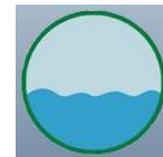




DEPIK

Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan

Journal homepage: www.jurnal.unsyiah.ac.id/depik

Peran dinamika laut dan topografi terhadap pola hujan tipe lokal di wilayah Kota Palu

Role of ocean dynamics and topography for rainfall pattern local type in Palu City region

Solih Alfiandy*, Rheinhart Christian Hamonangan Hutauruk, Donaldi Sukma Permana

Stasiun Pemantau Atmosfer Global (GAW) Lore Lindu Bariri, Area Perkantoran Bandar Udara Mutiara Sis Al – Jufri, Kelurahan Birobuli Utara, Kecamatan Palu Selatan, Kota Palu 94231, Indonesia

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords:

Ocean dynamics
Sea surface temperature
Rainfall pattern local type
Palu city

Palu is well-known for its local type rainfall patterns but there are no previous studies examining the relationship between its rainfall pattern and ocean dynamics at regional scale and its unique topography in this region. The aim of this research is to determine the role of ocean dynamics through an analysis of mean sea surface temperatures (SST) and its correlation to rainfall, analysis of precipitable water and zonal-meridional winds against SST and topographic effects on rainfall which causes Palu is having a local type rainfall pattern. The method used in this research is descriptive analysis and quantitative statistical analysis. The results showed that the pattern of precipitable water and zonal-meridional winds follow the pattern of SST which influenced by the sun's annual motion. Rainfall in Palu is affected by the SST and moisture from surrounding waters of Palu with varying amounts each month. Local type rainfall patterns in Palu is influenced by a combination of ocean dynamics, land-sea breeze and valley-mountain winds due to geographical location and unique topographic condition.

Kata kunci:

Dinamika Laut
Pengaruh suhu
Permukaan laut
Pola hujan tipe lokal
Kota Palu

ABSTRAK

Kota Palu terkenal dengan pola hujan tipe lokal namun belum ada penelitian yang mengkaji wilayah ini untuk mengetahui hubungannya dengan dinamika laut dalam skala regional dan topografinya yang unik. Tujuan dari kajian penelitian ini adalah untuk mengetahui peran dinamika laut melalui analisis rata – rata suhu permukaan laut dan hubungannya dengan curah hujan, analisis rata – rata kondisi uap air atau *precipitable water* serta angin zonal – meridional terhadap suhu permukaan laut dan pengaruh topografi terhadap curah hujan yang menyebabkan wilayah kota Palu memiliki pola hujan tipe lokal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan analisis statistik kuantitatif. Hasil menunjukkan bahwa pola *precipitable water* dan angin zonal – meridional mengikuti pola suhu permukaan laut yang dipengaruhi oleh gerak semu matahari tahunan. Curah hujan di wilayah kota Palu mendapatkan kontribusi dari suhu permukaan laut di sekitar wilayah perairan kota Palu dengan jumlah yang bervariasi disetiap bulannya. Pola hujan tipe lokal di wilayah kota Palu terjadi karena adanya kombinasi antara dinamika laut, angin darat – angin laut dan angin lembah – angin gunung karena letak geografis serta kondisi topografinya yang unik.

DOI: [10.13170/depik.9.2.16106](https://doi.org/10.13170/depik.9.2.16106)

Pendahuluan

Kota Palu terkenal dengan pola hujan tipe lokal, atau dominan dipengaruhi oleh kondisi pada lingkungan sekitar. Pola hujan tipe lokal tersebut ditandai dengan ketidakjelasan antara musim hujan dan musim kemarau atau memiliki ciri pola yang berlawanan dari daerah yang memiliki tipe iklim monsun (Aldrian dan Dwi Susanto, 2003). Penyebab terjadinya hujan berpola lokal ini biasanya terjadi

karena letak geografis suatu wilayah dan kondisi topografinya yang berada di garis khatulistiwa dan didominasi oleh pegunungan serta terdapat teluk karena bisa menghambat maupun mempercepat aliran atmosfer yang menyebabkan konveksi awan – awan konvektif penghasil hujan (Prasetyo dan Puspardini, 2019). Topografi dan lintang Bumi sebagai faktor yang dapat mempengaruhi arah dan kecepatan angin karena Bumi menghasilkan dan memiliki gaya

* Corresponding author.

Email address: solihalfiandy@gmail.com

berupa; gaya gradient tekanan, gaya coriolis, gaya gravitasi, gaya gesek dan gaya sentrifugal (Amri dan Nurjani, 2015).

Dalam proses terjadinya hujan, laut memiliki peranan yang dominan dibandingkan dengan daratan (Hasanudin, 1997). Penguapan yang disebabkan oleh pemanasan matahari terbesar berada di lautan. Pada suatu wilayah dimana pada saat hujan konvektif terjadi, suhu permukaan laut di sekitar perairan pulau akan tinggi dan tekanan udara menjadi rendah yang menyebabkan aliran massa udara dari daerah yang memiliki tekanan udara lebih tinggi mengalir ke daerah yang memiliki tekanan udara lebih rendah (Munandar dan Sumiati, 2017; Supriyadi, 2017; Yuda, 2015). Sedangkan nilai suhu permukaan laut yang rendah cenderung mengurangi konveksi karena jumlah penguapan yang terjadi sedikit (Ivatek-Şahdan et al., 2018). Selain suhu permukaan laut, terdapat juga variabel lain yang memberikan pengaruh terhadap curah hujan seperti uap air atau *precipitable water*, angin zonal dan angin meridional (Muharsyah, 2009; Safril dan Ulfiana, 2019; Simanjuntak dan Safril, 2020).

Pada daerah tropis, suhu permukaan laut menjadi faktor yang dominan dalam mengendalikan variasi curah hujan yang terjadi pada suatu wilayah (Dado dan Takahashi, 2017; Takahashi dan Dado, 2018). Misalnya beberapa waktu sebelum pergantian tahun 2019 – 2020 suhu permukaan laut di perairan Indonesia menghangat atau mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan kondisi normalnya sehingga menyebabkan jumlah curah hujan di beberapa wilayah meningkat hingga mengakibatkan banjir (BMKG, 2020). Meningkatnya nilai suhu permukaan laut tersebut membuat jumlah penguapan juga ikut meningkat, selain itu juga dapat mengakibatkan penurunan tinggi permukaan laut dan sebaliknya (Rochmady, 2015).

Tipe curah hujan lokal tidak dipengaruhi oleh faktor global melainkan banyak dipengaruhi oleh faktor regional dan lokal dari suatu wilayah tertentu (Prasetyo dan Pusparini, 2019). Dalam kajian penelitian yang telah dilakukan oleh para ahli dibidang dinamika laut dan atmosfer bahwa perairan Indonesia memiliki variasi tahunan nilai suhu permukaan laut yang kecil namun tetap terlihat adanya perubahan (Hamuna et al., 2015). Selain suhu permukaan laut dan jumlah uap air, angin zonal dan meridional memiliki peranan yang sangat penting dalam pembentukan awan – awan konvektif karena membantu dalam proses konveksi. Selain faktor regional, menurut (Enderwin, 2010) dalam penelitiannya tentang deteksi potensi gerak vertikal di atas wilayah kota Bandung yang menyimpulkan bahwa gerak angin vertikal di atas wilayah Bandung

lebih didominasi oleh pengaruh orografi dan memiliki kecenderungan yang dipengaruhi oleh kondisi topografi dalam perbedaan elevasi yang tinggi. Tujuan dari kajian penelitian ini adalah untuk mengetahui peran dinamika laut melalui analisis rata – rata suhu permukaan laut dan hubungannya dengan curah hujan, analisis rata – rata kondisi uap air atau *precipitable water* serta angin zonal – meridional terhadap suhu permukaan laut dan pengaruh topografi terhadap curah hujan yang menyebabkan wilayah kota Palu memiliki pola hujan tipe lokal.

Bahan dan Metode

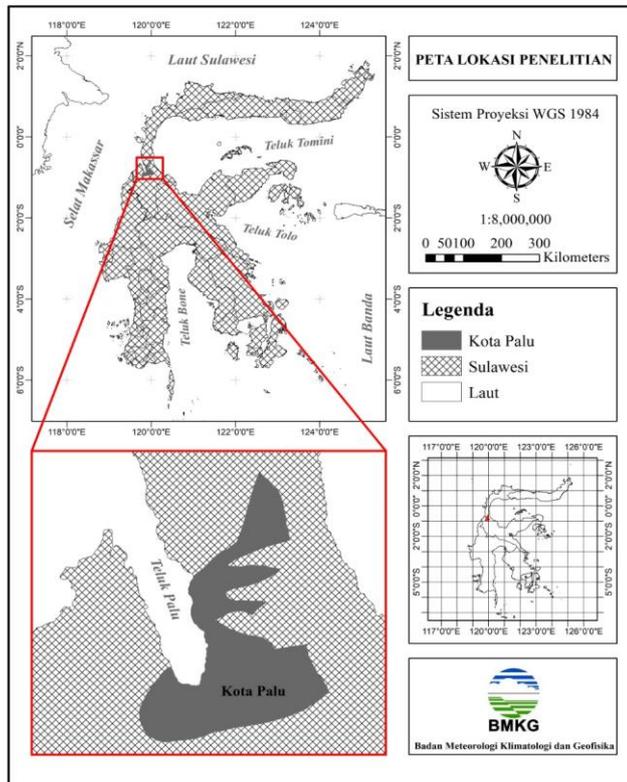
Lokasi dan waktu penelitian

Lokasi pengamatan data curah hujan berada di Stasiun Meteorologi Mutiara Palu, Stasiun Geofisika Palu, pos hujan di kecamatan Tawaili, dan pos hujan di kelurahan Layana Indah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2020. Pengamatan data curah hujan di stasiun meteorologi Palu dilakukan selama 37 tahun, stasiun geofisika Palu dilakukan selama 29 tahun, pos hujan Layana dilakukan selama delapan tahun, dan pos hujan Tawaili selama tujuh tahun pengamatan. Data suhu permukaan laut berasal dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) model *Optimum Interpolation versi 2* yang di download pada situs <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>. Data SPL memiliki resolusi spasial 1×1^0 sebanyak 80 titik koordinat yaitu pada 7,5 Lintang Utara – 7,5 Lintang Selatan dan 116,5 – 125,5 Bujur Timur. Angin zonal – meridional dan *precipitable water* (uap air) bulanan berasal dari NOAA yang di download pada situs <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>. Data ini memiliki resolusi $2,5 \times 2,5^0$ yaitu pada 7,5 Lintang Utara – 7,5 Lintang Selatan dan 116,5 – 125,5 Bujur Timur (Gambar 1). Selain data yang disebutkan, penulis juga menggunakan data kelerengan dari *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) yang di download pada situs <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> dan peta dasar dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

Tabel 1. Ketersediaan data curah hujan pada ruang lingkup kota Palu

Kota	Pos Hujan	Koordinat	Awal Data	Akhir Data
Palu	Stasiun Meteorologi Mutiara	0,92 LS – 119,91 BT	Januari 1982	November 2019
	Stasiun Geofisika Palu	0,91 LS – 119,84 BT	Juli 1990	November 2019
	Layana	0,81 LS – 119,91 BT	Januari 2011	November 2019

Kota	Pos Hujan	Koordinat	Awal Data	Akhir Data
	Tawaili	0,73 LS – 119,87 BT	Januari 2012	November 2019



Gambar 1. Peta kota Palu yang menunjukkan lokasi penelitian

Analisis data

Untuk mengetahui hubungan curah hujan di wilayah kota Palu dan suhu permukaan laut di wilayah perairan sekitar kota Palu maka diperlukan analisis secara deskriptif dan analisis statistik kuantitatif. Analisis rata – rata pola curah hujan di wakili oleh data dari stasiun meteorologi mutiara Palu karena memiliki data dengan panjang 37 tahun. Data tersebut sudah melewati normal yang dianjurkan oleh *World Meteorological Organization* (WMO) yaitu dengan minimal panjang data 30 tahun. Adapun penampilan hasil divisualisasikan dalam bentuk pemetaan yang dikerjakan dengan menggunakan metode interpolasi jenis kriging di *ArcMap* 10.2 guna mempermudah saat melakukan analisis deskriptif.

Salah satu ukuran yang paling banyak digunakan dalam statistik adalah metode rata – rata. Ada beberapa cara untuk mengukur rata – rata, yaitu mean, median dan mode. Mean adalah ukuran rata – rata yang merupakan penjumlahan dari sejumlah nilai yang dibagi dengan jumlah datanya. Secara sederhana, metode rata – rata dirumuskan sebagai berikut (Kustituanto dan Badrudin, 1994):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Dimana : $X_{rata-rata}$ = Mean dari suatu sampel; X_i = Nilai dari data ke- i; N = Jumlah data dari sampel

Untuk menjelaskan keakuratan dan arah hubungan linier dari dua variabel dapat digunakan metode korelasi. Indikator yang digunakan sebagai dasar tingkat keeratan tersebut bergantung pada besaran koefisien korelasinya. Hubungan antar variabel digolongkan menjadi dua bentuk, yaitu korelasi positif dan korelasi negatif. Hubungan antar variabel dikatakan berkorelasi positif jika kenaikan suatu variabel diikuti dengan variabel lainnya. Sebaliknya jika hubungan antar variabel dikatakan berkorelasi negatif pada saat kenaikan suatu variabel diikuti dengan penurunan nilai antar variabel. Tingkat keeratan hubungan antar variabel berkisar dari 0 – 1. Jika koefisien korelasi semakin mendekati 1 menunjukkan bahwa hubungan antar variabel semakin erat. Jika koefisien korelasi semakin mendekati 0 maka antar variabel dianggap tidak berhubungan. Jika koefisien semakin mendekati -1 maka menunjukkan bahwa antar variabel memiliki hubungan yang berkebalikan. Secara sederhana korelasi *pearson* dapat dirumuskan sebagai berikut (Kustituanto dan Badrudin, 1994):

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (2)$$

Dimana : r_{xy} = Nilai korelasi; X = Suhu permukaan laut; Y = Curah hujan; n = Jumlah data

Kriging merupakan metode yang digunakan untuk melakukan estimasi besarnya nilai data sampel pada suatu titik terdekat berdasarkan titik yang memiliki data sampel dengan mempertimbangkan nilai korelasi spasial yang terdapat pada data tersebut. $Z(S_i)$ didefinisikan sebagai variabel random pada titik s_i $i = 1, 2, 3, \dots, n$ (Fajri, 2016).

$$\hat{Z}(s) - m(s) = \sum_{i=1}^n \lambda_i [Z(s_i) - m(s_i)] \quad (3)$$

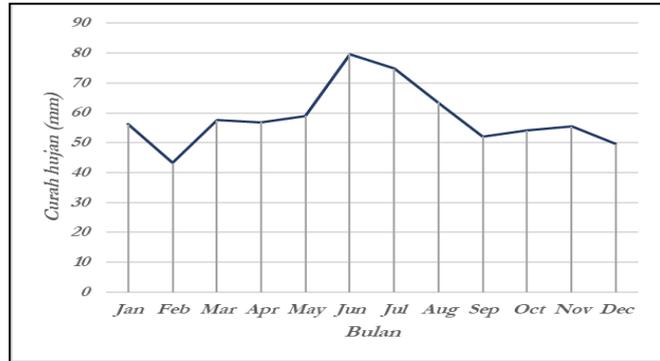
Keterangan : S = Lokasi untuk estimasi; S_i = Salah satu lokasi data yang berdekatan; m = Nilai ekspektasi dari $Z(s)$; $m(S_i)$ = Nilai ekspektasi dari $Z(S_i)$; λ_i = Pembobot yang menentukan ukuran jarak antar titik; n = Banyaknya data sampel yang digunakan untuk estimasi.

Hasil

Analisis pola curah hujan di wilayah Kota Palu

Dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa rata – rata curah hujan di kota Palu periode 1982 – 2019 berada dibawah 100 mm dan memiliki pola hujan yang berlawanan dengan wilayah monsun. Puncak curah hujan di wilayah kota Palu yang di wakili oleh curah hujan dari stasiun meteorologi mutiara Palu berada di bulan Juni dan terendah

berada di bulan Februari. Menurut (Hermawan, 2010) pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodal (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan monsun. Menurut (Aldrian, 2001) yang menyatakan bahwa curah hujan di kota Palu masuk ke dalam pola hujan tipe lokal.



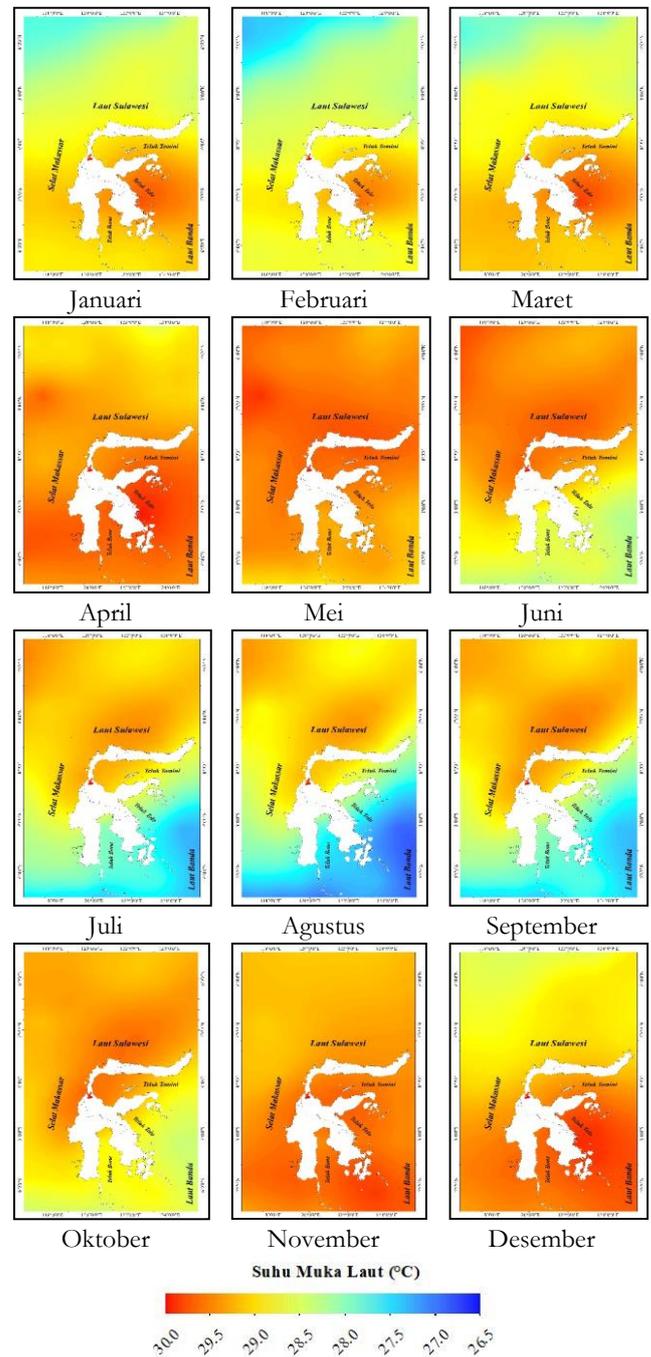
Gambar 2. Pola curah hujan lokal kota Palu berdasarkan rata – rata curah hujan dari stasiun meteorologi mutiara Palu periode 1982 – 2019

Analisis pola rata – rata suhu permukaan laut (SPL)

Gambar 3 menunjukkan rata – rata suhu permukaan laut di sekitar wilayah perairan kota Palu periode 1982 – 2019. Pada bulan Januari, rata – rata suhu permukaan laut berada direntang nilai 27,8 – 29,8 °C. Suhu permukaan laut pada bulan Januari menghangat di wilayah perairan Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Banda dan Selat Makassar kemudian mendingin di Laut Sulawesi. Rata – rata suhu permukaan laut pada bulan Februari berada direntang 27,3 – 29,6 °C, pada bulan ini suhu permukaan laut menghangat di wilayah perairan Teluk Tolo dan dingin di wilayah Teluk Bone, Teluk Tomini, Selat Makassar dan Laut Sulawesi. Rata – rata suhu permukaan laut pada bulan Maret berada direntang nilai 27,8 – 29,9 °C. Suhu permukaan laut bulan Maret menghangat di wilayah perairan Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Banda, Selat Makassar, Teluk Bone dan dingin di Laut Sulawesi.

Rata – rata suhu permukaan laut pada bulan April berada di rentang nilai 28,7 – 30,0 °C. Suhu permukaan laut menghangat di seluruh wilayah perairan sekitar kota Palu, perairan paling hangat berada di wilayah perairan Teluk Tomini, Teluk Tolo, Laut Banda, Teluk Bone dan Selat Makassar. Pada bulan Mei rata – rata suhu permukaan laut berada direntang 29,0 – 29,9 °C. Kebalikan dari bulan April, perairan yang lebih hangat berada di wilayah Laut Sulawesi, Selat Makassar, Teluk Palu dan Teluk Tomini. Pada bulan Juni, rata – rata suhu permukaan laut berada direntang 28,2 – 29,8 °C. Seperti pada

bulan Mei, massa air dengan nilai suhu permukaan laut lebih hangat semakin bergeser ke Utara sehingga perairan Laut Banda dan perairan di Selatan kota Palu lebih dingin.



Gambar 3. Rata – rata suhu permukaan laut periode 1982 – 2019

Rata – rata suhu permukaan laut pada bulan Juli berada direntang nilai 27,3 – 29,5 °C. Hangatnya massa air (suhu permukaan laut) pada bulan Juli semakin bergeser ke Utara dan membuat massa air di perairan Laut Banda dan perairan di selatan kota Palu mendingin. Pada bulan Agustus rata – rata nilai suhu permukaan laut berada direntang 26,8 – 29,5 °C. Massa air dengan nilai suhu permukaan laut lebih

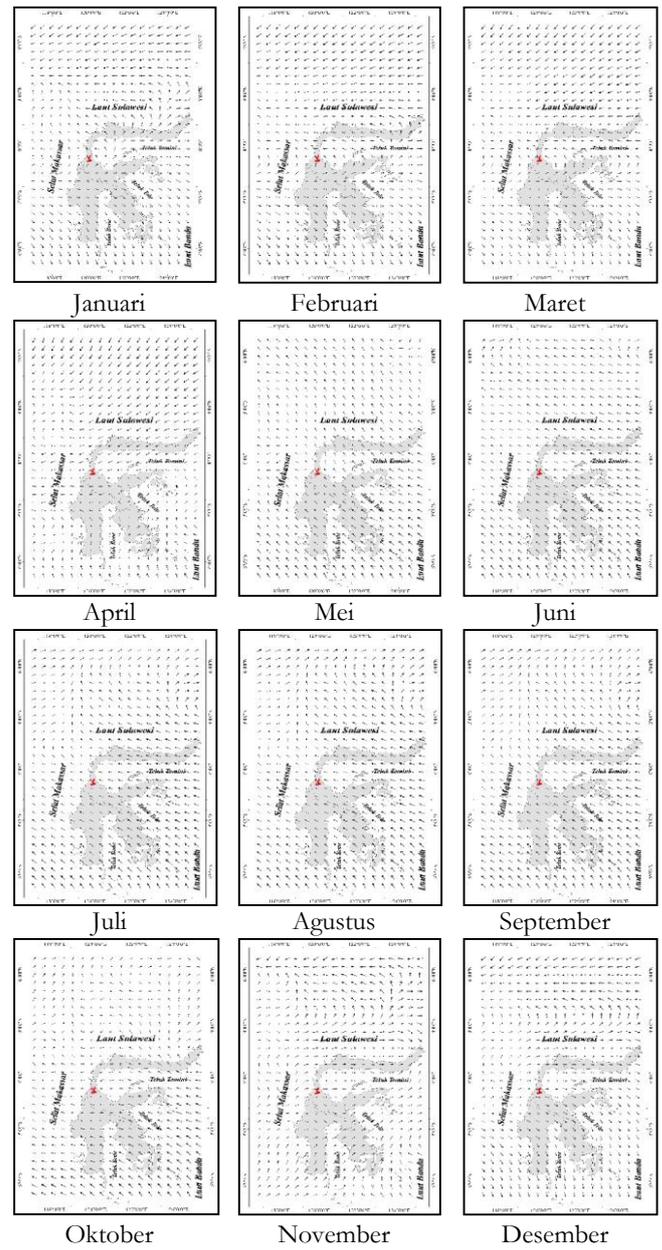
hangat pada bulan Agustus semakin bergeser ke Utara dan membuat perairan Laut Banda dan perairan di Selatan kota Palu lebih dingin jika dibandingkan dengan bulan Juli bahkan suhu permukaan laut pada bulan ini memiliki nilai yang lebih rendah dari bulan – bulan lainnya. Selanjutnya untuk rata – rata suhu permukaan laut bulan September di sekitar perairan kota Palu mulai kembali menghangat dan memiliki pola yang sama seperti bulan Juli. Rentang nilai suhu permukaan laut pada bulan September yaitu 27,3 – 29,6 °C.

Rata – rata suhu permukaan laut pada bulan Oktober berada direntang nilai 28,4 – 29,7 °C. Hangatnya massa air pada bulan Oktober mulai bergeser kembali kearah Selatan, pada bulan tersebut nilai suhu permukaan laut di dominasi lebih hangat pada perairan sebelah Utara kota Palu sekitaran Selat Makassar dan Laut Sulawesi. Kemudian untuk bulan November suhu permukaan laut berada direntang nilai 29,1 – 29,9 °C. Hangatnya massa air semakin bergeser ke arah Selatan dan lebih dingin di perairan sebelah Utara kota Palu, tepatnya di Laut Sulawesi. Selanjutnya untuk rata – rata suhu permukaan laut pada bulan Desember berada direntang 28,5 – 30,0 °C. Pada bulan ini massa air semakin bergeser ke arah Selatan dan semakin menghangat

Analisis pola rata – rata angin zonal – meridional

Gambar 4 menunjukkan pola klimatologi angin zonal dan meridional bulanan periode 1982 – 2019 sekitaran dan yang melewati kota Palu. Angin zonal yang berhembus di atas kota Palu pada bulan November hingga Februari dominan berasal dari arah Barat. Kemudian untuk angin zonal pada bulan Maret hingga Oktober dominan berasal dari arah Timur. Selanjutnya untuk angin meridional pada bulan November hingga April dominan berasal dari arah Utara dan pada bulan Mei hingga Oktober arah angin dominan berasal dari arah Selatan.

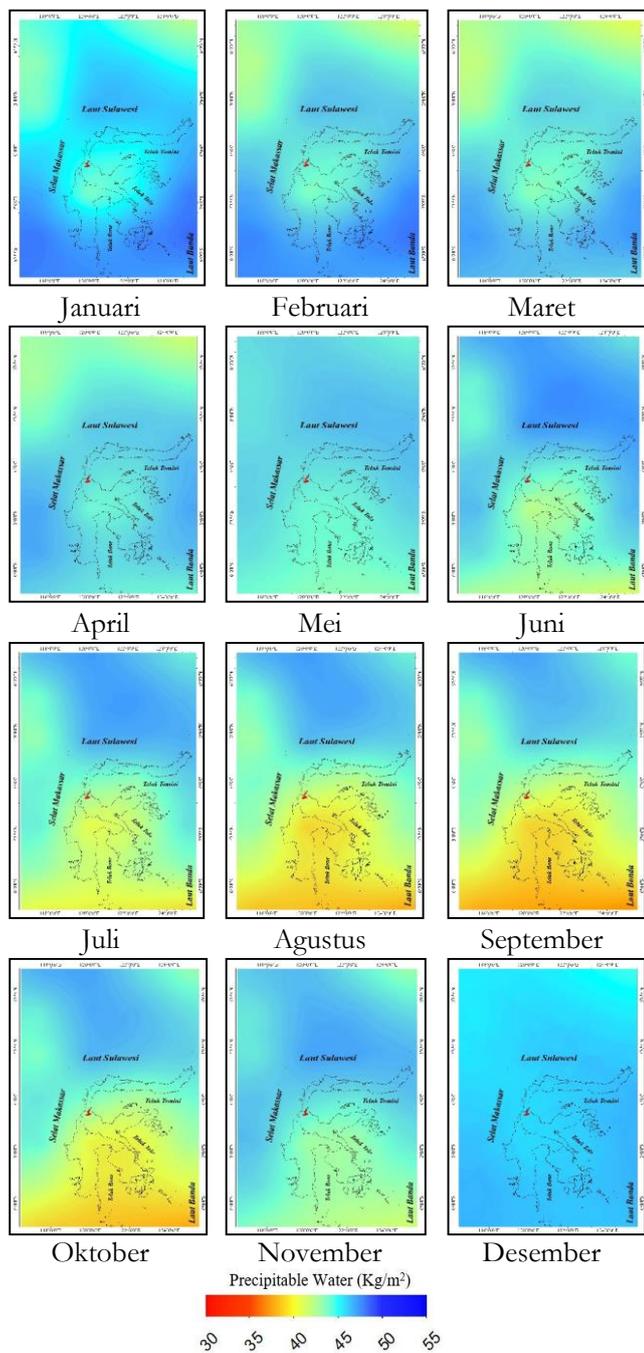
Dominan angin zonal dan meridional untuk kota Palu pada bulan Januari hingga Maret didominasi oleh angin meridional yang berasal dari arah Utara. Pada bulan April – Mei pola angin zonal dan meridional untuk kota Palu didominasi oleh angin zonal yang berasal dari arah Timur atau sering disebut sebagai angin timuran. Pada bulan Juni – Oktober pola angin zonal dan meridional untuk kota Palu didominasi oleh angin meridional yang berasal dari arah Selatan. Selanjutnya bulan November pola angin zonal dan meridional untuk kota Palu didominasi oleh angin zonal dari arah Barat. Kemudian untuk bulan Desember pola angin zonal dan meridional didominasi oleh angin meridional yang berasal dari arah Utara.



Gambar 4. Rata – rata arah dan kecepatan angin zonal – meridional ketinggian 1000 mb periode 1982 – 2019

Analisis pola rata – rata precipitable water (Uap air)

Gambar 5 merupakan peta rata – rata precipitable water (uap air) bulanan periode 1982 – 2019 di sekitar kota Palu. Pada bulan Januari sampai Desember nilai rata – rata precipitable water berada direntang 33,85 – 51,71 kg/m². Kemudian untuk nilai rata – rata precipitable water terendah berada di bulan September dan tertinggi berada di bulan Desember.

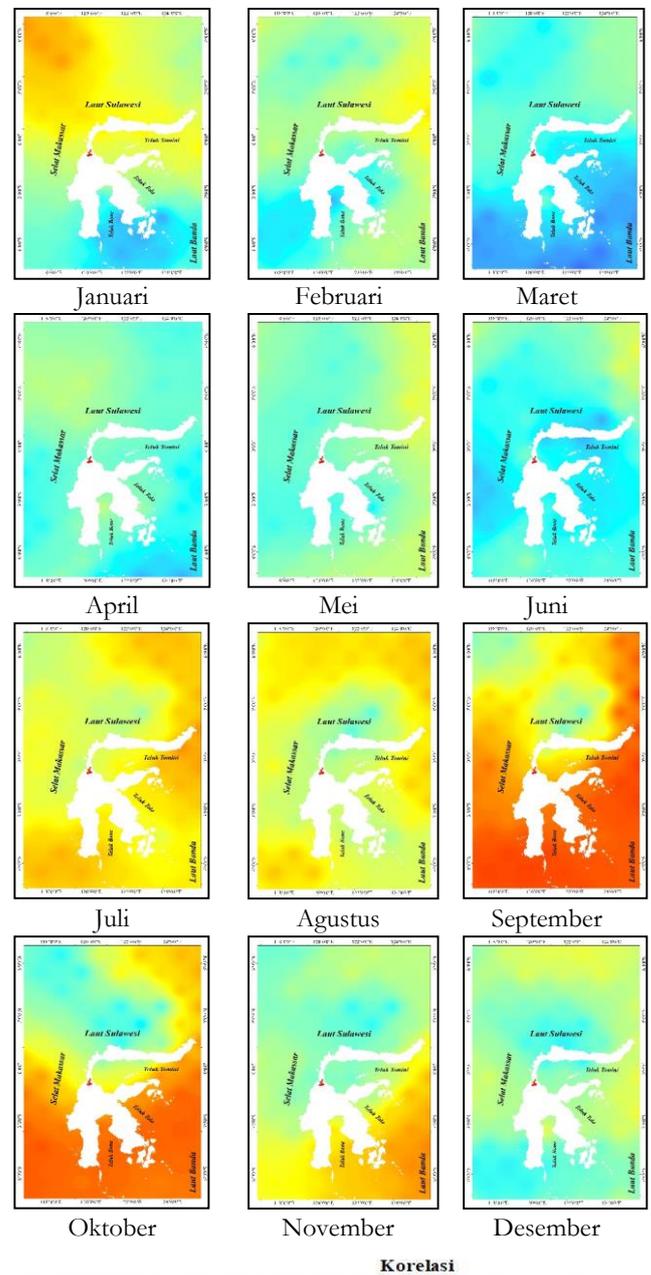


Gambar 5. Rata – rata uap air (*precipitable water*) periode 1982 – 2019

Analisis hubungan curah hujan dan suhu permukaan laut

Gambar 6 menunjukkan penyebaran korelasi antara suhu permukaan laut sekitar perairan kota Palu dan curah hujan di wilayah kota Palu. Korelasi positif tertinggi antara suhu permukaan laut dengan curah hujan bulan Januari berada di wilayah perairan sebelah Barat kota Palu dengan nilai sebesar 0,46 dan korelasi negatif tertinggi berada di sebelah Tenggara kota Palu dengan nilai sebesar 0,38. Korelasi positif tertinggi pada bulan Februari berada di wilayah timur laut kota Palu dengan nilai sebesar 0,28 dan korelasi negatif tertinggi berada di perairan sebelah Barat Daya kota Palu dengan nilai 0,35.

Korelasi pada bulan Maret bernilai negatif di wilayah perairan sekitar kota Palu, negatif terendah dengan nilai 0,03 berada di Timur laut dan negatif tertinggi berada di sebelah Selatan. Kemudian pada bulan April korelasi positif sangat rendah terjadi di Barat Laut kota Palu, dan untuk korelasi negatif tertinggi berada di Barat Daya dan Tenggara.



Gambar 6. Penyebaran nilai korelasi rata – rata dari empat pos hujan di wilayah kota Palu terhadap suhu permukaan laut di sekitar wilayah perairan kota Palu.

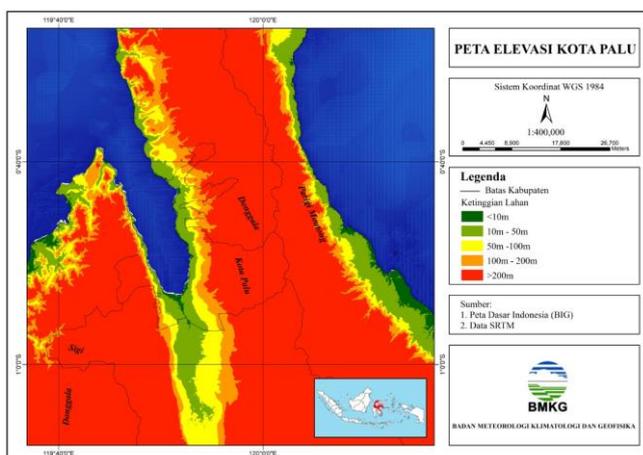
Korelasi positif tertinggi bulan Mei berada di wilayah Timur Laut kota Palu dengan nilai sebesar 0,18 dan korelasi negatif tertinggi berada di wilayah perairan Selat Makassar dengan nilai sebesar 0,24.

Korelasi positif tertinggi bulan Juni berada di wilayah perairan sebelah Timur Laut kota Palu dengan nilai sebesar 0,17 dan korelasi negatif tertinggi berada di wilayah perairan Selat Makassar. Korelasi positif tertinggi pada bulan Juli terjadi di wilayah perairan Timur Laut kota Palu dan korelasi negatif tertinggi terjadi di wilayah utara kota Palu dengan nilai 0,04. Korelasi positif tertinggi pada bulan Agustus terjadi di wilayah perairan Timur Laut kota Palu dengan nilai sebesar 0,40 dan korelasi negatif terjadi di wilayah perairan utara kota Palu dengan nilai 0,17.

Korelasi positif tertinggi bulan September berada di wilayah Barat Daya kota Palu dengan nilai sebesar 0,64 dan korelasi negatif terjadi di wilayah utara kota Palu. Korelasi positif tertinggi bulan Oktober berada di sekitar wilayah selatan kota Palu dengan nilai sebesar 0,59 dan korelasi negatif terjadi di wilayah Utara kota Palu dengan nilai 0,25. Korelasi positif tertinggi pada bulan November terjadi di wilayah perairan sebelah Tenggara kota Palu dengan nilai sebesar 0,49 dan korelasi negatif terjadi di wilayah perairan sebelah Utara kota Palu dengan nilai 0,22. Korelasi positif tertinggi pada bulan Desember terjadi di wilayah perairan sebelah Utara kota Palu dengan nilai sebesar 0,19 dan korelasi negatif terjadi di wilayah perairan sebelah Barat Daya kota Palu.

Analisis elevasi Kota Palu

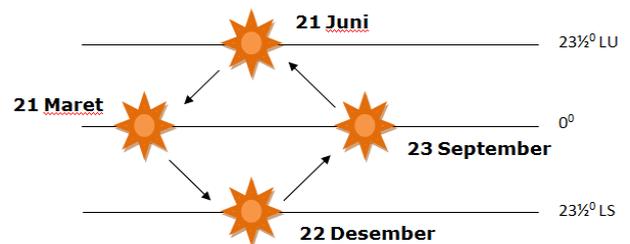
Gambar 7 merupakan peta elevasi wilayah kota Palu. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa kota Palu memiliki elevasi yang bervariasi. Ketinggian <10 meter di atas permukaan laut berada di tepi pantai, kemudian bergeser naik secara merata ke seluruh arah dengan elevasi 10 – 50 meter di atas permukaan laut dan hingga >200 meter di atas permukaan laut. Kota Palu terkenal dengan lembah karena kondisi wilayah sekelilingnya yang merupakan dataran tinggi seperti perbukitan dan pegunungan.



Gambar 7. Peta elevasi kota Palu

Pembahasan

Hangatnya suhu permukaan laut pada perairan di sekitar wilayah kota Palu dapat dipengaruhi oleh gerak semu matahari dan letak geografisnya yang strategis sehingga mendapatkan penyinaran matahari sepanjang tahun dengan intensitas yang tinggi (Sabin et al., 2013). Jika dilihat dari jadwal gerak semu matahari pada bulan Januari hingga Maret, posisi matahari berada di belahan bumi Selatan menuju ekuator sehingga membuat suhu permukaan laut di wilayah perairan sekitar kota Palu yang berada di Ekuator bagian Selatan lebih hangat dibandingkan dengan perairan di sekitar kota Palu yang berada pada belahan bumi bagian Utara. Hal tersebut membuat perairan di sekitar wilayah kota Palu mendingin sehingga aliran massa udara mengalir dengan kuat menuju perairan hangat yang menyebabkan konveksi awan – awan konvektif di wilayah kota Palu tidak signifikan terjadi yang berakibat pada kota Palu karena hanya mendapatkan sedikit hujan.



Gambar 8. Gerak semu matahari tahunan (Sumber gambar: Portal – ilmu)

Seiring pergerakan semu matahari (Gambar 8) yang melewati ekuator, rata – rata klimatologi suhu permukaan laut pada bulan April, Mei, Juni mendapatkan intensitas penyinaran yang lebih sehingga membuat suhu permukaan laut lebih hangat jika dibandingkan dengan bulan lainnya dan perlahan bergeser ke belahan bumi Utara namun sebagian perairan sekitar kota Palu masih mendapatkan pemanasan yang lebih (Yana et al., 2014). Hal tersebut membuat terjadinya penguapan besar – besaran yang akan berdampak pada aliran atmosfer/massa udara kuat di atas wilayah kota Palu dari wilayah lain yang membawa uap air menuju perairan di wilayah sekitar kota Palu sehingga terjadi konveksi awan – awan konvektif yang signifikan dan menyebabkan jumlah curah hujan di kota Palu mengalami peningkatan bahkan mencapai puncaknya (pola curah hujan terdapat pada Gambar 2).

Kemudian pada bulan Juli dan Agustus matahari mulai bergerak ke Ekuator namun perairan di sekitar wilayah kota Palu bagian Selatan masih

memiliki suhu yang lebih dingin dibandingkan dengan bagian Utara perairan kota Palu. Pada bulan September peningkatan suhu permukaan laut semakin bergeser yang diringi dengan gerak semu matahari yang akan melewati Ekuator menuju belahan bumi Selatan sehingga perairan di kota Palu bagian Selatan mulai mengalami peningkatan nilai suhu permukaan laut. Gerak semu matahari perlahan bergeser dari Ekuator ke belahan bumi bagian Selatan pada bulan Oktober, November, dan Desember. Pada bulan November suhu permukaan laut lebih hangat dibandingkan bulan Oktober dan Desember karena pada saat matahari bergerak terjadi perambatan intensitas penyinaran matahari yang masuk ke wilayah perairan di sekitar wilayah kota Palu. Dapat dibuktikan pada bulan Desember (**Gambar 3**) saat matahari berada di belahan bumi bagian Selatan pada lintang atas sehingga pemanasan yang terjadi di wilayah perairan sekitar kota Palu lebih hangat bagian Selatan dibandingkan bagian Utara, pada **Gambar 5** yang menjelaskan secara visual tingginya jumlah penguapan.

Selanjutnya untuk analisis rata – rata kondisi angin terhadap suhu permukaan laut dan curah hujan pada bulan November hingga Februari angin zonal di atas wilayah kota Palu dominan berasal dari arah Barat dan angin meridional dominan dari arah Utara disebabkan oleh adanya peningkatan suhu permukaan laut di wilayah perairan Teluk Tolo serta Laut Banda sehingga aliran massa udara yang membawa uap air dengan jumlah besaran nilai yang bervariasi dari arah Barat dan Utara tertarik menuju perairan tersebut hingga menyebabkan terjadinya konveksi awan – awan konvektif (**Gambar 3, 4 dan 5**). Berdasarkan teori sirkulasi massa udara yang berkembang, udara akan bergerak dari daerah yang memiliki tekanan udara lebih tinggi menuju daerah yang memiliki tekanan udara lebih rendah (**Fadika et al., 2014**). Begitu juga untuk angin zonal dan meridional pada bulan Maret hingga September. Kajian ini didukung oleh penelitian dari (**Sakaeda dan Roundy, 2015**) yang menyebutkan bahwa rata – rata antara angin zonal dan meridional terhadap suhu permukaan laut memiliki kaitan dalam proses dinamika atmosfer.

Antara suhu permukaan laut dan angin zonal – meridional di sekitar wilayah kota Palu terhadap curah hujan di wilayah kota Palu memiliki hubungan yang sangat erat dalam proses terjadinya hujan. Pada saat angin zonal dan meridional sama – sama mengalir menuju perairan di sekitar kota Palu yang lebih hangat dan bertemu hingga kemudian terjadilah konveksi diatas perairan tersebut maka dipastikan akan banyak awan konvektif dan awan – awan

tersebut kembali berjalan dalam kondisi yang sudah hampir jenuh hingga akhirnya jenuh dan melepaskan massa yang dibawanya berupa cairan lalu jatuh pada daerah yang dilewatinya termasuk kota Palu (**Gleixner et al., 2017**).

Pola angin zonal – meridional bulan Januari terlihat adanya pengaruh angin monsun Barat Asia dimana banyak membawa uap air, pada bulan Mei terjadi pertukaran angin dimana pada bulan tersebut angin bertiup dari timur dan membawa massa udara kering dari Australia (**Ummenhofer et al., 2013**). Saat aktivitas monsun Asia beberapa wilayah di Indonesia mengalami peningkatan dan pengurangan jumlah curah hujan. Jika dilihat dari pola curah hujan rata – rata bulanan Kota Palu saat aktifnya monsun Asia dan Australia memiliki pengaruh pada jumlah curah hujan bulanan di kota Palu, namun jumlah curah hujan yang tidak mengalami peningkatan maupun penurunan yang signifikan. Berdasarkan analisis hasil, terdapat faktor lain yang mempengaruhi dinamika atmosfer di wilayah kota Palu seperti topografi, angin darat dan angin laut.

Distribusi *precipitable water* (uap air) dari bulan Januari sampai Desember mengikuti pola suhu permukaan laut dimana pada saat suhu permukaan laut menghangat maka nilai dari *precipitable water* akan meningkat dan begitu juga sebaliknya. Peningkatan dan penurunan nilai *precipitable water* ini disebabkan oleh pemanasan dari matahari terhadap suhu permukaan laut hingga menghasilkan uap air yang selanjutnya akan terangkat ke atmosfer. Distribusi pola *precipitable water* juga dipengaruhi oleh kecepatan angin dimana saat kecepatan angin maksimum maka nilai dari *precipitable water* pada wilayah tersebut akan menurun karena angin yang kencang akan membawa uap air menuju wilayah yang memiliki tekanan lebih rendah (**Wang et al., 2013**).

Hasil analisis korelasi pada **Gambar 6** antara suhu permukaan laut perairan sekitar kota Palu terhadap curah hujan di wilayah tersebut menunjukkan nilai korelasi dari terendah hingga tertinggi dan terlihat memiliki keragaman dalam penyebarannya. Dilihat dari penyebaran nilai korelasi antara suhu permukaan laut di wilayah perairan sekitar kota Palu dengan curah hujan di sekitar wilayah kota Palu memiliki keterkaitan pada setiap bulannya. Dalam kajian penelitian yang dilakukan oleh (**Handiana et al., 2016**) menyatakan bahwa hubungan antara suhu permukaan laut terhadap curah hujan bervariasi disetiap bulannya. Beberapa wilayah perairan menunjukkan respon hubungan antara suhu permukaan laut terhadap curah hujan yang tidak selalu sama antara positif dan negatif pada setiap bulannya. Menurut (**Estiningtyas et al., 2007**)

korelasi negatif menunjukkan bahwa peningkatan nilai suhu permukaan laut pada wilayah dan bulan tertentu memiliki kaitan dengan menurunnya jumlah curah hujan pada periode bulan yang sama. Korelasi positif antara suhu permukaan laut dan curah hujan menunjukkan bahwa adanya interaksi dari suhu permukaan laut yang mendukung terjadinya konveksi awan – awan konvektif hingga menyebabkan terjadinya hujan. Dalam hal ini, curah hujan di wilayah kota Palu mendapatkan kontribusi dari suhu permukaan laut di sekitar wilayah perairan kota Palu dengan jumlah yang bervariasi.

Dari analisis hasil yang telah dilakukan bahwa hujan yang terjadi di wilayah kota Palu lebih kuat didominasi dari pergerakan aliran atmosfer/massa udara lokal secara orografis karena terdapat perbedaan tekanan udara antara dataran rendah dengan dataran tinggi dilihat dari ketinggian wilayah sekitar kota Palu (Gambar 7) yang memiliki ketinggian >200 meter di atas permukaan laut (mdpl) yang mendukung terjadinya interaksi angin gunung – angin lembah atau angin orografis. Angin orografis dapat terjadi karena terdapat perbedaan dalam penerimaan radiasi matahari, radiasi matahari yang diterima wilayah dataran tinggi lebih dominan dibandingkan dataran rendah. Hal itu menyebabkan terdapat perbedaan suhu udara, perbedaan tersebut berpengaruh terhadap tekanan udara yang dapat menimbulkan gerakan udara. Perubahan panas antara siang dan malam merupakan gaya gerak utama sistem angin harian, karena terdapat beda panas yang kuat antara udara di atas tanah dengan udara di ketinggian pada topografi yang memiliki elevasi tinggi seperti pegunungan. Selain kuat terjadi angin gunung – angin lembah, angin darat – angin laut juga kuat terjadi karena terdapat teluk di sebelah utara wilayah kota Palu yang merupakan pintu masuk utama aliran atmosfer/massa udara pada saat siang hari dan pintu keluar pada saat malam hari. Pada saat siang hari tekanan di daratan lebih rendah dibandingkan lautan sehingga angin berasal dari laut. Pada saat malam hari tekanan udara di lautan cenderung stabil dan tekanan udara di daratan mengalami peningkatan sehingga angin pada saat malam hari berasal dari daratan.

Jika dilihat dari letak wilayah kotanya, kota Palu berada di Lembah dan terdapat Teluk di sebelah Utara dimana Teluk tersebut merupakan pintu masuk dan keluar satu – satunya aliran atmosfer/massa udara dari laut baik siang maupun malam hari. Ketika aliran atmosfer/massa udara tersebut masuk ke dalam wilayah kota Palu yang merupakan Lembah menuju arah Selatan kota Palu yang merupakan pegunungan, maka aliran atmosfer/massa udara tersebut akan menabrak gunung hingga aliran

atmosfer/massa udara itu pecah dan berpecah mencari jalan untuk bisa tetap mengalir. Pencaran aliran massa udara tersebut ada yang mengalir ke tepi gunung, dan ada yang mengalir kembali ke arah semula namun bertabrakan dengan aliran massa udara yang masuk dari Utara hingga akhirnya terjadi konveksi di atas wilayah kota Palu. Aliran atmosfer/massa udara yang kuat hasil dari pertemuan tersebut terus mendorong terjadinya konveksi yang terjadi di atas wilayah kota Palu dan menyebabkan awan – awan yang terbentuk itu berjalan menuju tepi – tepi gunung (Gambar 9) karena kuatnya aliran atmosfer/massa udara yang berada di bawah dan berkumpul dengan awan – awan hasil konveksi dari perpecahan aliran atmosfer/massa udara lainnya pada daerah itu. Sehingga awan – awan yang terbentuk di pegunungan sekitar wilayah kota Palu berkembang menjulang tinggi hingga akhirnya jenuh dan melepaskan massa berupa es/cairan yang dibawanya pada daerah tepi gunung tersebut.



Gambar 9. Lokasi sekeliling wilayah kota Palu

Kajian penelitian ini didukung oleh penelitian yang dilakukan (Prasetyo dan Pusparini, 2019) menyatakan bahwa wilayah yang memiliki topografi seperti pegunungan dapat menyebabkan terjadi

perbedaan pola curah hujan, pegunungan tersebut berperan sebagai mekanisme penghalang (*barrier*) bagi aliran atmosfer yang menyebabkan konveksi orografis sehingga menyebabkan curah hujan pada wilayah tersebut bersifat lokal. Kajian ini juga didukung oleh penelitian (Anggita Dewita, Ahmad Shirat Abu Bakar, 2015) yang menyimpulkan bahwa faktor pola hujan tipe lokal kuat terjadi karena dipengaruhi oleh angin – darat dan angin – laut yang terjadi setiap hari sepanjang tahun. Kajian juga ini dikuatkan oleh penelitian (Satyawardhana dan Erma, 2016) yang menyimpulkan bahwa kuatnya siklus diurnal angin darat – angin laut dan angin gunung – angin lembah dapat meningkatkan curah hujan di pegunungan karena variabilitas diurnal berhubungan dengan ketidaksimetrisan topografi lokal yang menyebabkan adanya kecenderungan pola: basah untuk daerah pegunungan dan kering untuk daerah pantai. Selanjutnya kajian dari (Alfuadi dan Prayuda, 2015) yang menyimpulkan bahwa pengaruh lokal berperan dalam pembentukan pola curah hujan diurnal yang merepresentasikan kondisi cuaca kontinen (darat) pada dataran tinggi.

Kesimpulan

Dari kajian penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pola angin zonal – meridional dan *precipitable water* (uap air) mengikuti pola dari suhu permukaan laut. Suhu permukaan laut dikendalikan oleh pergerakan semu matahari tahunan karena sinar matahari dapat mempengaruhi intensitas penguapan yang terjadi pada wilayah perairan di sekitar kota Palu sehingga dapat menyebabkan terjadinya pembentukan awan konvektif yang menimbulkan hujan. Pola curah hujan di kota Palu memiliki korelasi dengan suhu permukaan laut di wilayah sekitar perairan kota Palu pada lokasi dan bulan tertentu dengan kategori hubungan sangat lemah hingga cukup kuat. Curah hujan di kota Palu memiliki tipe lokal dengan pola unimodal karena di pengaruhi oleh kondisi geografi dan topografi yang unik. Kota Palu berada di lembah yang diapit pegunungan dengan elevasi lebih tinggi dibagian Barat dan Timur serta di sebelah Utara berbatasan dengan teluk Palu yang mendukung terjadinya sirkulasi angin lokal pada siklus harian. Dengan adanya kombinasi antara dinamika laut, angin darat–laut dan angin lembah – gunung karena letak geografis serta kondisi topografi yang unik, maka menyebabkan pola hujan di kota Palu memiliki tipe lokal.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pengamat meteorologi dan geofisika di lingkungan

Stasiun Meteorologi Mutiara Palu, Stasiun geofisika Palu, Pos Pengamatan Hujan Layana dan Tawai serta rekan – rekan prakirawan dari Stasiun Pemantau Atmosfer Global (BMKG) Lore Lindu Bariri – Palu yang telah mendukung penulis untuk melakukan kajian penelitian ini.

Referensi

- Aldrian, E. 2001. Pembagian iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan dengan metoda “double correlation”. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*, 2(1): 11-18.
- Aldrian, E., R.D. Susanto. 2003. Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *International Journal of Climatology*, 23(12): 1435-1452. <https://doi.org/10.1002/joc.950>
- Alfuadi, N., S.S. Prayuda. 2015. Analisa karakteristik curah hujan diurnal di stasiun meteorologi sangkapura-bawean dan stasiun meteorologi citeko-bogor berdasarkan pengaruh regional dan lokal. *Proseding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya*, 56-64.
- Amri, M.C., E. Nurjani. 2015. Kajian angin ribut berdasarkan unsur iklim dan aspek lahan di wilayah Bandung. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(4): 1-10.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2020. www.bmkg.go.id diakses pada tanggal 02 Januari 2020.
- Dado, J.M.B., H.G. Takahashi. 2017. Potential impact of sea surface temperature on rainfall over the western Philippines. *Progress in Earth and Planetary Science*, 4 article number 23: 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40645-017-0137-6>
- Dewita, A., A.S.A. Bakar, K. Dwicahyo. 2015. Pemanfaatan wrf-arw untuk simulasi potensi angin sebagai sumber energi di teluk bone. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 05(02): 17-23.
- Endarwin, E. 2010. Deteksi potensi gerak vertikal atmosfer di atas wilayah bandung dan sekitarnya. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(1): 44-53.
- Estingtyas, W., F. Ramdhani, E. Aldrian. 2007. Analisis korelasi curah hujan dan suhu permukaan laut wilayah indonesia, serta implikasinya untuk prakiraan curah hujan (studi kasus Kabupaten Cilacap). *Jurnal Agromet Indonesia*, 21: 46-60. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/agromet/article/viewFile/3479/2379>
- Fadika, U., A. Rifai, B. Rochaddi. 2014. Arah dan kecepatan angin musiman serta kaitannya dengan sebaran suhu permukaan laut di selatan pangandaran jawa barat. *Journal of Oceanography*, 3(3): 429-437.
- Fajri, I. 2016. Perbandingan Metode Interpolasi IDW, Kriging, dan Spline pada Data Spasial Suhu Permukaan Laut. Skripsi. IPB. Bogor.
- Gerak Semu Matahari Tahunan. <https://portal-ilmu.com/pengertian-akibat-revolusi-bumi/#!>. Diakses pada tanggal 21 Maret 2020.
- Gleixner, S., N. Keenlyside, E. Viste, D. Korecha. 2017. The El Niño effect on Ethiopian summer rainfall. *Climate Dynamics*, 49(5–6): 1865-1883.
- Hamuna, B., Y.P. Paulangan, L. Dimara. 2015. Kajian suhu permukaan laut menggunakan data satelit Aqua-MODIS di perairan Jayapura, Papua. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 4(3): 160-167.
- Handiana, D., S.C. Wahyono, D.S. Susanti. 2016. Perancangan model prediksi curah hujan bulanan berdasarkan suhu permukaan laut di kalimantan selatan. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 10(1): 1-12.
- Hasanudin, M. 1997. Pengaruh laut terhadap iklim. *Jurnal Oseana*, XXII(2):15-22.
- Hermawan, E. 2010. Pengelompokan pola curah hujan yang terjadi di beberapa kawasan P. Sumatera berbasis hasil analisis teknik spektral. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2): 75-85.
- Ivatek-Šahdan, S., A. Stanešić, M. Tudor, I.O. Plenković, I. Janeković. 2018. Impact of SST on heavy rainfall events on eastern Adriatic during SOP1 of HyMeX. *Atmospheric Research*, 200: 36-59.

- Kustituantio, B., R. Badrudin. 1994. STATISTIKA 1: Deskriptif. Gunadarma.
- Muharsyah, R. 2009. Prakiraan curah hujan tahun 2008 menggunakan teknik neural network dengan prediktor sea surface temperature (SST) di stasiun mopah merauke. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 10(1): 10-21.
- Munandar, T. A., S. Sumiati. 2017. Implementasi linier regresi untuk prediksi curah hujan bulanan. *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan*, 63–66.
- National Oceanic Atmospheric Administration. 2020. <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>. Data suhu permukaan laut, angin zonal – meridional dan precipitable water vapor. Diakses pada bulan Januari 2020.
- Prasetyo, B., N. Pusparini. 2019. Respon curah hujan sulawesi terhadap El Niño Modoki. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 20(1): 21-29. <https://doi.org/10.31172/jmg.v20i1.517>
- Rochmady, R. 2015. Analisis parameter oseanografi melalui pendekatan sistem informasi manajemen berbasis web (Sebaran suhu permukaan laut, klorofil-a dan tinggi permukaan laut). *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, 8(1): 1-7.
- Sabin, T.P., C.A. Babu, P.V. Joseph. 2013. SST–convection relation over tropical oceans. *International Journal of Climatology*, 33(6): 1424-1435.
- Safri, A., A. Ulfiana. 2019. Prediksi curah hujan bulanan menggunakan metode statistical downscaling di pulau jawa dengan pemilihan prediktor berdasarkan transpor uap air. *Jurnal Geografi*, 11(2): 19-33.
- Sakaeda, N., P.E. Roundy. 2015. The development of upper-tropospheric wind over the Western Hemisphere in association with MJO convective initiation. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 72(8): 3138-3160.
- Satyawardhana, H., Y. Erma. 2016. Interaksi el nino, monsun, dan topografi lokal terhadap anomali hujan di Pulau Jawa. *Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer*, 59-74.
- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). 2020 <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>
- Simanjuntak, P.P., A. Safri. 2020. Analisa angin zonal dan meridional dalam menentukan awal musim hujan di Kota Jambi. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 8(1): 43-50.
- Supriyadi, S. 2017. Prediksi total hujan bulanan di Tanjungpandan menggunakan persamaan regresi dengan prediktor Sst Nino 3.4 dan India Ocean Dipole (IOD). *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*, 16(2): 1-8.
- Takahashi, H.G., J.M.B. Dado. 2018. Relationship between sea surface temperature and rainfall in the Philippines during the Asian summer monsoon. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 96: 283-290.
- Ummenhofer, C.C., R.D.D' Arrigo, K.J. Anchukaitis, B.M. Buckley, E.R. Cook. 2013. Links between Indo-Pacific climate variability and drought in the Monsoon Asia Drought Atlas. *Climate Dynamics*, 40(5–6): 1319-1334.
- Wang, H., M. Wei, G. Li, S. Zhou, Q. Zeng. 2013. Analysis of precipitable water vapor from GPS measurements in Chengdu region: Distribution and evolution characteristics in autumn. *Advances in Space Research*, 52(4): 656-667.
- Yana, S., A. Ihwan, M.I. Jumarang. 2014. Analisis pengaruh madden julian oscillation, anual oscillation, ENSO dan dipole mode terhadap curah hujan di Kabupaten Kapuas Hulu. *Prisma Fisika*, II(2): 31-34.
- Yuda, I.W.A. 2015. Prediksi curah hujan bulanan menggunakan principal component regression dan sst eof indonesia di stasiun klimatologi Negara-Bali. *Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 2(2): 16-31.

How to cite this paper:

Alfiandy, S., R.C.H. Hutauruk, D.S. Permana. 2020. Peran dinamika laut dan topografi terhadap pola hujan tipe lokal di wilayah Kota Palu. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(2): 173-183.