

ANALISIS ANGIN DANAU DI DAS LARONA, SULAWESI SELATAN

Findy Renggono

Abstract

Study of climate characteristic around Larona watershed is very important as it is associated with water availability on the lakes which is used to drive turbines of Hydro electric power. The three large lakes inside the watershed are a great contributor for affecting local climate. Surface data from nine locations near the lakes were analyzed to reveal the existence of lake-land wind. The result shows that the effects of lake-land breeze were found on the location near the lake beach. The lake-land breeze occurrence was also correlated with rain fall over the area.

Intisari

Karakteristik cuaca di DAS Larona sangat penting untuk diketahui karena terkait dengan ketersediaan air danau sebagai sumber utama penggerak turbin pembangkit listrik di wilayah tersebut. Keberadaan tiga danau yang berada di dalam DAS sangat memengaruhi kondisi cuaca lokal. Data permukaan tahun 2009-2010 dari 9 lokasi di sekitar danau digunakan untuk melihat kemunculan angin danau. Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan arah angin pada siang hari di lokasi-lokasi yang terletak dekat dengan tepi danau. Kejadian hujan yang muncul pun berkorelasi dengan angin yang berhembus dari arah danau.

Kata kunci : Angin danau, Matano, Towuti, curah hujan

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Larona yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan, mempunyai total wilayah sebesar 5703 km². DAS ini memiliki karakteristik wilayah yang unik, karena selain diapit oleh dua laut, yaitu laut Bone di sebelah Barat dan Laut Banda di sebelah Timur, juga di dalam DAS terdapat lima buah danau. Kelima danau tersebut diantaranya ada tiga yang besar, yaitu Matano, Mahalona dan Towuti (Gambar 1).

Tiga danau besar yang terletak di dalam DAS ini saling berhubungan membentuk sebuah jaringan yang mengalir menuju Laut Bone. Sebelum dikeluarkan melalui sungai Larona, air danau di bendung di Bendungan Batu Besi yang terletak di outlet danau Towuti. Air dari danau ini kemudian digunakan untuk menggerakkan turbin pada tiga pembangkit listrik tenaga air (PLTA) yang terdapat di sepanjang aliran sungai tersebut. Listrik dari PLTA inilah yang kemudian digunakan sebagai sumber energi utama pertambangan nikel dan juga untuk kebutuhan masyarakat yang tinggal di sekitarnya (kabupaten Luwu Timur, kabupaten

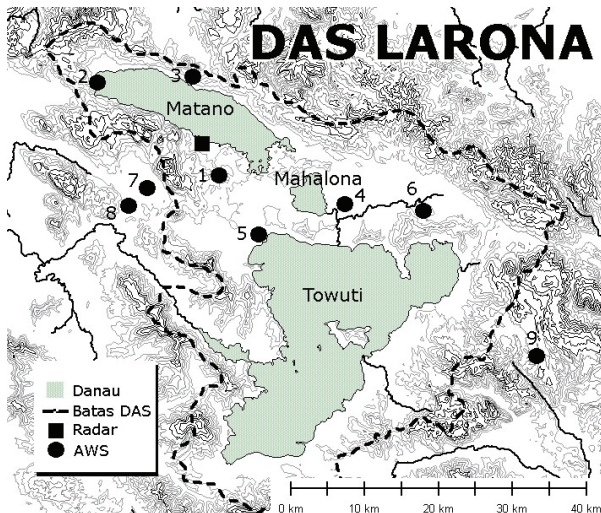
Luwu Utara, Kotamadya Palopo dan Kabupaten Luwu).

Untuk menjaga kesinambungan pasokan airnya, pengelola bendungan perlu mempertahankan ketinggian muka air danau diatas batas yang ditetapkan. Prediksi iklim dan cuaca yang akurat merupakan salah satu usaha untuk dapat mengetahui kapan diperlukan tindakan antisipasi untuk mengurangi kerugian karena kekurangan air pada saat kemarau panjang. Prediksi cuaca dan iklim untuk wilayah ini hanya dapat dilakukan jika karakteristik iklim dan cuacanya telah diketahui secara jelas termasuk faktor-faktor yang memengaruhinya.

Dalam penelitian sebelumnya disebutkan bahwa curah hujan di wilayah ini banyak dipengaruhi oleh faktor global (Aldrian, 2006). Fenomena iklim global juga sangat memengaruhi curah hujan di wilayah ini (Renggono, 2012).

Faktor lokal yang memengaruhi wilayah ini selain topografi juga keberadaan tiga danau besar di dalam DAS. Danau Matano yang termasuk terdalam di dunia dan danau Towuti yang luas dapat membangkitkan efek angin danau. Haryanto (2006) yang melakukan analisis dengan pengamatan awan

¹ PereKayasa Madya - UPT Hujan Buatan, BPPT, Thamrin
No. 8 Jakarta, email: frm_68@yahoo.com



Gambar 1. DAS Larona, Sulawesi Selatan. Nama lokasi dan koordinat AWS ditunjukkan dengan nomor yang sesuai dengan table 1.

secara langsung menyebutkan bahwa keberadaan danau memengaruhi pertumbuhan awan di wilayah tersebut. Disebutkan juga bahwa selama pengamatan pada siang hingga sore hari jarang terjadi hujan di atas danau. Hal ini disebabkan karena pada siang hari suhu permukaan air danau lebih dingin dibandingkan suhu permukaan darat. Sehingga hujan siang hari akan lebih banyak terjadi di darat.

Hasil pengamatan ini juga dikuatkan oleh Aldrian (2006) dan Renggono (2011a) yang melakukan analisis terpisah dengan menggunakan data curah hujan dari beberapa penakar yang tersebar di sekitar DAS. Analisis mereka menunjukkan bahwa hujan yang terukur pada penakar yang terletak di daratan tersebut lebih banyak terjadi pada saat siang hingga sore hari. Sebaran awan di DAS Larona berhasil ditunjukkan oleh Renggono, dkk (2011b) yang melakukan analisis awan hujan dengan radar cuaca selama bulan Maret 2010. Dari analisis tersebut ditemukan bahwa pada siang hari awan lebih banyak berkumpul di daratan, sedangkan di dalam danau tidak terlalu banyak terlihat awan.

Angin danau dapat memengaruhi pertumbuhan awan di suatu wilayah. Tulisan ini merupakan analisis data permukaan pada beberapa lokasi di sekeliling danau di dalam maupun luar DAS untuk mengetahui seberapa luas wilayah yang dipengaruhi oleh angin danau dari danau Matano dan Towuti.

2. DATA DAN METODA

Data permukaan diambil dari Automatic Weather Station (AWS) yang dipasang di beberapa lokasi di dalam dan di luar DAS. Nama dan

Tabel 1. Lokasi AWS (lihat gambar 1)

No	Station	Longitude	Latitude
1	Plant Site	121.3806	-2.5665
2	Matano	121.2162	-2.4565
3	Nuha	121.3399	-2.4468
4	Mahalona	121.5309	-2.6102
5	Timampu	121.4282	-2.6573
6	Lampesue	121.65472	-2.60139
7	Ledu-Ledu	121.79722	-2.80250
8	Togo	121.2617	-2.6059
9	Zeba-zeba	121.7972	-2.8025

koordinat masing-masing lokasi ditunjukkan pada tabel 1. Nomor masing-masing lokasi menunjukkan posisinya pada peta seperti yang terlihat pada gambar 1.

Pengamatan dengan AWS meliputi pengukuran angin, tekanan udara, suhu udara dan curah hujan. Seluruh data disimpan dalam data logger setiap 30 menit, dan dilakukan secara terus-menerus (kontinyu). Data dari masing-masing stasiun dianalisis dengan statistik sederhana untuk melihat perubahannya setiap waktu, yang kemudian juga dibandingkan dengan lokasi dan curah hujan untuk masing-masing stasiun pengamat. Data AWS yang digunakan pada analisis ini adalah data dari bulan Januari 2009 sampai September 2010.

3. ANGIN DANAU

Umumnya angin danau-darat banyak terlihat pada musim peralihan di danau yang mempunyai badan air yang luas dan dalam. Karena adanya perbedaan kecepatan menyerap panas antara danau dan daratan, maka pada saat matahari mulai memanasi bumi, suhu di daratan akan lebih cepat naik. Hal ini menyebabkan tekanan udara di darat lebih cepat turun dibandingkan di danau, sehingga terjadi pergerakan massa udara dari danau ke darat.

DAS Larona yang memiliki danau-danau yang luas dan dalam mempunyai potensi besar untuk menimbulkan angin danau di wilayah tersebut. Danau Towuti, yang mempunyai luas 562 km² dengan kedalaman 203 m pada ketinggian 293 m dari permukaan laut merupakan danau terluas di Sulawesi. Sedangkan danau Matano yang terletak pada ketinggian 382 m dari permukaan laut memiliki kedalaman mencapai 590 m, yang merupakan salah satu danau terdalam di dunia.

Pada siang hari, danau Towuti dan Matano lebih lambat untuk menyerap radiasi matahari,

sehingga tekanan udara di badan air menjadi lebih rendah dibandingkan di daratan. Hal ini menyebabkan terjadinya pergerakan udara dari tengah danau ke daratan. Haryanto (2006) yang menggambarkan sirkulasi udara di atas danau menyebutkan bahwa gerakan massa udara dari danau ke darat juga diiringi dengan pergerakan turun massa udara di atas danau dan pergerakan massa udara naik ke atas di tepi danau. Hal ini menyebabkan di sepanjang pantai danau akan banyak terlihat awan-awan. Proses ini sama dengan pemanasan yang terjadi antara laut dan darat yang mengakibatkan adanya angin laut-darat (sea-land breeze).

4. PENGAMATAN DI TIMAMPU

4.1. Angin permukaan dan Curah Hujan

Kemunculan angin danau di Timampu yang terletak di tepi barat danau Towuti (lihat gambar 1, no. 5) dianalisis dengan menggunakan data aws yang dipasang di lokasi tersebut. Gambar 2 merupakan hasil pengamatan di Timampu tahun 2009 – 2010 untuk curah hujan dan arah angin. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa hujan di Timampu terlihat lebih banyak terjadi pada sore hingga malam hari seperti yang ditunjukkan pada gambar 2a. Gambar ini merupakan pola variasi harian curah hujan tahunan untuk masing-masing jam. Terlihat pada gambar ini bahwa jumlah curah hujan makin meningkat setelah pukul 14, terutama setelah lewat pukul 18, dan mencapai puncaknya

pada pukul 20. Setelah lewat tengah malam, curah hujan mulai berkurang, sampai mencapai titik terendah pada pukul 9 pagi. Pola variasi harian untuk curah hujan ini sesuai dengan pola variasi harian kemunculan awan hujan hasil pengamatan dengan radar cuaca oleh Renggono (2011a). Dalam tulisannya disebutkan bahwa pada sore hingga menjelang malam hari, frekuensi kemunculan awan hujannya tinggi, sedangkan pagi hari frekuensi kemunculannya rendah.

Grafik pola variasi harian untuk arah angin ditunjukkan oleh gambar 2b. Dari pola hariannya terlihat bahwa adanya perubahan arah angin pada siang hari di Timampu. Pada sore hingga pagi hari berikutnya, angin berhembus dari barat laut (270° - 330°), sedangkan antara pukul 08 sampai 16, angin berhembus dari tenggara (100° - 130°). Sebaran arah angin yang bertiup pada siang-sore hari tampak lebih sempit dibandingkan dengan yang bertiup pada malam hingga pagi hari.

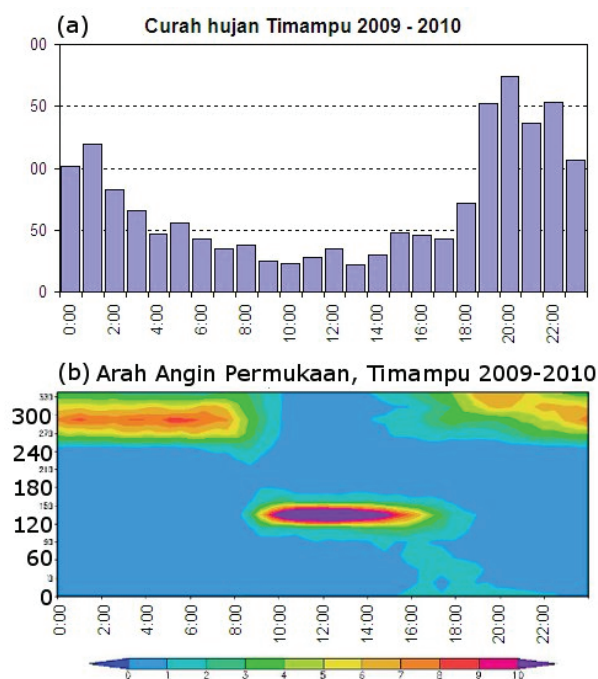
Dari hasil pengamatan jangka panjang ini dapat diketahui bahwa angin dari tenggara berkorelasi dengan hujan yang turun di Timampu. Angin yang berhembus dari arah danau pada siang hari membuat awan terbentuk di sepanjang tepi danau yang kemudian akan menjadi hujan pada sore harinya. Diketahui pula bahwa curah hujan terlihat meningkat pada saat arah angin mulai berubah dari tenggara menjadi dari barat daya.

4.2. Studi kasus tgl 10 Maret 2010

Untuk mengetahui lebih jelas kondisi pada saat terjadinya angin danau, dilakukan analisis harian kondisi cuaca di Timampu. Sebagai studi kasus adalah kondisi cuaca pada tanggal 10 Maret 2010 yang terpantau di wilayah ini. Parameter-parameter hasil pengukuran dengan AWS pada hari tersebut ditunjukkan pada gambar 3. Gambar paling atas menunjukkan grafik suhu (garis tegas) dan tekanan udara (garis putus-putus), gambar tengah adalah arah (titik hitam) dan kecepatan angin (garis tegas), sedangkan gambar bawah adalah curah hujan. Masing-masing data ditampilkan dengan kerapatan waktu 30 menit dari pukul 00.00 sampai 23.30 waktu setempat.

Pada gambar 3 (atas) diketahui bahwa radiasi matahari mulai memanasi wilayah ini dari pukul 07.00 sampai 18.00. Hal ini terlihat dengan mulai meningkatnya suhu udara pada kurun waktu tersebut. Pada siang hari tampak suhu agak menurun bersamaan dengan turunnya hujan di wilayah ini. Kenaikan suhu ini juga dibarengi dengan menurunnya tekanan udara yang mencapai puncak terendahnya pada pukul 16.00, dan kemudian berangsur-angsur meningkat kembali.

Secara umum, arah angin yang ditunjukkan pada gambar 3 (tengah) terlihat bertiup dari barat



Gambar 2. Variasi harian dari (a) curah hujan dan (b) arah angin di Timampu tahun 2009 - 2010

laut dan dari tenggara. Angin dari barat laut terjadi pada malam hari dan angin dari tenggara terjadi antara pukul 09.30 – 17.00. kecepatan angin tidak terlalu tinggi, dan mulai meningkat setelah pukul 17.30 bersamaan dengan berubahnya arah angin menjadi dari barat laut.

Kejadian hujan pada tanggal 10 ini terpantau muncul antara pukul 11.30-13.00 dan 18.00-22.30 (gambar 3.bawah). Kejadian hujan yang pertama berkorelasi dengan perubahan arah angin antara pukul 12.30-15.00. Kejadian hujan yang kedua juga terjadi setelah terjadinya perubahan arah angin pada pukul 17.30.

Dari gambar 3 ini terlihat bahwa mulai meningkatnya suhu dan menurunnya tekanan di Timampu seiring dengan berubahnya arah angin yang semula barat-laut menjadi dari tenggara, yang berarti bahwa pada siang hari angin berhembus dari danau. Angin yang bertiup ke darat membawa uap air dari danau, tumbuh dan membentuk awan di tepi danau yang kemudian menjadi hujan di Timampu pada sore hingga malam hari. Keberadaan awan di sepanjang tepi barat danau Towuti pada tanggal 10 Maret 2010 ini telah ditunjukkan oleh Renggono, dkk. (2011) dengan menggunakan data pengamatan radar cuaca di Sorowako.

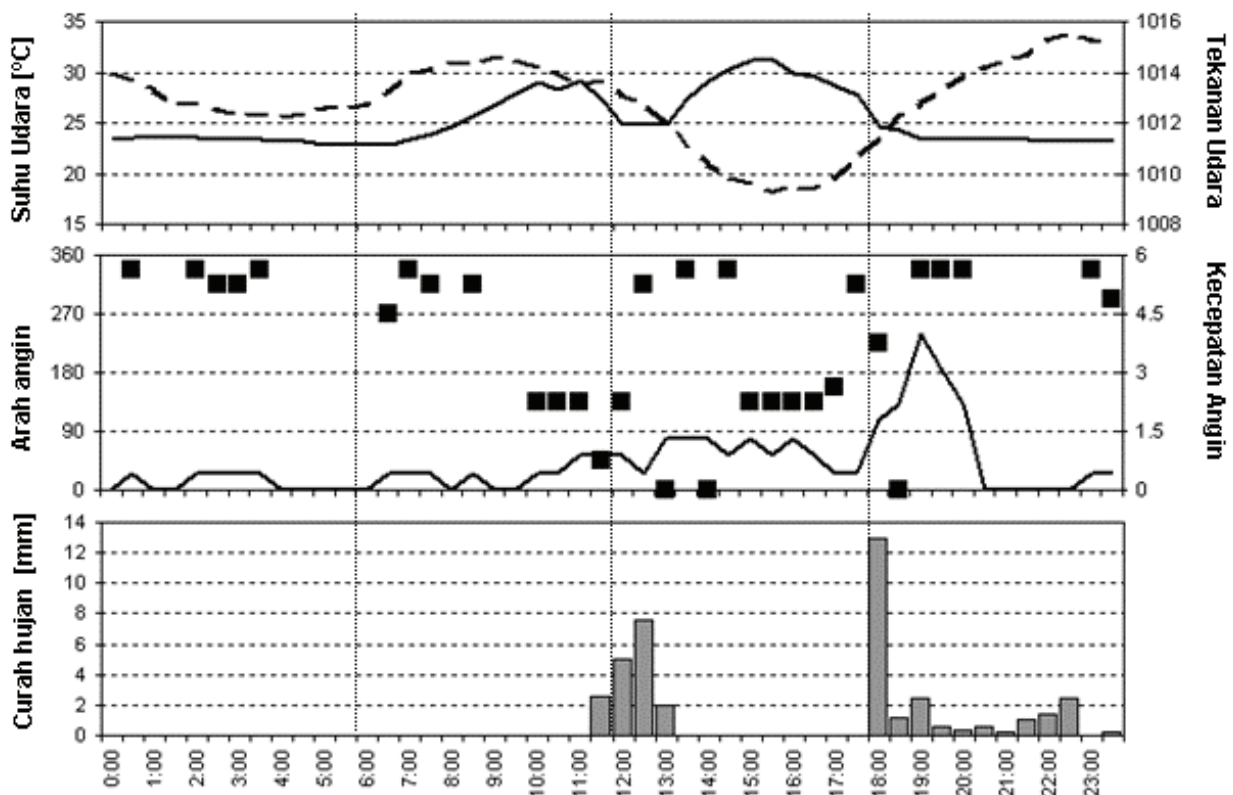
5. PENGAMATAN ANGIN DANAU PADA LOKASI LAIN DI SEKITAR DANAU

Hasil pengukuran angin tahun 2009-2010 dengan AWS di beberapa lokasi yang tersebar di DAS Larona (Lihat tabel 1) menunjukkan perbedaan pola harian bergantung dari lokasi pengamatan (Gambar 4a-h). Matano yang berada tepat di tepi danau Matano mempunyai pola yang mirip dengan Timampu (Gambar 4b). Lokasi Matano yang berada di tepi Barat danau menyebabkan pada siang hari terpantau adanya angin timuran. Angin yang berhembus dari arah danau Matano tersebut muncul pada pukul 8 – 16. Selain selang waktu tersebut, angin dominan berhembus dari Barat.

Nuha yang terletak di tepi utara danau Matano, mempunyai variasi harian yang juga mirip. Namun karena lokasinya yang diapit oleh bukit di sebelah utaranya, maka angin di wilayah ini lebih dipengaruhi oleh angin dari bukit. Angin dari utara-timur laut tampak dominan bertiup dari pukul 9 - 16 (gambar 4c).

Untuk lokasi yang agak lebih jauh dari tepi danau, pengaruh angin danau masih terlihat walaupun tampak sedikit melemah. Pada siang hari angin yang bertiup di Mahalona yang berada

Timampu 10 Maret 2010



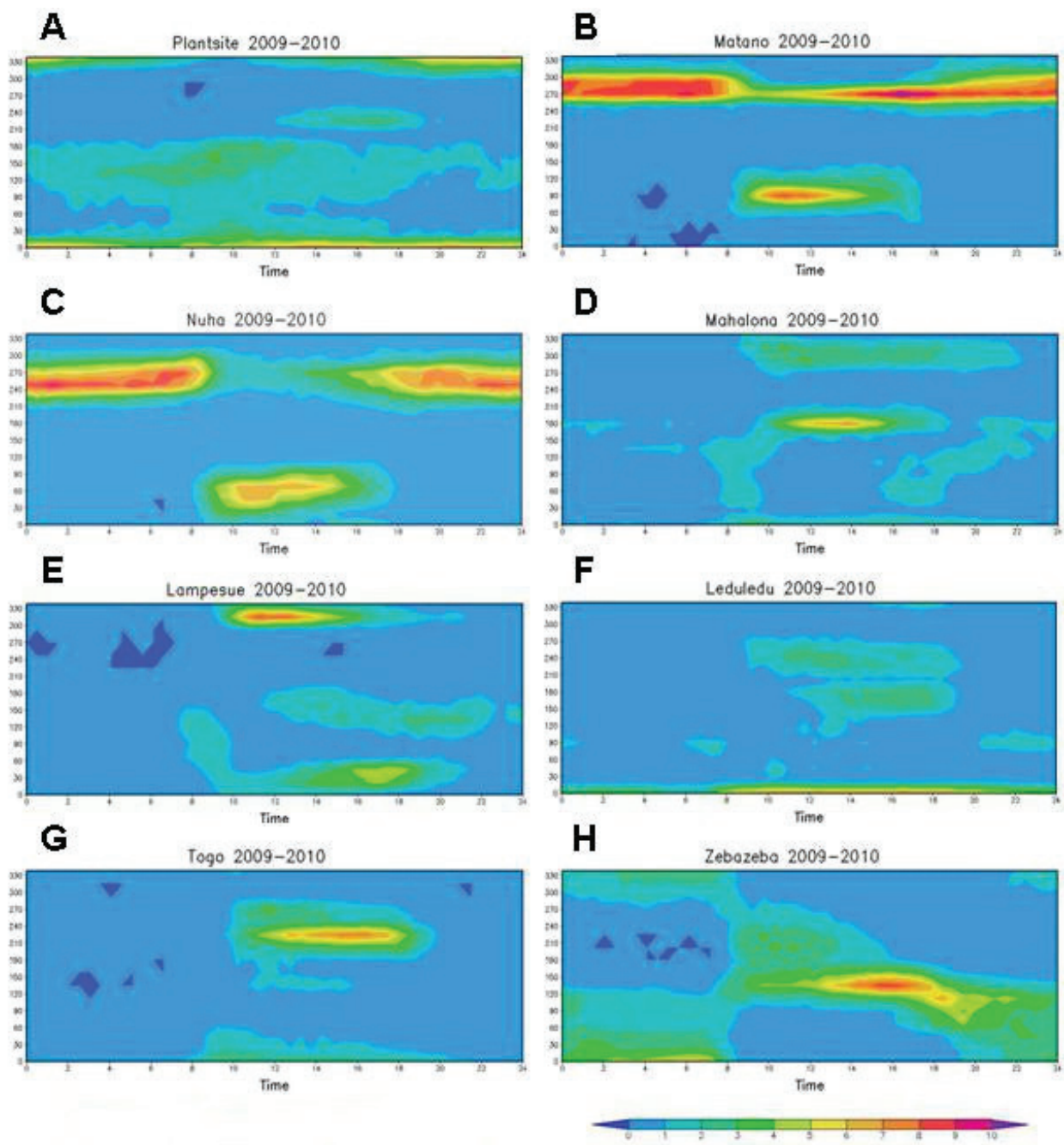
Gambar 3. Pengamatan suhu dan tekanan udara (atas), arah dan kecepatan angin (tengah), serta curah hujan (bawah) di Timampu pada tanggal 10 Maret 2010.

di utara danau Towuti, terlihat datang dari Selatan dan barat laut (gambar 4d). Angin dari selatan kemungkinan merupakan pengaruh dari angin danau Towuti, sedangkan dari barat laut merupakan pengaruh angin global.

Sedangkan di Plantsite yang terletak di selatan danau Matano menunjukkan bahwa kebanyakan angin bertiup dari utara (Gambar 4a). Angin yang bertiup dari tenggara juga terlihat muncul di lokasi ini, namun frekuensinya tidak terlalu banyak. Kemungkinan angin dari tenggara yang biasanya muncul sekitar bulan Mei-September terhalang oleh

angin danau dari sebelah utara. Hal ini masih perlu dibuktikan lagi dengan kajian yang lebih detil untuk wilayah ini, termasuk dengan menambah peralatan pengukur cuaca disekitar danau Matano.

Hal yang sama terlihat di Lampesue yang terletak di utara danau Towuti. Angin dari Selatan terpantau muncul pada pukul 12-22 namun frekuensinya lebih sedikit dibandingkan yang dari utara (gambar 4e). Hal ini kemungkinan disebabkan karena lokasinya yang berada di dekat batas DAS bagian utara, sehingga pengaruh angin global lebih kuat.



Gambar 4. Frekuensi harian kemunculan angin di (a) Plantsite (b) Matano, (c) Nuha, (d) Mahalona, (e) Lampesue, (f) Leduledu, (g) Togo, dan (h) Zebazeba.

Untuk lokasi-lokasi yang berada di luar DAS, yaitu Togo, Zeba-zeba dan Ledu-ledu pola anginnya lebih banyak dipengaruhi oleh topografi di sekelilingnya. Seperti misalnya di Ledu-ledu dan Togo (gambar 4f dan 4g) yang lebih banyak angin baratan karena banyaknya bukit yang mengelilinginya. Sedangkan stasiun Zeba-zeba yang terletak di tengah hutan di bagian tenggara DAS, pada siang hari angin permukaannya lebih banyak bertiup dari tenggara. Selain karena pengaruh angin global, juga diduga efek ketinggian kanopi hutan juga turun berperan dalam variasi arah angin di lokasi ini (gambar 4h). Angin global di sekitar DAS Larona mengikuti pola monsoon yang dipengaruhi oleh posisi matahari. Pada saat musim panas di bumi belahan utara (JJA), angin bertiup dari tenggara, dan sebaliknya, pada saat musim panas di belahan bumi selatan, angin bertiup dari barat laut.

6. KESIMPULAN

Variasi harian dari angin permukaan sangat dipengaruhi oleh faktor lokal. Angin danau yang berhembus dari tengah danau ke daratan pada siang hari terpantau dengan jelas di lokasi pengamatan yang terletak di tepi danau, seperti di Timampu dan Matano. Pengaruh angin danau masih terlihat pada beberapa lokasi yang agak terpisah dari tepi danau, seperti misalnya di Mahalona dan Plantsite. Untuk lokasi-lokasi yang berada jauh dari danau, seperti di Zeba-zeba, Ledu-ledu dan Togo, pengaruh angin danau tidak terlihat sama sekali, namun pola anginnya lebih dipengaruhi oleh topografi sekitarnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Data AWS diperoleh dari EHS Department, Vale Inco. Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pak Kaimudin dari Vale Inco yang telah membantumelakukanpengukurandatapermukaan. Penelitian ini dilakukan dengan dukungan dari UPT Hujan Buatan, BPPT.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., *Karakteristik Hujan Jam-jaman, Bulanan dan Tahunan DAS Larona*, Soroako, Sulawesi Selatan, Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 7, 43-53, 2006
- Renggono, F., *Pola Sebaran Hujan di DAS Larona*, Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 12, 17-24, 2011a.
- Renggono, F., Erwin Mulyana, Tri Handoko Seto, Budi Harsoyo, Djazim Syaifullah, *Lake and Land Breezes on Lake Tomuti and Their Effect on Convection in Larona Catchment Area*, Sulawesi, Indonesia, Prosiding Ilmiah Internasional dan dipresentasikan pada 10th Scientific Conference on Weather Modification, 2011b
- Renggono, F., *Analisis kemunculan Awan hujan di DAS Larona*, jurnal lingkungan
- Haryanto, U., *Pengamatan Pembentukan Awan dan Hujan di sekitar matano dan Towuti serta kaitannya dengan Karakteristik Fisiografi setempat: observasi langsung*, Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, 7, 9-14, 2006.