhan, prosentase data angin yang mempunyai komponen headwind sebesar 16.11%, tailwind sebesar 32.84%. komponen crosswind yang berasal dari arah kiri (250o) sebesar 19.76% dan dari arah kanan (070o) sebesar 27.63%.

Kata Kunci: Penerbangan, Angin Permukaan, Komponen angin.

ABSTRACT

Weather information is needed in flight operations, as they relate to the smooth flight started from take off to landing and flight safety. One of the weather information required is surface data (direction and speed) as important information in the process of landing (*landing*). Related information about wind component at surface or runway will add more knowledge and insight into the perpetrators of flight in improving the quality of aviation safety. The wind components are headwind (wind from the front), tailwind (wind from behind), and crosswind (cross the runway). Research associated the wind component in Depati Amir Airport Pangkalpinang runway using surface wind data each hour of Pangkalpinang Meteorological Station from 2000 to 2012. With reference to the runway 34 as towards landing note that the headwind component has greater percentage of occurrence during the rainy season while the tailwind during the dry season. Wind component calculation of all wind data, results 16.1% of headwind and 32.84% of tailwind. Crosswind component coming from the left (250o) is 19.76% and from the right (070o) is 27.63%.

Keywords: Aviation, Surface wind, Wind components.

1. PENDAHULUAN

Penerbangan secara keseluruhan selalu memperhatikan keselamatan penerbangan, keteraturan dari penerbangan, dan kenyamanan penerbangan. Tetapi, pada kenyataannya hal-hal tersebut selalu menghadapi hambatan baik secara teknis maupun dalam hal meteorologi (Fadholi, 2013). Hambatan dalam hal meteorologi dapat dicontohkan dengan unsur angin. Dalam operasi penerbangan, ada tiga fase penting yaitu lepas landas (*take off*), jelajah (*cruising*) dan pendaratan (*landing*) (Fadholi, 2012). Tiga fase tersebut selalu terkait dengan unsur cuaca terutama angin. Pada fase pendaratan, sangat penting untuk diketahui oleh semua operator penerbangan tentang kondisi klimatologi terkait dengan unsur angin permukaan landas pacu.

Hal ini disebabkan angin yang bertiup pada permukaan landas pacu akan mempengaruhi cara pilot melakukan proses pendaratan.

Hal penting dari kondisi klimatologi angin permukaan landas pacu tidak hanya terbatas pada dari arah mana angin bertiup dan berapa besar kecepatannya. Namun, perlu diketahui juga komponen angin yang dihasilkan yaitu *headwind*, *tailwind*, dan *crosswind*. Perhitungan komponen angin akan menghasilkan nilai besaran kecepatan tiga komponen angin tersebut. Pengetahuan akan hal tersebut di setiap bandar udara menjadi penting dalam menambah pengetahuan dan wawasan, baik bagi operator penerbangan secara langsung (pilot) maupun komponen-komponen pendukungnya seperti stasiun meteorologi penerbangan dan *air traffic controller* (ATC) bandar udara setempat.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Angin

Jika terjadi perbedaan tekanan udara pada dua lokasi dalam arah mendatar, maka akan terjadi gerakan perpindahan massa udara. Perpindahan ini terjadi dari tempat yang memiliki tekanan udara relatif tinggi ke tempat yang memiliki tekanan udara relatif rendah. Gerakan perpindahan massa udara pada arah mendatar tersebut biasa disebut dengan angin (Soepangkat, 1994).

Angin merupakan aliran massa udara secara mendatar yang biasa dinyatakan dalam arah dan kecepatan angin. Gerak atmosfer terhadap permukaan bumi ada dua arah yaitu arah horizontal dan vertikal. Gerak atmosfer baik horizontal maupun vertikal jarang dapat berlangsung dalam keadaan rata dan halus. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor di antaranya adanya turbulensi dekat permukaan bumi yang disebabkan topografi bumi, distribusi antara permukaan daratan dan lautan, arus laut momentum antara lintang menengah dan lintang tinggi, dan ketidaksamaan radiasi yang diterima oleh bumi, yang menyebabkan perbedaan suhu udara antara satu tempat dengan tempat lainnya, sehingga terjadi perbedaan tekanan udara yang mengakibatkan pergerakan udara.

Angin permukaan di Bandar udara sangat diperhitungkan dalam melakukan pendaratan dan lepas landas pesawat terbang. Angin permukaan yang dimaksud adalah angin pada ketinggian antara 6 sampai 10 meter dari permukaan landasan. Namun demikian dalam pelaporan dan penyiaraannya angin permukaan tersebut diartikan sebagai angin pada ketinggian 10 meter dari permukaan landasan.

Parameter angin yang dilaporkan adalah arah dan kecepatannya. Arah angin dilaporkan dengan menuliskan dari arah mana datangnya. Arah dan kecepatan angin yang dilaporkan untuk pesawat terbang yang akan melakukan pendaratan atau lepas landas adalah rata-rata selama selang waktu dua menit sebelum saat pelaporan. Untuk keperluan lain dibuat dengan rata-rata selama selang waktu 10 menit sebelum saat pelaporan. Satuan ukuran untuk arah angin adalah derajat ($^{\circ}$). Secara klimatologis arah angin diamati 8 penjuru, tetapi dalam dunia penerbangan angin diamati 16 arah. Kecepatan angin dinyatakan dalam satuan meter per sekon, kilometer per jam, atau knot (Tjasyono, 2004). Pergerakan udara atau angin umumnya diukur dengan alat *cup counter anemometer*, yang didalamnya terdapat dua sensor, yaitu: sensor wind speed (*cup – propeller sensor*) dan sensor wind direction (*vane/ weather cock sensor*).

2.2. Dampak angin terhadap penerbangan

Komponen angin merupakan penjabaran dari vector angin. Komponen-komponen tersebut adalah *headwind*, *tailwind*, dan *crosswind*. *Headwind* adalah angin yang berhembus dari arah depan pesawat. Karena *headwind* dapat meningkatkan daya angkat pesawat, pilot akan memilih untuk pendaratan dan lepas landas pada *headwind*. Sedangkan *tailwind* berhembus dari arah belakang (ekor) pesawat dan akan mengurangi daya angkat. Kebanyakan pesawat akan menghindari lepas landas dan pendaratan jika terjadi *tailwind*. Namun, *tailwind* akan dipilih ketika pesawat sudah dalam kondisi jelajah (*crusising*). Hal ini disebabkan karena pada fase *cruising tailwind* akan mendorong pesawat sehingga bergerak maju lebih cepat sehingga akan menghemat waktu dan bahan bakar. *Crosswind* adalah angin yang berhembus dari sisi samping pesawat. Perubahan kecepatan yang cukup besar pada *crosswind* ketika pesawat

dalam proses pendaratan dapat menyebabkan pesawat melenceng dari arah landas pacu atau bahkan tergelincir (Hongkong Observatory, 2010).

Peran cuaca dalam penerbangan sangat besar yaitu informasi cuaca mempunyai andil dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas kegiatan dan keselamatan penerbangan. selain itu cuaca mempunyai potensi yang membahayakan harta dan jiwa. Namun demikian tidak mudah untuk mengatakan cuaca yang mana yang membahayakan, karena dampak cuaca bergantung pula kepada faktor lain. Khususnya dalam penerbangan, selain kadar atau intensitas unsur cuaca, jenis pesawat, kondisi pesawat, dan posisi penerbangan juga faktor yang menentukan sensitifitasnya terhadap cuaca. Misalnya angin silang (*cross wind*) di landasan terbang yang berkecepatan 20 knot, mungkin dapat menimbulkan bahaya bagi pesawat kecil yang melakukan pendaratan, tetapi tidak ada pengaruhnya bagi pesawat besar dan modern. Namun demikian, karena setiap pesawat terbang mempunyai tiga kegiatan yang sama, yakni lepas landas, terbang, dan mendarat, maka penggunaan arti bahaya dalam penerbangan umumnya diterapkan untuk masing-masing kegiatan tersebut. *Crosswind* adalah resultan vektor yang bertindak di sudut kanan ke landas pacu. Hal ini sama dengan kecepatan angin dikalikan dengan sinus trigonometri sudut antara arah angin dan arah landas pacu (150/5300-13 CHG 6, Appendix 1,2000). *Crosswind* merupakan penyebab terkait cuaca nomor satu kecelakaan penerbangan setiap tahun. NTSB mencatat terjadi 2684 kecelakaan penerbangan yang terkait dengan cuaca sejak 1995 hingga 2001. 25% diantaranya karena *crosswind*. Fakta membuktikan dua teratas yaitu *crosswind* dan *gusty* menjadi 45% dari kondisi cuaca terkait kelekaan penerbangan (Whitsitt, B, 2008).

Angin Silang (*crosswind*) adalah angin yang arahnya dari samping benda yang bergerak, misalnya kapal laut yang sedang berlayar, pesawat terbang yang sedang dalam penerbangan (Wirjohamidjojo dan Ratag, 2006). Analisis arah angin merupakan hal yang sangat esensial guna penentuan arah landas pacu. Berdasarkan rekomendasi dari ICAO, arah landas pacu sebuah bandar udara secara prinsip diupayakan sedapat mungkin harus searah dengan arah angin yang dominan. Pada saat pesawat udara mendarat atau lepas landas, pesawat udara dapat melakukan pergerakan di atas landasan pacu sepanjang komponen angin yang bertiuip tegak lurus dengan Bergeraknya pesawat udara (*cross wind*) tidak berlebihan. Beberapa referensi ICAO dan FAA (*Federal Aviation Administration*) menyatakan bahwa besarnya *cross wind* maksimum yang diperbolehkan bergantung pada jenis dan ukuran pesawat yang beroperasi, susunan sayap dan kondisi permukaan landasan pacu. Berdasarkan rekomendasi ICAO (Annex 14, 2004), arah landas pacu sebuah bandar udara harus diorientasikan sehingga pesawat udara dapat mendarat dan lepas landas paling sedikit 95% dari seluruh komponen angin yang bertiuip.

3. METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data arah dan kecepatan angin permukaan yang dihasilkan dari pengamatan tiap jam Stasiun Meteorologi Pangkalpinang. Data tersebut merupakan data 13 tahun yaitu sejak tahun 2000 hingga 2012. Data yang telah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan dan perhitungan untuk mendapatkan nilai-nilai komponen angin. Dalam pengolahan dan penghitungan data, digunakan dua metode yaitu penghitungan komponen angin dan klasifikasi hasil komponen angin.

Penghitungan komponen angin merupakan cara untuk menentukan komponen angin (*headwind*, *tailwind*, dan *crosswind*) yang dihasilkan dari hembusan angin di permukaan landas pacu (runway). Berdasarkan hasil pertemuan Aerodrome Meteorological Observation and Forecast Study Group (AMOFSG) pada tanggal 26 sampai 30 September 2011 di Montreal, Kanada, algoritma penentuan komponen angin dicari dengan menggunakan arah dan kecepatan angin yang berhembus dan arah landas pacu yang menjadi target pesawat. Sehingga *headwind* = wind strength x cos (wind direction – runway direction), jika nilai yang dihasilkan positif maka komponen angin adalah *headwind*, dan sebaliknya berarti *tailwind*. Kemudian *crosswind* = wind strength x sin (wind direction – runway direction), jika nilai yang dihasilkan positif maka komponen angin *crosswind* dari kanan, dan sebaliknya berarti dari kiri pesawat. Dengan rumus yang lebih sederhana maka didapat persamaan berikut.

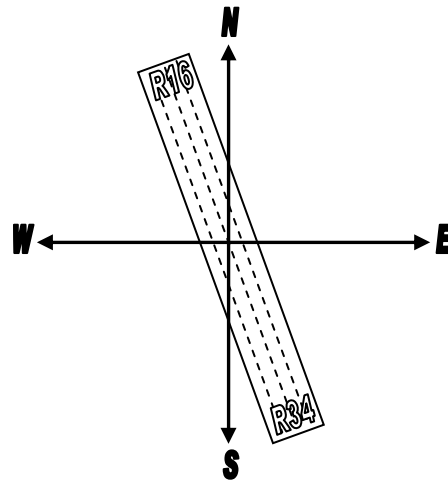
$$\begin{aligned} \text{Headwind (Wh)} &: u = ff * \cos (RW - WD) \\ \text{Crosswind (Wc)} &: v = ff * \sin (RW - WD) \end{aligned}$$

dengan:

u = kecepatan *headwind*/*tailwind* (Wh) (knot)

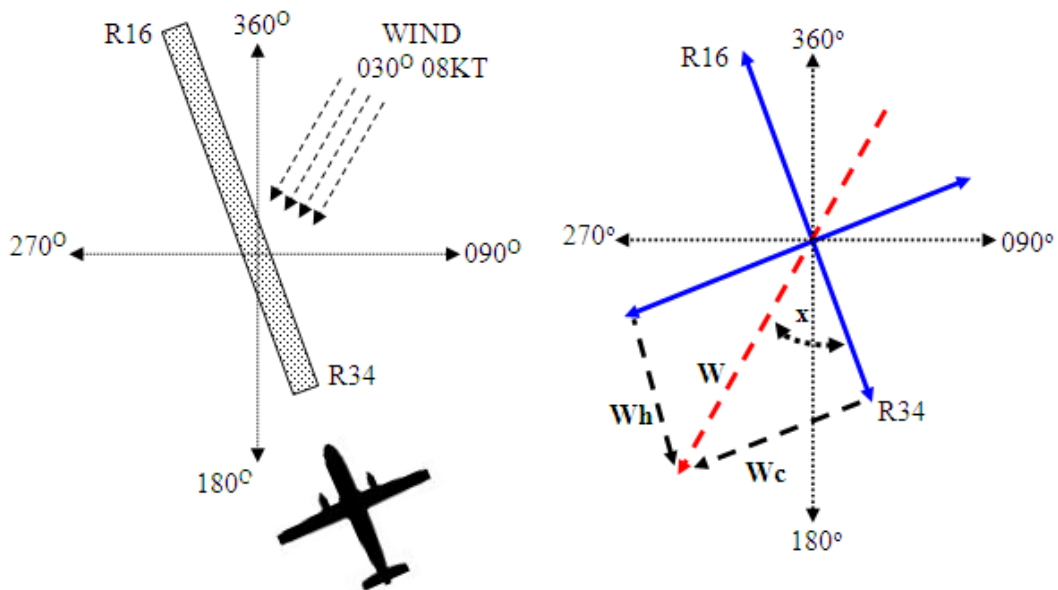
- v = kecepatan *crosswind* (W_c) (knot)
- ff = kecepatan angin (knot)
- RW = arah runway
- WD = arah angin

Pada penelitian ini, arah runway yang digunakan adalah runway 16-34 dari Bandara Depati Amir Pangkalpinang yang mana data cuaca untuk keperluan penerbangan termasuk data arah dan kecepatan angin yang dipakai adalah hasil pengamatan Stasiun Meteorologi Pangkalpinang.



Gambar1. Landas pacu (runway) Bandara Depati Amir Pangkalpinang

Sebagai contoh, jika angin bertiup dengan kecepatan 8 knot dari arah 030° ketika pesawat akan mendarat menggunakan runway 34 (gambar) maka komponen angin dapat digambarkan pada gambar.



Gambar 2. Sketsa contoh perhitungan komponen angin permukaan landas pacu

Berdasarkan rumus sebelumnya didapatkan hasil:
 $Headwind (Wh) = 8 * \cos (30-340) = 5.14$ knot dari depan
 $Crosswind (Wc) = 8 * \sin (30-340) = 6.12$ knot dari kanan

Metode klasifikasi hasil penghitungan komponen angin dilakukan untuk membuat mempermudah dalam mengetahui frekuensi kisaran kecepatan komponen angin yang terjadi. Selain itu juga klasifikasi dilakukan pada tiap bulan untuk melihat variasi frekuensi dalam dua belas bulan.

Tabel 1. Tabel perhitungan dan klasifikasi kecepatan

BULAN	HEADWIND/ TAILWIND/ CROSSWIND (KNOT)				
	1-4	4-7	7-11	11-17	>17
JAN					
.....					
.....					
.....					
DES					

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data arah dan kecepatan angin menggunakan metode yang telah dijelaskan sebelumnya, menghasilkan pembagian komponen angin (wind component). Tiap-tiap komponen angin bulanan mempunyai prosentase kejadian yang disajikan dalam bentuk tabel. Tabel 2 berikut merupakan prosentase kejadian komponen angin permukaan di landas pacu Bandara Depati Amir Pangkalpinang.

Tabel 2. Prosentase komponen angin

BULAN	JUMLAH DATA	WIND COMPONENT			
		HEAD	TAIL	L - CROSS	R - CROSS
JAN	9672	39.38%	2.09%	21.18%	13.61%
FEB	8832	42.87%	1.38%	0.75%	37.78%
MAR	9672	29.83%	5.28%	14.90%	18.10%
APR	9360	13.90%	17.47%	11.10%	20.15%
MEI	9672	6.13%	39.46%	9.57%	28.08%
JUN	9360	2.77%	56.46%	9.24%	32.96%
JUL	9672	5.10%	65.14%	10.10%	39.40%
AGUST	9672	1.69%	79.78%	7.89%	45.89%
SEP	9360	3.34%	68.91%	8.54%	42.71%
OKT	9672	8.78%	38.32%	13.92%	26.77%
NOP	9360	15.63%	13.69%	16.53%	14.20%
DES	9672	24.77%	4.29%	21.91%	7.58%

Hasil penghitungan prosentase menunjukkan bahwa dengan asumsi pesawat akan mendarat menggunakan runway 34, maka dengan data arah dan kecepatan angin yang tercatat tiap jamnya selama 13 tahun memberikan hasil prosentase yang bervariasi tiap bulannya. Seperti yang tercatat pada Tabel 2, komponen *headwind* mempunyai prosentase di atas 15% pada

bulan Nopember hingga Maret. Hal tersebut besar kemungkinan dipengaruhi oleh wilayah Bandara Depati Amir yang berada di Pulau Bangka yang dipengaruhi oleh aktivitas monsun. Puncak pengaruh aktivitas monsun Asia dimana angin rata-rata bertiup dari barat (270°) hingga utara (360°) sering terjadi antara bulan Desember, Januari, dan Februari.

Pada komponen angin *tailwind*, didapatkan hasil prosentase yang berkebalikan dengan *headwind*. Pada bulan Juni, Juli, Agustus, dan September prosentase *tailwind* mempunyai nilai di atas 60%. Terkait dengan karakter musim Pulau Bangka yang dipengaruhi oleh angin monsoon, dapat dijelaskan bahwa pada bulan-bulan tersebut merupakan musim kemarau dengan puncak di bulan Agustus. Dominan angin yang terjadi pada musim tersebut berkisar antara timur (090°) hingga selatan (180°), sehingga jika di posisikan pada arah landas pacu maka vektor angin akan menghasilkan komponen *tailwind*.

Pada komponen angin *crosswind*, prosentase yang dihitung tidak dibedakan arahnya. Sehingga hasil yang didapat merupakan dari *crosswind* yang berasal dari arah kiri (250°) dan akanan (070°). Prosentase *crosswind* berkisar hingga 29,49 hingga 53,77%, dimana prosentase terendah terjadi pada bulan Desember dan tertinggi pada bulan Agustus. Besar kecilnya prosentase yang terjadi pada komponen *crosswind* disebabkan oleh banyak sedikitnya data angin permukaan yang mempunyai nilai komponen angin. Sehingga, semakin banyaknya data angin tenang (*calm*/0 knot) dan data angin yang searah dengan landas pacu akan memperkecil prosentase *crosswind*.

Tabel 3. Prosentase komponen *headwind*

BULAN	HEADWIND (KNOT)				
	1-4	4-7	7-11	11-17	>17
JAN	45.89%	31.35%	20.11%	2.63%	0.03%
FEB	39.94%	33.97%	23.27%	2.83%	0.00%
MAR	55.98%	29.32%	13.83%	0.87%	0.00%
APR	76.79%	18.14%	4.53%	0.54%	0.00%
MEI	85.83%	10.62%	2.87%	0.67%	0.00%
JUN	88.03%	9.27%	1.93%	0.39%	0.39%
JUL	58.42%	23.53%	15.01%	3.04%	0.00%
AGUST	85.28%	12.27%	1.84%	0.61%	0.00%
SEP	83.39%	13.74%	2.56%	0.32%	0.00%
OKT	85.87%	11.66%	2.36%	0.12%	0.00%
NOP	80.45%	16.40%	2.60%	0.55%	0.00%
DES	69.49%	21.20%	8.43%	0.88%	0.00%

Komponen angin *headwind* yang tercatat merupakan komponen angin dengan kecepatan lebih dari atau sama dengan 1 knot. Dari prosentase *headwind* terhadap jumlah data pada Tabel 2, dijabarkan lagi ke dalam klas-klas kecepataannya. Dengan skala kecepatan yang telah ditentukan seperti pada Tabel 3, maka didapatkan prosentase untuk tiap-tiap bulan. Pada skala 1 sampai 4 knot, komponen *headwind* berkisar antara 39,94% pada bulan Februari hingga 88,03% pada bulan Juni. Komponen dengan skala 4 hingga 7 knot berkisar antara 9,27% pada bulan Juni hingga 33,97% pada bulan Februari. Skala 7 sampai 11 knot berkisar antara 1,84% pada bulan Agustus hingga 23,27% pada bulan Februari. Pada skala 11 sampai 17 knot prosentase terkecil pada bulan Oktober dengan 0,12%, sedangkan terbesar pada bulan Juli dengan 3,04%. Sedangkan pada komponen *headwind* pada skala di atas 17 knot hanya terjadi pada bulan Januari (0,03%) dan Juni (0,39%).

Tabel 4. Prosentase komponen *tailwind*

BULAN	TAILWIND (KNOT)				
	1-4	4-7	7-11	11-17	>17
JAN	88.61%	10.40%	0.50%	0.50%	0.00%
FEB	87.70%	11.48%	0.82%	0.00%	0.00%
MAR	87.48%	11.15%	1.17%	0.20%	0.00%
APR	75.17%	19.94%	4.59%	0.31%	0.00%
MEI	68.35%	25.78%	5.61%	0.21%	0.05%
JUN	62.02%	30.14%	7.47%	0.36%	0.00%
JUL	56.41%	31.94%	10.86%	0.78%	0.02%
AGUST	51.45%	35.55%	12.18%	0.82%	0.00%
SEP	52.50%	34.12%	12.42%	0.96%	0.00%
OKT	63.55%	29.11%	6.93%	0.40%	0.00%
NOP	78.30%	18.11%	3.20%	0.39%	0.00%
DES	84.82%	12.77%	2.41%	0.00%	0.00%

Tabel 5. Prosentase komponen *left crosswind* dan *right crosswind*

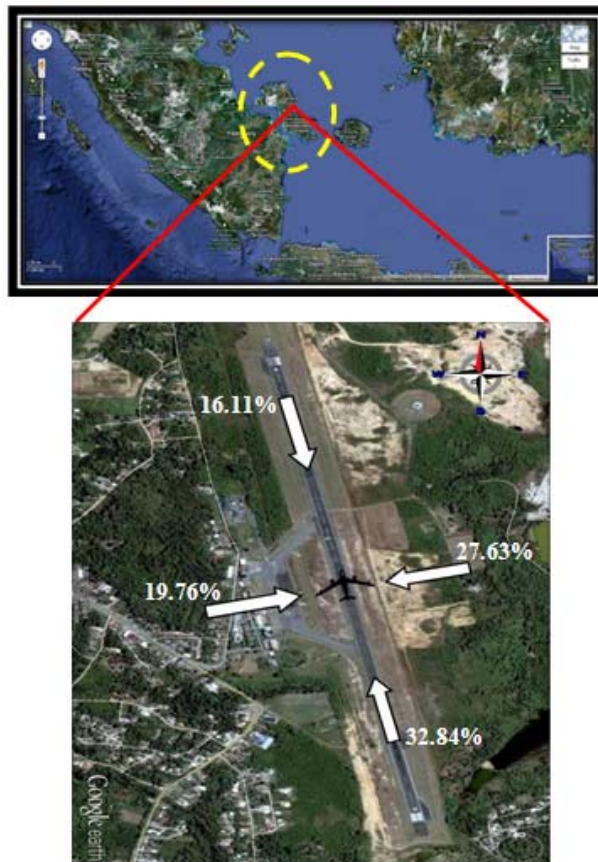
BULAN	LEFT-CROSSWIND (KNOT)					RIGHT-CROSSWIND (KNOT)				
	1-4	4-7	7-11	11-17	>17	1-4	4-7	7-11	11-17	>17
JAN	58.89%	28.80%	11.85%	0.46%	0.00%	86.29%	12.01%	1.56%	0.15%	0.00%
FEB	85.71%	13.31%	0.99%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
MAR	44.95%	38.55%	15.71%	0.80%	0.00%	84.46%	13.19%	2.01%	0.35%	0.00%
APR	45.44%	40.30%	13.84%	0.42%	0.00%	85.27%	12.13%	2.50%	0.10%	0.00%
MEI	43.92%	37.41%	18.11%	0.55%	0.00%	90.60%	8.86%	0.54%	0.00%	0.00%
JUN	44.05%	36.24%	18.54%	1.17%	0.00%	93.29%	6.13%	0.35%	0.23%	0.00%
JUL	42.01%	34.82%	22.20%	0.97%	0.00%	91.10%	7.78%	1.13%	0.00%	0.00%
AGU	38.42%	30.98%	27.67%	2.93%	0.00%	94.63%	4.85%	0.52%	0.00%	0.00%
SEP	37.87%	29.89%	28.91%	3.33%	0.00%	93.12%	6.01%	0.88%	0.00%	0.00%
OKT	38.62%	35.42%	24.22%	1.74%	0.00%	88.19%	10.92%	0.82%	0.07%	0.00%
NOP	53.31%	32.48%	13.79%	0.41%	0.00%	82.16%	15.83%	1.77%	0.24%	0.00%
DES	61.12%	30.01%	8.19%	0.68%	0.00%	79.80%	18.40%	1.79%	0.00%	0.00%

Sama halnya dengan *headwind*, prosentase komponen *tailwind* juga dijabarkan lagi ke dalam klas-klas kecepatannya. Berdasarkan hasil penghitungan komponen angin dan klasifikasi kecepatan pada komponen angin *tailwind* didapatkan hasil prosentase tiap bulan. Skala 1 sampai 4 knot pada komponen *tailwind*, berkisar antara 51,45% (Agustus) hingga 88,61% (Januari). Prosentase terbesar pada skala 4 sampai 7 knot pada bulan Agustus dengan 35,55% sedangkan terendah pada bulan Januari dengan 10,40%. Skala kecepatan 7 hingga 11 knot, terbesar pada bulan September (12,42%) sedangkan terkecil pada bulan Januari (0,50%). Pada skala 11 hingga 17 knot, prosentase tertinggi 0,96% (September) dan terendah 0,00% (Februari dan Desember). Sekala di atas 17 knot hampir tidak pernah terjadi kecuali pada bulan Juli (0,02%) dan Mei (0,05%).

Pada komponen angin *crosswind* yang didapat, dibagi menjadi dua yaitu *crosswind* yang berasal dari kiri (250°) dan dari kanan (070°). Pembagian ini dilakukan untuk mengetahui prosentase dari klasifikasi kecepatan komponen angin dari dua arah (kanan dan kiri). Dari hasil prosentase *Left-Right Crosswind* pada Tabel 5, dijabarkan lagi menjadi klasifikasi menjadi klas-klas kecepatannya. Hasil dari pembagian komponen *crosswind* dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari tabel *left crosswind* dan *right crosswind* (Tabel 5), pada kecepatan *crosswind* 1 sampai 4 knot, nilai prosentase tiap bulan total dari komponen *right crosswind* selalu lebih tinggi dibanding dengan *left crosswind*. Jika kisaran prosentase pada *left crosswind* dari 37,87% sampai 85,71%, maka kisaran *right crosswind* 79,80% sampai 100% (bulan Februari). Prosentase dari klasifikasi kecepatan komponen *crosswind* pada *right crosswind* lebih terdistribusi dibandingkan *left crosswind*. Jika pada skala 4 sampai 7 knot *right crosswind* berkisar antara 13,31% sampai 40,30%, pada *left crosswind* berkisar antara 0,00% hingga 18,40%. Sedangkan pada skala lebih dari 17 knot, baik pada *right* maupun *left crosswind* memiliki prosentase 0,00% atau tidak pernah terjadi.

Secara keseluruhan, dari data arah dan kecepatan angin tiap jam di landasan Bandara Depati Amir Pangkalpinang sejak tahun 2000 hingga 2012 dapat memberikan gambaran kepada pengguna data angin permukaan landas pacu (*runway*) tentang prosentase komponen angin yang terjadi. Dari 113256 data angin (arah dan kecepatan) mengandung komponen angin *headwind* sebesar 16,11% (18244 data), komponen angin *tailwind* sebesar 32,84% (37191 data), komponen angin *crosswind-left* (dari kiri) sebesar 19,76% (22379 data), dan komponen angin *crosswind-right* (dari kanan) sebesar 27,63% (31290 data). Tidak semua data mempunyai komponen angin. Hal tersebut dikarenakan tidak sedikit data yang berupa angin calm atau kecepatan 0 knot. Selain itu juga terdapat angin yang memang murni dari arah *headwind*, *tailwind*, atau *crosswind (left-right)*. Secara visual hasil tersebut bisa dilihat pada hambar berikut.



Gambar 3. Visualisasi prosentase Komponen angin dari seluruh data angin

5. KESIMPULAN

Komponen angin permukaan landas pacu bandara Depati Amir Pangkalpinang terbagi menjadi *headwind*, *tailwind*, dan *crosswind*. Dari hasil analisa, komponen *headwind* memiliki prosentase yang besar pada musim hujan sedangkan *tailwind* mempunyai prosentase besar pada musim kemarau. Kecepatan angin komponen terbanyak antara 1 hingga 4 knot, kemudian diikuti dengan kisaran kecepatan 4 hingga 7 knot dan 7 hingga 11 knot. Kisaran kecepatan angin komponen antara 11 hingga 17 knot dan lebih dari 17 knot memiliki prosentase yang sangat kecil. Secara keseluruhan komponen angin *headwind* mempunyai prosentase yang lebih kecil disbanding *tailwind* yaitu 16.11% berbanding 32.84%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. FAA, 2000. Appendix 1, Wind Analysis. Adisory Circular. AC 150/5300-13 CHG 6. Washington, DC. United States. 2000.
- [2]. Fadholi, A. 2012. Analisa Pola Angin Permukaan di Bandar Udara Depati Amir Pangkalpinang Periode Januari 2000 - Desember 2012. Jurnal Statistika Universitas Islam Bandung. Vol. 12 No. 1 Mei. 2012.
- [3]. Fadholi, A. 2013. Studi Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Terhadap Daya Angkat Pesawat di Bandara S. Baabullah Ternate. Jurnal Forum Ilmiah Universitas Esa Unggul Jakarta Vol. 10 No. 1 Januari 2013.
- [4]. ICAO, 2011. Aerodrome Meteorological Observation And Forecast Study Group (AMOFSG): Ninth Meeting, 26 to 30 September 2011. Montreal. Canada. 2011.
- [5]. International Civil Aviation Organization. 2004. *Annex 14 Volume I Aerodrome Design and Operations*.
- [6]. Soepangkat. 1994. Pendahuluan Meteorologi, BPMLG, Jakarta.
- [7]. Tjasyono, B.H.K. 2004. Klimatologi, ITB, Bandung.
- [8]. Wirjohamidjojo, S. dan Ratag, M.A. 2006. *Kamus Istilah Meteorologi Aeronautik*, BMG, Jakarta.
- [9]. Whitsiit, B. 2008.
- [10]. www.xwindsim.de/media/crosswind_article.pdf. Diakses pada tanggal 25 April 2013.
- [11]. Hong Kong Observatory, 2010
- [12]. <http://www.weather.gov.hk/aviation>. Diakses pada tanggal 01 Mei 2013.

