



---

**ANALISIS DATA ANGIN PERMUKAAN DI BANDARA PANGKALPINANG  
MENGUNAKAN METODE WINDROSE**

**Akhmad Fadholi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Staf di Stasiun Meteorologi Depati Amir, Pangkalpinang

---

**Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*  
Diterima Mei 2013  
Disetujui Juni 2013  
Dipublikasikan Juli 2013

*Keywords:*  
Flight, surface wind, wind  
rose method

---

**Abstract**

*In flight operation, there are three popular term which are take off, cruising and landing. Within flight safety, landing is the most crucial phase, one of meteorology factor which has intensive effect is runway surface wind. A research about wind data analysis is used for determining existence pattern. In Depati Amir Airport, Pangkalpinang conducted a research of wind data analysis to show runway surface wind pattern in order to reduce flight accident potential. The research's result which analyzed used wind rose method and data range between 2000 to 2012, showed that the dominant surface wind of Depati Amir Airport almost during a year flew from 135 to 165<sup>o</sup> (South-East) with 1 - 4 knot acceleration. Although, in November until April various wind is high. Beside that, from the morning to afternoon, the dominant surface wind flew from East and from afternoon to night the surface wind flew from South-East.*

**Abstrak**

Dalam operasi penerbangan dikenal tiga istilah penting yang meliputi lepas landas (*take off*), jelajah (*cruising*), dan mendarat (*landing*). Dalam hal keselamatan penerbangan, tahap mendarat (*landing*) merupakan tahapan yang paling krusial, salah satu faktor meteorologi yang sangat terkait adalah keadaan angin permukaan landasan. Penelitian tentang analisis data angin permukaan berguna untuk mengetahui pola yang ada. Di Bandara Depati Amir Pangkalpinang dilakukan penelitian tentang analisis data angin permukaan untuk mengetahui pola angin permukaan di landasan dalam mengurangi potensi kecelakaan pesawat. Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *wind rose* dan data mulai tahun 2000 sampai 2012 menunjukkan bahwa dominan angin permukaan Bandara Depati Amir hampir sepanjang tahun bertiup dari arah 135-165<sup>o</sup> (Selatan Selatan Timur / Tenggara) dengan kecepatan 1 sampai 4 knot. Namun pada bulan November, Desember, Januari, Februari, Maret, dan April variasi angin cukup tinggi. Selain itu, pada pagi sampai sore hari dominan angin permukaan bertiup dari timur dan sore menjelang malam sampai pagi hari keadaan dominan angin bertiup dari Tenggara.

□ Alamat korespondensi:  
Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: geografiunnes@gmail.com

## PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia yang terbentang dari lintang geografis  $07^{\circ} 20'$  LU sampai  $14^{\circ}$  LS dan  $92^{\circ}$  BT sampai  $141^{\circ}$  BT merupakan negara kepulauan dimana perairannya lebih luas daripada daratannya. Untuk menghubungkan pulau-pulau di Indonesia dibutuhkan segala bentuk transportasi baik udara, darat, maupun laut. Dengan tingkat mobilitas penduduk yang tinggi, diperlukan sarana transportasi yang dapat menghubungkan pulau-pulau tersebut dalam waktu yang singkat. Jadi, jalur udara dipilih untuk memenuhi tujuan tersebut.

Transportasi penerbangan mempunyai standar keselamatan yang sangat tinggi, jika terdapat kesalahan kecil maka akan berakibat buruk bagi keselamatan kru pesawat maupun penumpangnya. Sehingga standar keselamatan pada penerbangan diatur secara internasional, dalam hal ini adalah *International Civil Aviation Organization* (ICAO) yang menentukan standar keselamatan tersebut. Standar keselamatan ini dilihat dari berbagai aspek dalam penerbangan, baik faktor pesawat itu maupun faktor yang terkait seperti dari faktor individu petugas *ground control* dan *air control*, maupun dari faktor cuaca.

Dalam penerbangan dikenal tiga

tahapan yaitu *take off* (lepas landas), *cruising* (menjelajah), dan *landing* (mendarat). Ketiga tahapan tersebut berhubungan langsung dengan faktor meteorologi. Tahapan yang rawan kecelakaan selama ini adalah saat mendarat (*landing*) (Fadholi, 2012). Salah satu faktor penting dari unsur meteorologi tersebut adalah angin, baik dari segi arah maupun kecepatannya. Angin akan mempengaruhi pesawat dalam segi kestabilannya. Karena itu diperlukan kestabilan yang sempurna dalam mengendalikan pesawat. Sehingga informasi tentang angin diperlukan oleh pilot (Soejitno dan Soeharsono, 1981).

Angin permukaan merupakan unsur meteorologi yang keadaannya baik arah maupun kecepatannya mudah sekali berubah. Disamping itu, angin sangat berpengaruh terhadap operasi penerbangan. Kestabilan pesawat saat lepas landas dan mendarat dipengaruhi oleh angin dekat permukaan. Analisis variasi angin dilakukan dengan metode *wind rose*.

Bandara Depati Amir adalah bandar udara yang terletak di Kota Pangkalpinang Propinsi Kepulauan Bangka Belitung. Bandara yang dikelola oleh PT Angkasa Pura II sejak bulan Januari 2007 ini mempunyai koordinat  $2^{\circ} 9' 43,92''$  LS dan  $106^{\circ} 8' 20,63''$  BT serta elevasi 33 m (109

f). Bandara Depati Amir mempunyai kode WIPK dari ICAO dan kode PGK dari IATA dengan satu landasan yaitu *runway* 16-34 yang dilengkapi dengan ILS (*instrument of landing system*).

Hingga saat ini *runway* bandara ini telah mampu didarati pesawat tipe Boeing 737-800/900 dan Airbus A320, walaupun dalam kapasitas yang terbatas ([http://id.wikipedia.org/wiki/Bandara\\_Depati\\_Amir](http://id.wikipedia.org/wiki/Bandara_Depati_Amir)).

Bandara Depati Amir yang terletak di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung berada di pesisir timur Pulau Bangka yang sangat dekat dengan laut. Hal tersebut menandakan bahwa kondisi meteorologi bandara ini dipengaruhi oleh angin darat dan laut.

Menganalisis variasi arah dan kecepatan angin dekat permukaan agar dapat diketahui seberapa besar tingkat keseringan arah dan kecepatan angin permukaan di Bandara Depati Amir pada tahun 2000 - 2012, sehingga dapat menambah pengetahuan pengamat cuaca di lapangan khususnya di bandara mengenai variasi angin bandara Depati Amir Pangkalpinang pada periode Januari 2000 sampai Desember 2012. Serta mengurangi kemungkinan kecelakaan pesawat akibat angin dalam operasi penerbangan.

Angin dapat terjadi jika pada suatu

saat terjadi perbedaan tekanan udara pada arah mendarat, maka akan terjadi gerakan perpindahan masa udara dari tempat dengan tekanan udara yang tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang rendah (Panofsky, A., dkk, 1984). Gerakan arus angin jarang sekali dapat berlangsung dalam keadaan rata atau halus, tetapi umumnya terganggu oleh adanya turbulensi dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berkembang dan saling mengganggu dengan arah dan gerakannya. Dekat pada permukaan bumi, turbulensi ini terutama sebagai akibat gesekan antara udara yang bergerak dengan permukaan bumi yang umumnya tidak rata yang di dalam udara dapat menimbulkan terjadinya peristiwa *eddy* dan dibarengi ketenangan dan hembusan yang keras (Soepangkat, 1994). Arah angin adalah arah darimana angin berhembus atau darimana arus angin datang dan dinyatakan dalam derajat yang ditentukan dengan arah perputaran jarum jam dan dimulai dari titik utara bumi dengan kata lain sesuai dengan titik kompas. Umumnya arus angin diberi nama dengan arah darimana angin tersebut bertiup, misalnya angin yang berhembus dari utara maka angin utara. Kecepatan angin adalah "kecepatan dari menjalarnya arus angin dan dinyatakan dalam knots atau kilometer per jam maupun dalam meter per

detik” (Soepangkat, 1994). Karena kecepatan angin umumnya berubah-ubah, maka dalam menentukan kecepatan angin diambil kecepatan rata-ratanya dalam periode waktu selama sepuluh menit dengan dibulatkan dalam harga satuan knots yang terdekat. Keadaan ditentukan sebagai angin teduh (*calm*) jika kecepatan kurang dari satu knots.

Sirkulasi angin yang paling berpengaruh di wilayah Indonesia antara lain angin periodik. Angin periodik adalah angin yang bertiup di atas permukaan bumi dimana pada waktu-waktu tertentu berbalik arah. Kita mengenal ada beberapa angin periodik (Hernowo, B. dan Suwignyo, 2000), yang diantaranya adalah angin darat dan angin laut, dengan periodik waktu perbalikan arah setengah hari (siang dan malam). Kemudian angin muson atau angin musim, dengan periode waktu berbalik arah setengah tahun atau enam bulan, dimana pada waktu musim panas mengalir masuk ke dalam benua dan pada waktu musim dingin mengalir keluar dari benua menuju samudera. Ini karena adanya pergerakan semu matahari secara membujur di wilayah tropis, menyebabkan adanya perbedaan tekanan antara benua dengan samudera.

Untuk mengukur kecepatan angin dipergunakan alat yang disebut sebagai

anemometer. Dikenal ada dua, yaitu anemometer putar dan tekan. Sebagian besar pengukur kecepatan angin tipe putar adalah anemometer mangkok. Alat ini terdiri dari tiga atau lebih buah mangkok yang dipasang simetris dan dipancangkan tegak lurus pada sumbu yang vertikal. Kecepatan putaran mangkoknya tergantung dari kecepatan angin tanpa mengingat arah datangnya (Widiatmoko, H., dkk, 2005).

Metode *wind rose* adalah suatu metode untuk menganalisis arah dan kecepatan angin suatu tempat tertentu dan biasanya perbandingan dari pada angin-angin yang berhembus dari tiap-tiap arah angin. Manfaat menganalisis keadaan angin dengan *wind rose* ialah hasilnya mudah dibaca karena penyajiannya dalam bentuk diagram, sehingga orang awam pun mudah membacanya. Ada dua langkah menyusun *wind rose*. Pertama, membuat tabel distributif relatif arah dan kecepatan angin. Dalam membuat tabel ini hal pertama yang harus dilakukan adalah mencari banyaknya angin yang berhembus dari tiap-tiap arah angin sesuai kelas interval yang telah ditentukan. Untuk menentukan kelas interval angin harus disesuaikan dengan data kecepatan angin (Hernowo, B., 1999). Rumus yang digunakan adalah:

$$F = \frac{\sum dd}{\sum n} \times 100\%$$

F : distributif relatif

$\Sigma dd$  : banyaknya arah angin tiap-tiap kelas interval

$\Sigma n$  : jumlah data masing-masing arah angin

Kedua, membuat diagram lingkaran.

Gambar diagram untuk menunjukkan arah dan beda besarnya kecepatan angin antara satu kelas dengan kelas lainnya. Dan untuk angin *calm* ditunjukkan dalam persen pada bagian indeks diagram.

## METODOLOGI PENELITIAN

Data keadaan angin yang dipakai dalam penelitian ini adalah data arah dan kecepatan angin permukaan harian pada pengamatan sinoptik/permukaan Stasiun Meteorologi Pangkalpinang periode Januari 2000 sampai dengan Desember 2011 dengan rapat data yaitu data sinoptik tiap jam. Data yang diperoleh kemudian dilakukan pengolahan. Data arah dan kecepatan angin diolah dengan cara mengklasifikasikan arah menjadi 12 arah mata angin yaitu 345-015°, 015-045°, 045-075°, 075-105°, 105-135°, 135-165°, 165-195°, 195-225°, 225-255°, 255-285°, 285-315°, 315-345°. Sedangkan kecepatan arah anginnya diklasifikasikan ke

dalam 7 kelas yaitu 1-4 knot, 4-7 knot, 7-11 knot, 11-14 knot, 14-17 knot, 17-21 knot, dan lebih dari atau sama dengan 22 knot. Untuk mempermudah, dibuatkan tabel distributif arah dan kecepatan angin. Setelah itu dibuat diagram *wind rose*, sebagai penunjang analisis disertakan grafik *wind rose* kecepatan angin yang terjadi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap pola angin permukaan Bandara Depati Amir Pangkalpinang disajikan dalam bentuk analisis dan pembahasannya. Analisis yang dilakukan adalah analisis bulanan dan tiap jam. Analisis bulanan dilakukan untuk mengetahui fenomena regional maupun global yang berpengaruh pada bulan tersebut. Sedangkan analisis tiap jam dilakukan untuk mengetahui fenomena lokal yang berpengaruh pada kondisi angin permukaan bandara.

### Analisis Bulanan

Analisis bulanan dilakukan mulai bulan Januari sampai Desember mulai tahun 2000 sampai tahun 2012 sebagai berikut. Pada bulan Januari dominan arah angin dari arah 315-345° (Utara dan Barat) dengan persentase 15,68% dan kecepatan

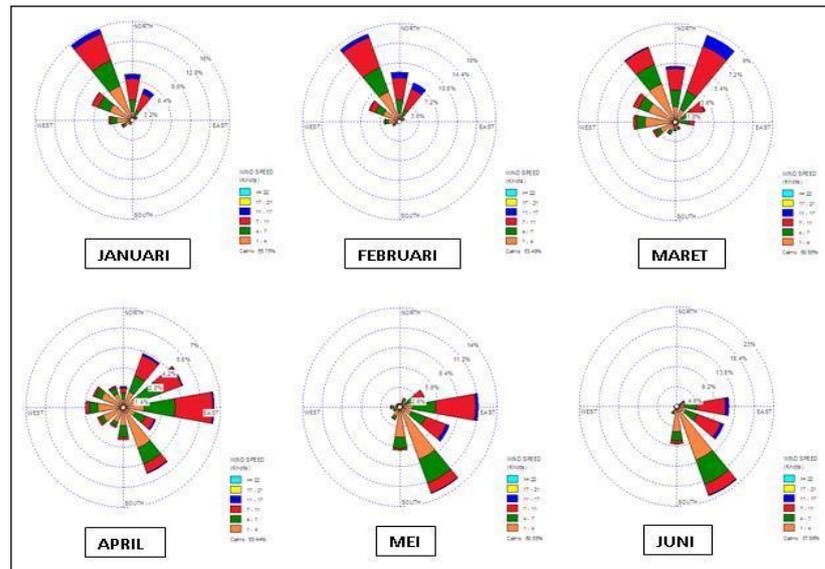
angin terbanyak 1-4 knot dengan persentase 5,92%. Kecepatan terbanyak pada bulan Januari adalah 1-4 knot dengan persentase 17,54%. Jika pola angin permukaan bulan Januari dikaitkan dengan pergerakan semu matahari, posisi matahari pada bulan Januari berada di bumi bagian selatan. Sehingga tekanan rendah berada di selatan ekuator dan dominan angin akan bertiup dari bumi bagian utara menuju selatan.

Pada bulan Februari dominan arah angin dari arah 315-345° (Utara Utara Barat) dengan persentase 17,10% dan kecepatan angin terbanyak 1-4 knot dengan persentase 5,87%. Kecepatan terbanyak pada bulan Februari adalah 7-14 knot dengan persentase 16,19%. Pola angin permukaan di bulan Februari tidak jauh berbeda dengan bulan Januari. Pola angin dominan masih bertiup dari Utara Utara Barat. Hal ini juga dimungkinkan karena pusat pemanasan permukaan bumi masih di bumi bagian selatan.

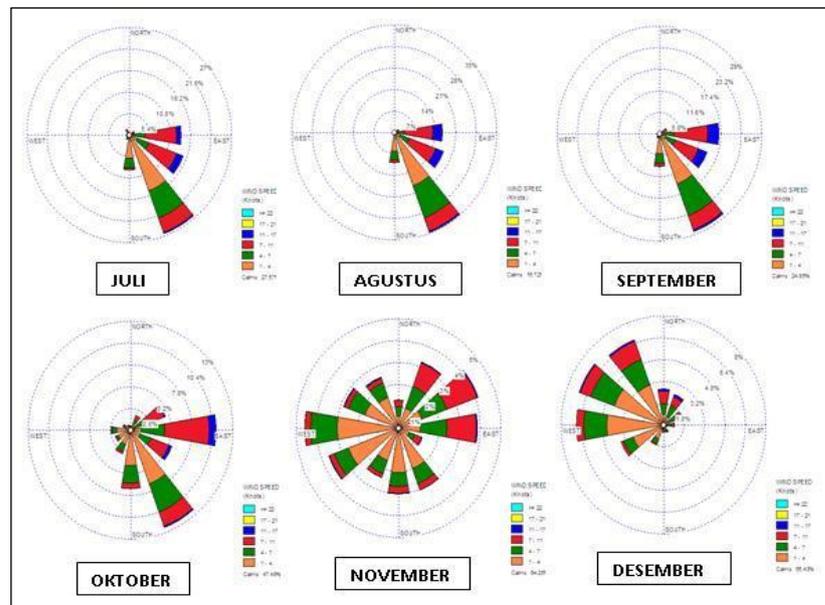
Bulan Maret merupakan saat dimana matahari beredar di atas ekuator, tepatnya pada tanggal 21 Maret dan menyebabkan pusat pemanasan permukaan bumi di sekitar ekuator. Pada bulan Maret dominan arah angin dari arah 015-045° (Utara Utara Timur) dengan persentase 8,46% dan

kecepatan terbanyak 7-14 knot dengan persentase 4,35%. Kecepatan terbanyak pada bulan Maret adalah 1-4 knot dengan persentase 16,85%. Pada bulan April dominan arah angin dari arah 075-105° (Timur) dengan persentase 6,53% dan kecepatan terbanyak 7-11 knot dengan persentase 2,68%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 16,89%. Angin dominan pada bulan April bertiup dari arah Timur dimungkinkan karena pusat tekanan rendah yang berada di bumi bagian utara yang menyebabkan bertiup dari bumi bagian selatan dan membelok di ekuator menuju bumi bagian utara. Namun angin juga bertiup dari arah utara pada bulan April posisi matahari belum menuju titik akhir pergerakan ke bumi bagian selatan.

Pada bulan Mei dominan arah angin dari arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) dengan persentase 12,98% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 7,86%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 21,45%. Pada bulan Mei pergerakan semu matahari hampir mendekati akhir di bumi bagian utara. Hal ini dapat terlihat dari pola angin permukaan yang bertiup dari arah utara dengan persentase yang sangat rendah.



Gambar 2. Pola *Surface Wind* Januari sampai Juni



Gambar 3. Pola *Surface Wind* Juli sampai Desember

Pada bulan Juni dominan arah angin dari arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) dengan persentase 21,97% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 13,18%. Kecepatan terbanyak pada bulan

April adalah 1-4 knot dengan persentase 27,00%. Posisi matahari pada bulan Juni telah mantap di akhir pergerakan ke bumi bagian utara yaitu berada pada posisi 23,5°LU. Pada saat itu persentase angin

yang bertiup dari arah bumi bagian utara dan didominasi dari bumi bagian selatan.

Pada bulan Agustus dominan arah angin dari arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) dengan persentase 34,64% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 18,49%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 29,79%. Pada bulan Agustus matahari mulai meninggalkan posisinya dari bumi bagian utara menuju selatan namun karena panas yang masih tersisa dan posisi yang masih berada di bumi bagian utara menyebabkan angin dominan bertiup dari bumi bagian selatan menuju pusat-pusat tekanan rendah di bumi bagian utara.

Pada bulan September dominan arah angin dari arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) dengan persentase 28,04% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 14,44%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 26,61%. Posisi matahari pada bulan september tepatnya pada tanggal 23 September berada di ekuator dan menyebabkan pusat-pusat tekanan rendah. Namun karena energi panas yang masih tersisa di bumi bagian utara maka pola angin permukaan dominan dari selatan.

Pada bulan Oktober dominan arah angin dari arah 135-165° (Selatan Selatan

Timur) dengan persentase 12,36% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 6,84%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 21,98%. Pola angin pada bulan Oktober selain dominan yang masih berasal dari arah Selatan Selatan Timur ternyata juga dari Timur.

Pada bulan November dominan arah angin dari arah 255-285° (Barat) dengan persentase 4,56% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 2,99%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 18,85%. Pola angin yang sangat bervariasi pada bulan November dimungkinkan karena telah memasuki klimaks dari pancaroba dimana dominan arah angin tidak hanya pada salah satu arah.

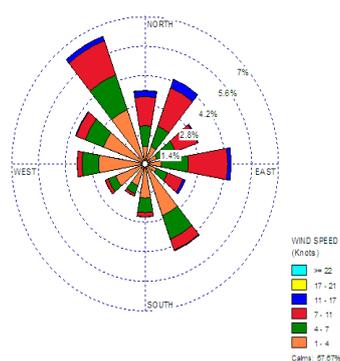
Pada bulan Desember dominan arah angin dari arah 285-315° (Barat Utara Barat) dengan persentase 6,99% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 4,09%. Kecepatan terbanyak pada bulan April adalah 1-4 knot dengan persentase 18,50%. Bulan Desember menunjukkan posisi matahari yang berada di bumi bagian selatan tepatnya 23,5° LS. Arah angin dominan berasal dari Utara, hal ini karena pusat-pusat tekanan rendah telah terbentuk di bumi bagian selatan.

### Analisis Musiman

Bandara Depati Amir yang terletak di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung berdasarkan normal curah hujan dari tahun 1981 sampai tahun 2012 mempunyai tipe hujan monsunial dengan musim hujan dan musim kemarau.

### Musim Hujan (Oktober – Mei)

Berdasarkan normal curah hujan selama 32 tahun dari tahun 1981 sampai tahun 2012, bandara Depati Amir mempunyai tipe hujan monsunial dan musim hujan terjadi mulai bulan Oktober sampai Mei. Pola angin permukaan pada saat musim hujan ternyata menunjukkan bahwa dominan arah angin dari arah 315-345° (Utara Utara Barat) dengan persentase 6,45% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 2,74%.



Gambar 4. Pola *Surface Wind* Musim Hujan

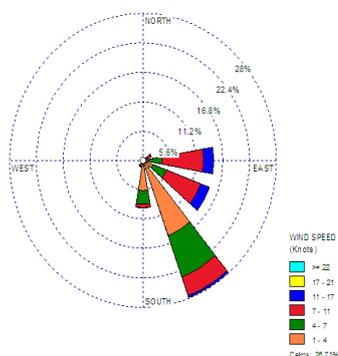
Kecepatan terbanyak pada saat musim hujan adalah 1-4 knot dengan persentase

18,51%. Namun, perlu diwaspadai karena selain dominan arah angin yang bertiup dari arah Utara Utara Barat, terdapat angin yang bertiup dari 075-105° (Timur) yang merupakan dominan kedua dengan frekuensi 4,52% yang dominan kecepatannya besar yaitu 7-11 knot. *Crosswind* dengan kecepatan tersebut perlu diwaspadai untuk operasional *take off* dan *landing*.

### Musim Kemarau (Juni – September)

Berdasarkan normal 32 tahun, musim kemarau di Bandara Depati Amir terjadi mulai bulan Juni sampai September. Pada saat musim kemarau pola angin permukaan yang terjadi adalah tetap dengan dominan arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) dengan persentase 27,92% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 15,29%. Adapun kecepatan terbanyak yang terjadi pada musim kemarau adalah 1-4 knot dengan persentase 27,92%. Pada musim kemarau kondisi pola angin permukaan cenderung berlawanan arah dengan musim hujan dimana dominan arah angin berasal dari Selatan Selatan Timur sedangkan pada musim hujan arah angin dominan dari Utara Utara Barat. Pada saat musim kemarau juga perlu diwaspadai angin yang berasal dari Timur karena *crosswind* ini menempati dominan angin ketiga dengan dominan arah keduanya

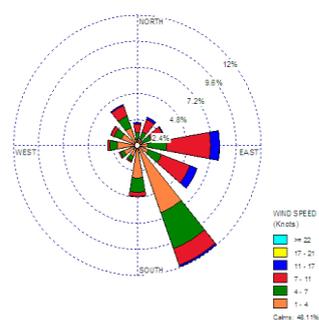
yaitu 11-17 knot, hal tersebut perlu diwaspadai untuk operasional penerbangan.



Gambar 5. Pola *Surface Wind* Musim Kemarau

### Analisis Keseluruhan

Analisis keseluruhan dilakukan untuk mengetahui secara umum pola angin permukaan yang terjadi di Bandara Depati Amir. Semua data yang ada mulai dari tahun 2000 sampai tahun 2012 diolah dan hasilnya dibandingkan dengan keadaan bandara terutama pada posisi *runway*. Dari hasil pengolahan semua data maka didapatkan bahwa secara umum dari tahun 2000 sampai tahun 2012 pola angin permukaan di Bandara Depati Amir Propinsi Kepulauan Bangka Belitung mempunyai dominan angin yang bertiup dari arah 135-165° dengan persentase 12,24% dan kecepatan terbanyak 1-4 knot dengan persentase 6,84 %.



Gambar 6. Pola *Surface Wind* Keseluruhan

Jika dibandingkan dengan posisi *runway* saat ini tingkat kesesuaian antara dominan arah angin permukaan dengan *runway* masih cukup tinggi. Namun, perlu diperhatikan arah angin yang termasuk *cross wind* yaitu yang berasal dari Timur dan berkecepatan lebih besar akan menghambat kelancaran *take off* dan *landing*.

### KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini landasan Bandara Depati Amir Pangkalpinang masih memadai untuk operasional *take off* dan *landing* pesawat terbang. Keadaan pola angin permukaan landasan mempunyai dominan yang bertiup dari arah 135-165° (Selatan Selatan Timur) yang terjadi hampir sepanjang tahun. Perlu diwaspadai adanya *crosswind* dengan tingkat keseringan lebih dari 7% dari arah

075-105° (Timur) dengan kecepatan yang lebih besar dibanding dengan kecepatan arah angin dominan akibat menguatnya angin darat dan angin laut. Untuk lebih mengembangkan penelitian ini, maka perlu adanya data pembanding yang berasal dari alat lain seperti *automatic weather station* (AWS) untuk menguatkan data angin permukaan yang didapatkan melalui peramatan observer. Untuk lebih memperjelas pola aliran udara di permukaan diperlukan data dukung berupa data-data klimatologi. Pengolahan data angin menggunakan metode *windrose* harus lebih sering digunakan karena metode ini mudah dalam membuatnya dan mudah dalam membacanya, tanpa mengurangi keakuratan informasi yang akan diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadholi, A. 2012. Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara terhadap Operasi Penerbangan di Bandara H.A.S. Hananjoeddin Belitung Periode 1980-2010. *Jurnal Statistika Universitas Islam Bandung Vol. 12 No.2 Hal. 93-101*.
- Panofsky, A., Hans and Dalton, A. J. 1984. *Atmospheric Turbulence*. Nem York: Wiley and Son.
- Hernowo, B. 1999. *Praktek Statistik Meteorologi*. Jakarta: BPLP AMG.
- Hernowo, B dan Suwignyo. 2000. *Modul Meteorologi Umum*. Jakarta: BPLP AMG.
- Soejitno dan Soeharsono. 1981. *Meteorologi Penerbangan*. Jakarta: Balai Diklat Meteorologi dan Geofisika.
- Soepangkat. 1994. *Pengantar Meteorologi*. Jakarta: BPLG.
- Widiatmoko, H dkk. 2005. *Praktek Analisis Meteorologi I*. Jakarta: AMG.