

## Pemetaan Potensi Energi Angin di Perairan Indonesia Berdasarkan Data Satelit *QuikScat* dan *WindSat*

Hero P.Dida<sup>1</sup>, Sudjito Suparman<sup>2</sup>, Denny Widhiyanuriyawan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang, Adi Sucipto – Kupang (85361) – Indonesia

<sup>2</sup>Teknik Mesin Universitas Brawijaya Indonesia, MT Haryono, 167 – Malang (65145) – Indonesia

E-mail: herodida79@yahoo.co.id

**Abstract**

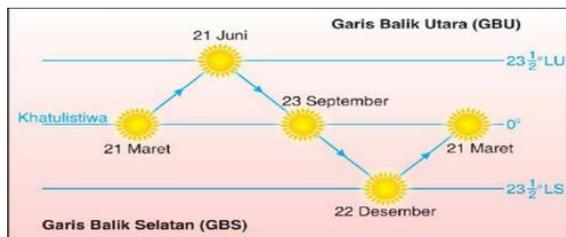
*There were two kinds of monsoon winds in Indonesia. They are the east and the west monsoon winds. Both of them blow alternately in a year through the Indonesian territory. The velocity and energy of monsoon winds in Indonesian territorial sea were mapped by using MatLab program. The velocity and energy data were obtained by using QuikSCAT satellite from January 1999 until December 2009, meanwhile WindSat from January 2004 until December 2014. The results show that high energy of monsoon winds start from Indian oceans until Nusa Tenggara sea, then from Arafuru sea to Banda sea, Java sea, Karimata strait and the southern region of south Sulawesi.*

**Keywords:** *wind velocity, wind energy, Monsoon, QuikSCAT, Windsat, mapping.*

**PENDAHULUAN**

Pergerakan semu matahari setiap tiga bulan menyebabkan perpindahan lokasi pemanasan permukaan bumi. Dampak dari fenomena ini menyebabkan perbedaan tekanan udara pada Belahan Bumi Utara (BBU) dan Belahan Bumi Selatan (BBS).

dan musim kemarau pada saat muson timur. Fenomena angin muson yang kemudian ditunjang dengan letak wilayah Indonesia pada daerah khatulistiwa serta keadaan geografis yang terdiri dari 70% wilayah perairan menyebabkan Indonesia memiliki potensi energi angin yang besar.



**Gambar 1.** Gerak Semu Matahari

Indonesia yang berada pada garis katulistiwa merupakan daerah lintasan pergerakan udara sebagai akibat dari perbedaan tekanan udara pada kedua belahan bumi ini yang dikenal sebagai angin muson. Angin muson secara bergantian bergerak melintasi wilayah Indonesia sepanjang tahun dengan periode enam bulan yakni bulan April hingga September (angin muson timur) dan Oktober hingga maret (angin muson barat) [1].

Akibat dari angin muson ini wilayah Indonesia mengalami dua musim dalam satu tahun yaitu musim hujan pada saat muson barat



**Gambar 2.** Peta Wilayah Indonesia

Energi angin dapat dikatakan sebagai bentuk lain dari energi matahari, hal ini karena angin terbentuk dari perbedaan tekanan udara akibat proses pemanasan permukaan bumi oleh matahari yang tidak merata. Saat ini energi angin juga dikenal sebagai energi terbarukan yang pemanfaatannya di Indonesia belum maksimal, salah satu kendalanya adalah informasi mengenai potensi energi angin yang minim untuk keseluruhan wilayah Indonesia.

Pada penelitian ini akan mengkaji potensi energi angin yang berada di wilayah perairan Indonesia berdasarkan data satelit yang dipengaruhi oleh angin muson yang melewati wilayah Indonesia. Potensi angin yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit energi angin adalah potensi angin dengan kecepatan minimum 4,16 m/s [2,3]. Hasil kajian dari penelitian ini akan ditampilkan dalam bentuk peta kecepatan angin dan peta energi angin. Perbedaan warna pada peta menginformasikan besarnya kecepatan angin dan power density pada wilayah kajian.

Berdasarkan peta kecepatan angin dan peta energi angin maka akan terlihat lokasi-lokasi pada wilayah perairan Indonesia yang memiliki potensi energi angin untuk dapat dimanfaatkan sebagai lokasi pembangkit energi angin. Dua sumber data satelit yakni *QuikScat* dan *WindSat* untuk data kecepatan angin pada ketinggian 10 m diatas permukaan laut merupakan sumber data yang dipergunakan dalam penelitian ini. Kedua sumber data tersebut dimaksudkan untuk menghasikan informasi yang lebih baik akan potensi energi angin di perairan Indonesia.

**METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam penelitian ini menggunakan dua data satelit yakni satelit *QuikScat* dan *WindSat*. Kedua data satelit ini diperoleh dari *Asia Pacific Data Research Center* (APDRC). Data *QuikScat* kurun waktu 11 tahun (Januari 1999-Desember 2009) dan data *WindSat* kurun waktu 11 tahun (Januari 2004-2014) [4]. Komparasi data *QuikScat* dan *WindSat* untuk tahun 2004 hingga 2009 akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

Wilayah penelitian meliputi wilayah Indonesia yang secara geografis terletak pada batasan 7<sup>o</sup> lintang Utara hingga 12<sup>o</sup> Lintang Selatan dan 91<sup>o</sup> Bujur Timur hingga 142<sup>o</sup> Bujur Timur. Berdasarkan kecepatan angin yang ada dapat pula menghitung *power density* dengan persamaan yang diberikan menurut *IOWA Energy Center* [5] adalah;

$$P = 0.625 w^3 \text{ (W/m}^2 \text{)}$$

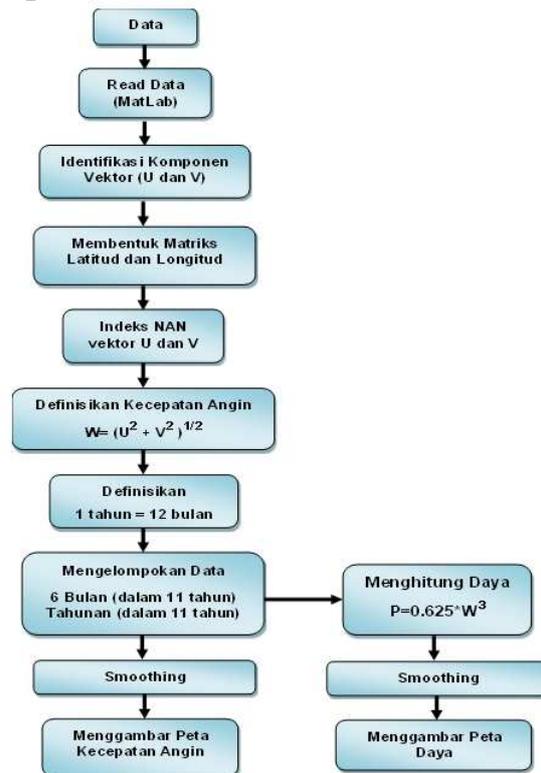
$$w = (U^2 + V^2)^{0.5}$$

P= Power Density  
w= kecepatan angin

**Tabel 1.** Spesifikasi Satelit *QuikScat*

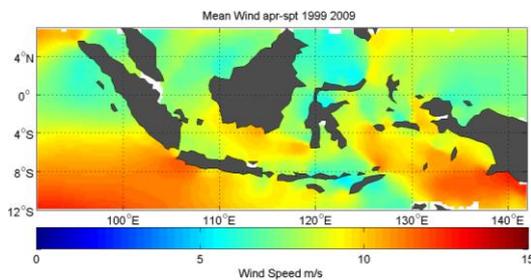
<i>Platform name</i>	<i>QuikScat</i>
<i>Operated Period</i>	June 20, 1999 to November 23 2009
<i>Orbit</i>	Sun-synchronous polar orbit
<i>Orbital Period</i>	101 minutes (14.25 orbit/day)
<i>Altitude</i>	803 km
<i>inclination</i>	98.6 degrees
<b>Sensor</b>	
<i>Sensor name</i>	Sea Winds
<i>Microwave</i>	13.4 GHz (Ku-band)
<i>Spatial Coverage</i>	25 km x 25 km 90% of ice free ocean every day
<i>Wind Speed</i>	RMSE 2 m/s (3 to 20 m/s) and 10% (20 to 30 m/s)
<i>Wind Direction</i>	RMSE 20 degrees
<i>Parameter Data</i>	Lon, Lat, Time, U and V component

**Diagram Alir Analisa Data**

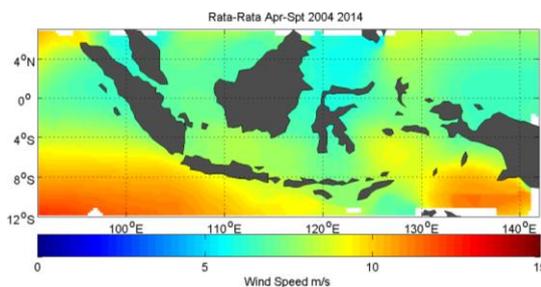


**PEMBAHASAN**  
**Peta kecepatan angin**

Rata-rata kecepatan angin pada bulan April hingga September berdasarkan data satelit *QuikScat* tahun 1999 sampai 2009 ditunjukkan pada Gambar 3. Bulan April sampai September (musim kemarau di Indonesia) atau dikenal dengan muson timur mempunyai rata-rata kecepatan angin selama 11 tahun. Wilayah perairan Indonesia mempunyai kecepatan angin yang cukup besar khususnya wilayah selatan khatulistiwa dengan kecepatan minimum 6 m/s dan kecepatan maksimum 12 m/s. Wilayah-wilayah yang memiliki kecepatan angin terbesar berada pada laut Hindia sampai Nusa Tenggara, laut Arafuru sampai laut Banda dan pada laut Jawa hingga selat karimata.



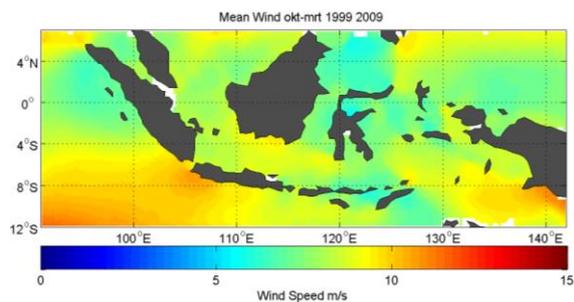
**Gambar 3.** Rata-rata kecepatan angin April-September 1999-2009 (*QuikScat*)



**Gambar 4.** Rata-rata kecepatan angin April-September 2004-2014 (*WindSat*)

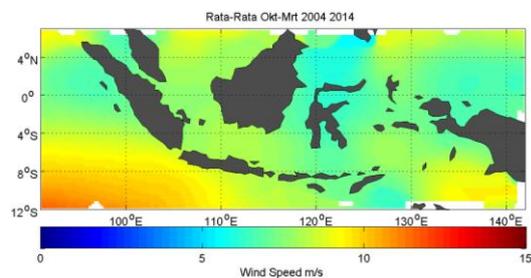
Gambar 4 memperlihatkan rata-rata kecepatan angin pada bulan April hingga September berdasarkan data satelit *WindSat* tahun 2004 sampai 2014. Rata-rata kecepatan angin berdasarkan data *WindSat* tidak jauh berbeda dengan data kecepatan angin *QuikScat* yakni pada wilayah selatan katulistiwa mempunyai kecepatan angin diatas kecepatan angin minimum untuk pembangkit tenaga angin dengan lokasi kecepatan angin terbesar berada pada laut Hindia sampai Nusa Tenggara, laut Arafuru sampai laut Banda dan pada laut Jawa hingga selat karimata.

Gambar 5 menunjukkan rata-rata kecepatan angin pada bulan Oktober hingga Maret berdasarkan data satelit *QuikScat* tahun 1999 sampai 2009. Muson barat atau sebaliknya dari muson timur yang terjadi pada bulan Oktober sampai Maret (musim hujan di Indonesia) penggambaran peta berdasarkan data kecepatan angin selama 11 tahun. Wilayah perairan Indonesia mempunyai kecepatan minimum diatas 5 m/s dan kecepatan maksimum 10 m/s. rata-rata lokasi perairan Indonesia memiliki kecepatan angin antara 8 m/s sampai 10 m/s.



**Gambar 5.** Rata-rata kecepatan angin Oktober-Maret 1999-2009 (*QuikScat*)

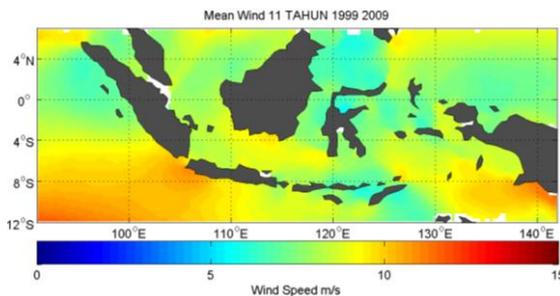
Gambar 6 menampilkan rata-rata kecepatan angin pada bulan Oktober hingga Maret berdasarkan data satelit *WindSat* tahun 2004 sampai 2014. Peta kecepatan angin untuk muson barat berdasarkan data *WindSat* memiliki kecepatan angin dari 5 m/s hingga 10 m/s dari kedua data tersebut menunjukkan sebagian besar wilayah perairan Indonesia memiliki kecepatan angin diatas 8 m/s atau lebih besar dari kecepatan angin minimum untuk pembangkit tenaga angin.



**Gambar 6.** Rata-rata kecepatan angin Oktober-Maret 2004-2014 (*WindSat*)

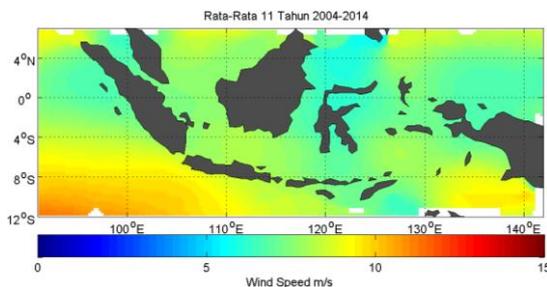
Gambar 7 menunjukkan rata-rata kecepatan angin tahunan berdasarkan data

satelit *QuikScat* tahun 1999 sampai 2009. Rata-rata kecepatan angin di perairan Indonesia selama 11 menunjukkan kecepatan angin  $\geq 8$  m/s seperti terlihat pada gambar 7. Wilayah-wilayah yang menunjukkan kecepatan angin diatas 8 m/s adalah laut Hindia hingga Nusa tenggara, laut Arafuru dan laut Banda serta kepulauan Natuna, selat Karimata dan laut Jawa.



**Gambar 7.** Rata-rata kecepatan angin 11 tahun 1999-2009 (*QuikScat*)

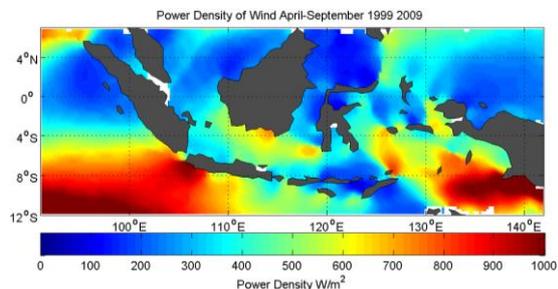
Rata-rata kecepatan angin tahunan berdasarkan data satelit *WindSat* tahun 2004 sampai 2014 diperlihatkan pada Gambar 8. Lokasi-lokasi potensial yang tunjukan dalam peta kecepatan angin tahunan adalah laut Hindia hingga Nusa tenggara, laut Arafuru dan laut Banda serta kepulauan Natuna,selat Karimata dan laut Jawa yakni diatas 8 m/s.



**Gambar 8.** Rata-rata kecepatan angin 11 tahun 2004-2014 (*WindSat*)

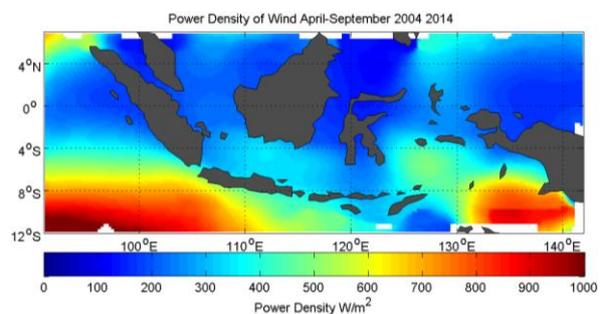
**Peta energi angin**

Pada periode enam bulan yakni pada bulan April hingga September dimana Indonesia mengalami musim kemarau yang disebabkan oleh angin muson timur namun memiliki potensi kecepatan angin yang baik. Potensi kecepatan angin pada periode ini berdasarkan data *QuikScat* menunjukkan potensi energi angin yang baik seperti yang di tampilkan dalam Gambar 9.



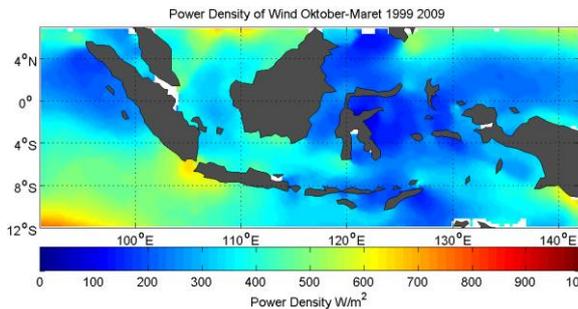
**Gambar 9.** Power density April-September 1999-2009 (*QuikScat*)

Energi angin yang tersebar di wilayah perairan Indonesia memiliki besaran yang bervariasi. Besaran energi angin pada periode ini rata-rata pada perairan Indonesia memiliki daya sebesar 100 W/m<sup>2</sup> hingga 500 W/m<sup>2</sup> sedangkan daya maksimum terdapat pada wilayah laut Hindia, laut Arafuru dan laut Banda dengan besaran daya diatas 600 W/m<sup>2</sup> hingga lebih besar dari 1 kW/m<sup>2</sup>. Gambar 10 merupakan peta energi angin berdasarkan data *WindSat*, seperti halnya pada data *QuikScat* yakni laut Hindia dan laut Arafuru mempunyai potensi lebih besar dari 600 W/m<sup>2</sup>.

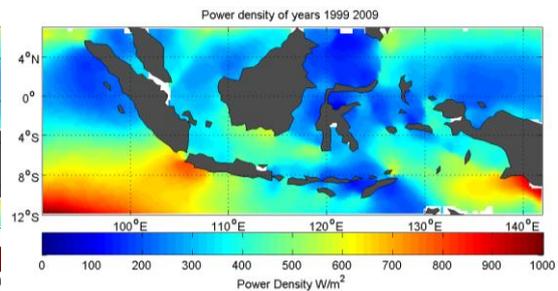


**Gambar 10.** Power density April-September 2004-2014 (*WindSat*)

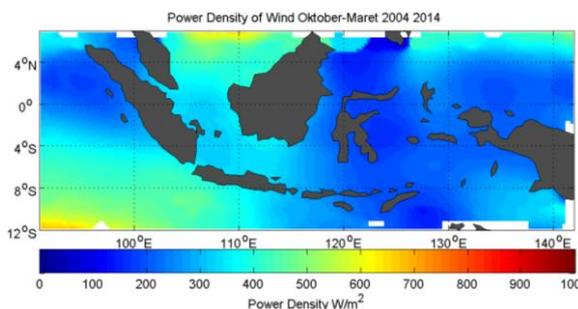
Gambar 11 dan 12 berturut-turut adalah peta energi angin yang disebabkan oleh angin muson barat. Energi angin berdasarkan data *QuikScat* dan data *WindSat* untuk bulan Oktober hingga Maret kurun waktu 11 tahun menunjukkan rata-rata wilayah perairan Indonesia memiliki energi angin sebesar 400 W/m<sup>2</sup>.



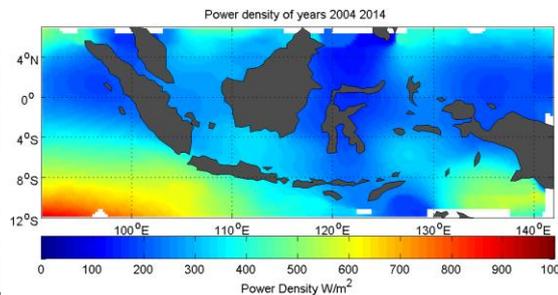
**Gambar 11.** Power density Oktober-Maret 1999-2009 (*QuikScat*)



**Gambar 13.** Power Density 11 tahun 1999-2009 (*QuikScat*)



**Gambar 12.** Power density Oktober-Maret 2004-2014 (*WindSat*)



**Gambar 14.** Power Density 11 tahun 2004-2014 (*WindSat*)

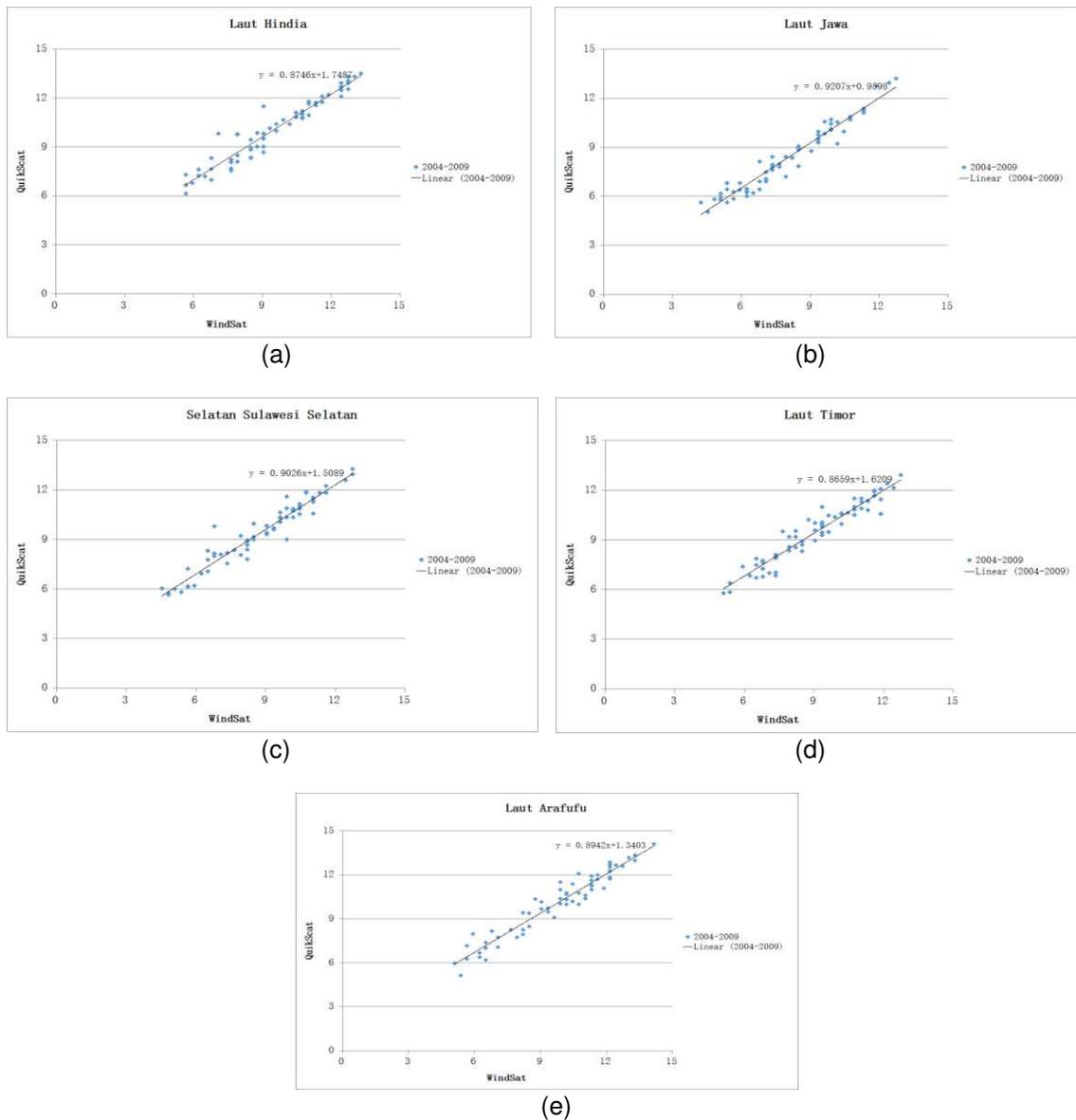
Hasil perhitungan untuk energi angin tahunan berdasarkan data kecepatan angin dari *QuikScat* kurun waktu 11 tahun dari Januari 1999 hingga Desember 2009 seperti yang terlihat pada gambar 13.

Sebagian besar pada perairan Indonesia memiliki energi angin sebesar  $400 \text{ W/m}^2$ . Energi angin terbesar terletak pada dua titik lokasi yaitu pada laut Hindia dan laut Arafuru dengan energi angin lebih besar dari  $600 \text{ W/m}^2$

Peta energi angin tahunan menurut data *WindSat* kurun waktu 11 tahun terlihat pada gambar 14 menunjukkan rata-rata wilayah perairan Indonesia memiliki energi angin kisaran  $300 \text{ W/m}^2$  hingga  $400 \text{ W/m}^2$

**Grafik perbandingan**

Grafik perbandingan data kecepatan angin antara *QuikScat* dan *WindSat* pada koordinat lokasi dan waktu yang sama disajikan pada Gambar 15. Baik data kecepatan angin *QuikScat* maupun *WindSat* menunjukkan data yang tidak jauh berbeda atau dapat dikatakan sama. Terlihat bahwa semua titik-titik kecepatan angin berada di sekitar garis.



Gambar 15. Data kecepatan angin antara *QuikScat* dan *WindSat* pada koordinat lokasi dan waktu yang sama (a) Laut Hindia, (b) Laut Jawa, (c) Laut Sulawesi Selatan, (d) Laut Timor dan (e) Laut Arafuru

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pemetaan kecepatan angin di perairan Indonesia menunjukkan bahwa rata-rata perairan Indonesia memiliki kecepatan angin lebih besar dari 4,16 m/s terutama pada wilayah selatan katulistiwa. Pada peta energi angin menunjukkan besarnya energi angin pada wilayah perairan Indonesia adalah dari 100 W/m<sup>2</sup> hingga lebih besar dari 1 kW/m<sup>2</sup>.

Lokasi-lokasi yang sangat potensial adalah laut Hindia hingga Nusa Tenggara, laut Arafuru hingga Laut Banda, selat Karimata, laut Jawa dan selatan Sulawesi selatan. Hasil perbandingan data kecepatan angin antara data *QuikScat* dan data *WindSat* menunjukkan kedua data tersebut memiliki besaran kecepatan angin yang dapat dikatakan sama.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Gerak semu matahari, <https://www.google.com/search?q=angin+muson&ie=utf-8&oe=utf-8#q=gambar+gerak+semu+matahari> (diakses pada tanggal 10 maret 2015)
- [2] Denny Widhiyanuriyawan, Triyanna Widiyaningtyas, Nurkholis Hamidi and Sugiarto, (2011) The Potential Wind Energy Resources in Indonesia by Using Satellite Data. Seminar on Electrical, Informatics and ITS education. Malang.
- [3] Susandi Armi, Budi Setio Prasanto, Safwan Hadi, Totok Suprijo and Genia Atma Nagara (2006) Potential of Wind Energy Power in Indonesia for Sustainable Energy Development
- [4] Asia Pacific Data Research Center, <http://apdrc.soest.hawaii.edu/> (diakses pada tanggal 15 juli 2014)
- [5] IOWA Energy Center <http://www.iowaenergycenter.org/wind-energy-manual/wind-and-wind-power/wind-speed-and-power/> (diakses pada tanggal 10 maret 2015)