

**KAJIAN KETERSEDIAAN AIR METEOROLOGIS
UNTUK PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR DOMESTIK
DI PROVINSI JAWA TENGAH DAN DIY**

Suci Muliranti
suci_geografi@yahoo.com

M. Pramono Hadi
mphadi@ugm.ac.id

Abstract

The purpose of this research are to study the distribution of meteorological water availability, domestic water demand and criticality domestic water in Central Java and Yogyakarta. The method used are descriptive analysis quantitative and spatial analysis. In this study, aspects of the rainfall and total population are used as the main basis for analysis. Monthly rainfall average is used to calculate value of the availability water, while the otal population is used to calculate value of their domestic water needs. So that, critical level of water can be determined by comparing the value of both.

The results of the research indicate that criticality of the domestic water occurs in areas with high population density and or have a relatively low rainfall. Some villages are experiencing criticality of domestic water are mostly found in several cities like in Tegal, Semarang, Surakarta, Yogyakarta, and several districts like Kudus, Tegal, and Rembang.

Keywords: Rainfall, Population, Criticality of domestic water

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran ketersediaan air meteorologis, sebaran kebutuhan air domestik dan sebaran kekritisian air domestik di Provinsi Jawa Tengah dan DIY. Metode yang digunakan yaitu analisis deskriptif kuantitatif dan analisis spasial. Dalam penelitian ini, aspek curah hujan dan jumlah penduduk digunakan sebagai dasar utama dalam analisis. Curah hujan bulanan rata-rata digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan air pada masing-masing desa di wilayah penelitian, sementara itu jumlah penduduk digunakan untuk menghitung nilai kebutuhan air domestiknya. Dengan begitu tingkat kekritisian air pada masing-masing desa di wilayah penelitian dapat diketahui yakni dengan membandingkan nilai keduanya.

Hasil penelitian menunjukkan kekritisian air domestik terjadi pada daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan atau memiliki curah hujan yang relatif rendah. Desa-desa tersebut diantaranya terdapat pada beberapa kota seperti di Tegal, Semarang, Surakarta, Yogyakarta, dan beberapa kabupaten yakni Kudus, Tegal, dan Rembang.

Kata Kunci: Curah Hujan, Jumlah Penduduk, Kektitisan Air Domestik

PENDAHULUAN

Jawa Tengah dan Yogyakarta merupakan dua provinsi di Pulau Jawa yang memiliki keragaman fisiografi dan sumberdaya alam. Kondisi fisiografi ini menyebabkan sebaran hujan yang tidak merata. Hujan merupakan suatu fenomena alam yang merupakan komponen pengendali berlangsungnya siklus hidrologi, yang menempatkan air hujan sebagai penyedia utama pemenuhan kebutuhan air (Sandy, 1987). Hujan dapat terjadi karena 4 hal yakni: 1) Persediaan air yang cukup di udara, 2) Udara yang mengandung air mengalami pendinginan, 3) Uap air menyatu dan membentuk titik-titik embun atau butir-butir es, 4) Butir-butir air atau butir-butir es mencapai ukuran tertentu sehingga terjadi hujan. (Asdak, 2007)

Keragaman fisiografi secara umum akan mempengaruhi perbedaan curah hujan yang jatuh, disamping faktor-faktor lain seperti garis lintang, elevasi (ketinggian tempat), jarak dari sumber-sumber air, posisi di dalam dan ukuran massa tanah benua atau daratan, arah angin terhadap sumber-sumber air, hubungannya dengan deretan gunung, suhu nisbi tanah dan samudera yang berbatasan (Eagleson, 1970 dalam Seyhan, 1977). Persebaran hujan dapat diketahui dengan cara memetakan curah hujan yang terjadi. Persebaran curah hujan dapat dilakukan menurut karakteristik ruang (secara spasial) ataupun menurut karakteristik waktu (secara temporal). Pemetaan curah hujan secara temporal yang dimaksud antara lain adalah pemetaan curah hujan secara harian, bulanan, tahunan dan musiman (Rahmawati, 2007). Adanya sebaran hujan yang tidak merata akan mempengaruhi ketersediaan air meteorologis yang berbeda-beda antara

satu tempat dengan tempat lainnya di wilayah Jawa Tengah dan DIY.

Selain mempengaruhi sebaran hujan yang tidak merata, keragaman fisiografis juga mempengaruhi sebaran penduduk yang tidak merata. Sebaran penduduk yang tidak merata akan mempengaruhi kebutuhan air domestik. Kebutuhan air domestik penduduk merupakan kebutuhan air rumah tangga sehari-hari yang digunakan untuk minum, masak, wudhu, mandi dan mencuci. Pada dasarnya kebutuhan air setiap individu berbeda-beda, baik di setiap tempat maupun waktu. Kebutuhan air domestik sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor baik internal maupun eksternal (Manik, 2003)

Jika tidak ada keseimbangan antara ketersediaan air meteorologis dan kebutuhan air domestik di wilayah penelitian ini, maka akan menyebabkan kondisi yang disebut kekritisian air domestik, atau dengan kata lain kekritisian air terjadi jika ketersediaan air tidak dapat memenuhi kebutuhan air penduduk yang berada di dalamnya. Dengan begitu sebaran ketersediaan dan kebutuhan air dianggap penting untuk diketahui guna mengetahui tingkat kekritisian air yang terjadi secara keruangan.

Penelitian ini mempunyai tujuan, yaitu: 1) Mengetahui sebaran ketersediaan air di daerah penelitian, 2) Mengetahui sebaran kebutuhan air domestik, 3) Mengetahui tingkat kekritisian air di daerah penelitian.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dipilih karena karena secara fisiografis memiliki keragaman sehingga mengakibatkan terjadinya variasi sebaran hujan dan sebaran penduduk di dalamnya. Selain

itu pemilihan daerah penelitian juga dikarenakan ketersediaan data yang dinilai cukup baik baik data hujan maupun data jumlah penduduk. Sebagaimana disebutkan di atas, variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan dan jumlah penduduk. Curah hujan digunakan untuk mengetahui ketersediaan air meteorologis di wilayah penelitian. Data curah hujan bulanan diperoleh dari BMKG Jawa Tengah dan DIY dengan rentang waktu rata-rata dari tahun 1980-2009. Sedangkan jumlah penduduk digunakan untuk mengetahui kebutuhan air domestiknya. Data jumlah penduduk diperoleh dari PODES Indonesia tahun 2008. Peta Administrasi Desa Jawa Tengah dan DIY digunakan untuk mempresentasikan sebaran dari kedua variabel di atas.

Sebaran Rata-Rata Curah Hujan

Data curah hujan bulanan dari masing-masing stasiun Jawa Tengah dan DIY dengan tahun pengamatan bervariasi selama periode 1980-2009 masing-masing dibuat rata-ratanya dengan rumus:

$$X = \sum_{i=1}^n Xi/n$$

dimana: x rata-rata hujan bulanan, xi hujan pada bulan ke- i , dan n jumlah tahun pengamatan

Data curah hujan bulanan yang sudah dirata-rata berdasarkan jumlah tahun pengamatannya kemudian diinterpolasikan untuk menghubungkan daerah-daerah yang memiliki nilai hujan yang sama. Metode yang digunakan yakni *Inverse Distance Weighted* (IDW). Metode ini dipilih karena memasukkan jarak antar nilai sebagai pembobot interpolasi. Hasil interpolasi

kemudian dioverlay dengan batas administrasi desa wilayah penelitian sehingga didapatkan nilai curah hujan hasil pembobotan pada masing-masing desa.

Ketersediaan Air Meteorologis

Metode Rerata timbang digunakan untuk menghitung ketersediaan air berdasarkan curah hujan yang terdapat pada tiap-tiap desa. Persamaan rumusnya sebagai berikut:

$$V: (P1xA1) + (P2xA2) + (P3xA3)$$

dimana V adalah Volume (ketersediaan air dalam liter/ dm^3), $P1,P2,P3$ adalah Curah hujan (mm) dan $A1,A2,A3$ adalah luas wilayah desa (Km^2)

Kebutuhan air domestik

Kebutuhan air domestik dalam penelitian ini menggunakan asumsi, dimana setiap orang menggunakan kebutuhan sebesar 100 liter/orang/hari. Persamaan rumus yang digunakan untuk menghitung kebutuhan air domestik sebagai berikut (Martopo, 1984):

$$Kd = n d \sum pd$$

dimana Kd adalah Kebutuhan air domestik (ltr), n jumlah hari dalam sebulan, d asumsi kebutuhan air (100 liter), $\sum Pd$ jumlah penduduk per desa

Kekritisn Air Domestik

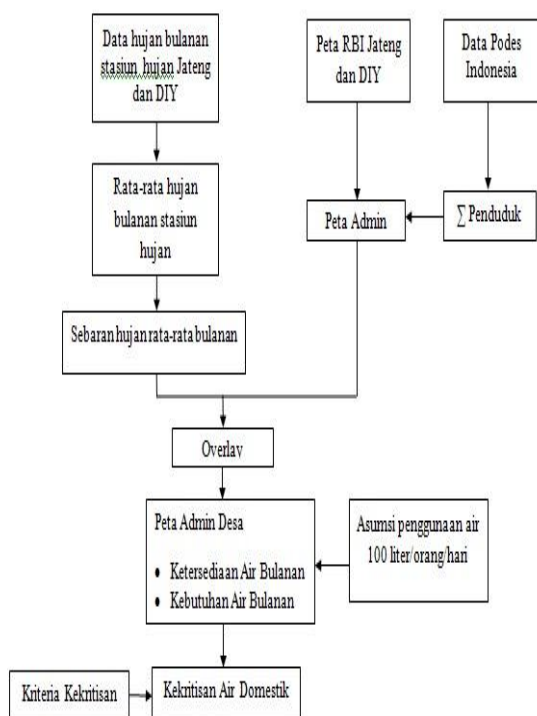
Keadaan kritis adalah dimana kebutuhan air melebihi 75% dari ketersediaan air (Direktorat Bina Program, 1984 dalam Martopo, 1991). Tingkat kekritisn air dinyatakan dengan indeks kekritisn air (IK) yang dapat dihitung menggunakan persamaan rumus berikut:

$$IK = \frac{\text{Kebutuhan Air}}{\text{Ketersediaan Air}} \times 100\%$$

Tabel 1. Kelas kekritisian air

| No | Kelas Kekritisian | Keterangan |
|----|-------------------|---------------|
| 1 | <50% | Tidak kritis |
| 2 | 50-75% | Agak kritis |
| 3 | 76-100% | Kritis |
| 4 | >100% | Sangat Kritis |

Sumber: Direktorat Bina Program, 1984 dalam Martopo, 1991



Gambar 1.1 Diagram Alir Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Angin Muson Barat yang berhembus mengakibatkan Provinsi Jawa Tengah dan DIY mengalami musim penghujan dari bulan Desember-Maret. Pergerakan angin tersebut mengakibatkan curah hujan yang tinggi di wilayah penelitian.

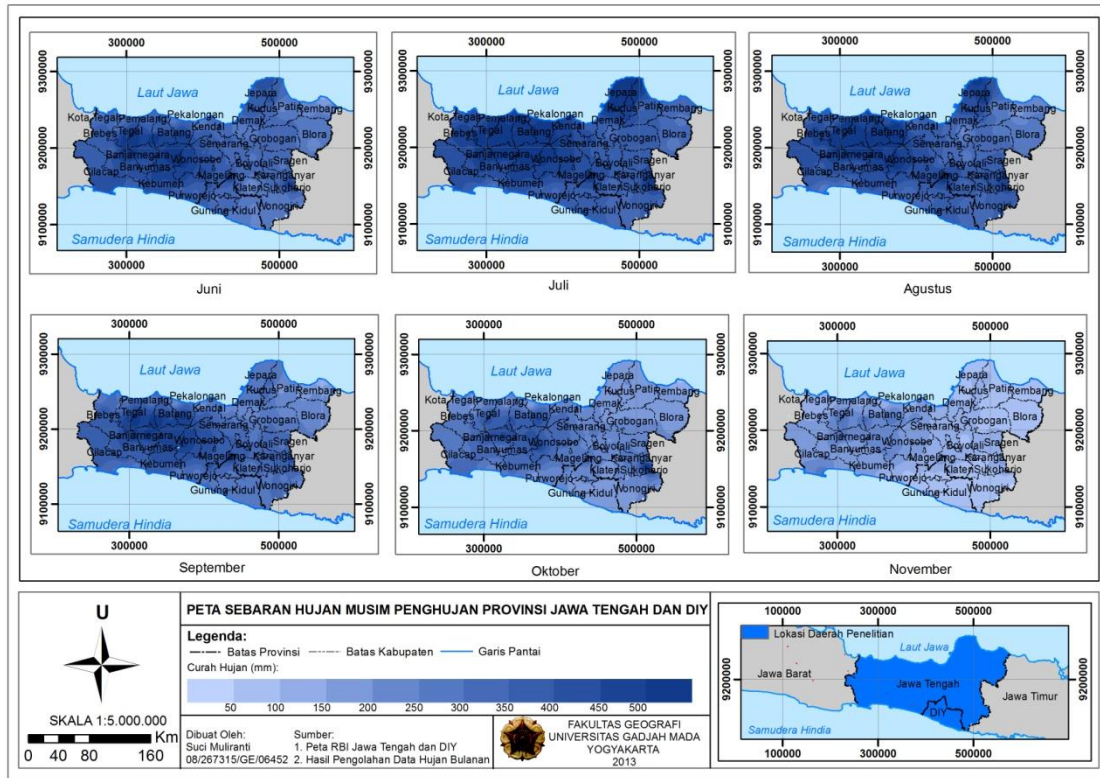
Berdasarkan Peta Sebaran Hujan, curah hujan yang terdapat di musim

penghujan ini berkisar antara 154-878 mm (lihat Gambar 1.2). Curah hujan tertinggi terdapat di Kabupaten Pemalang dan curah hujan terendah terdapat di Kabupaten Pati. Pengaruh arah angin tersebut mempengaruhi curah hujan cukup tinggi di wilayah penelitian, khususnya di zona barat dan tengah. Selain arah angin, pengaruh topografi juga sangat mempengaruhi jumlah curah hujan yang turun di wilayah penelitian. Daerah pada zona barat dan tengah yang didominasi oleh topografi bergunung cenderung memiliki curah hujan yang lebih tinggi karena memiliki tipe hujan orografik yang mengakibatkan curah hujan turun dengan intensitas yang tinggi. Daerah tersebut diantaranya Kabupaten Tegal, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Batang, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Banjarnegara, Kabupaten Wonosobo, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Magelang.

Sementara itu, curah hujan yang rendah sebagian besar terdapat pada zona timur wilayah penelitian kecuali pada beberapa wilayah yang masih terpengaruh oleh adanya hujan orografik seperti di Kabupaten Jepara dan Kabupaten Karanganyar yang memiliki curah hujan lebih tinggi dibandingkan kabupaten/kota lain di zona timur. Curah hujan mengalami penurunan memasuki musim peralihan April dan Mei akibat pergantian arah angin Muson Barat menjadi Muson Timur.

Angin Muson Timur yang berhembus dari arah tenggara menuju barat laut menyebabkan daerah penelitian mengalami musim kemarau. Angin ini membawa kandungan uap air yang dibawa oleh angin sangat sedikit sehingga pada bulan Juni hingga

September Provinsi Jawa Tengah dan DIY mengalami musim kemarau.



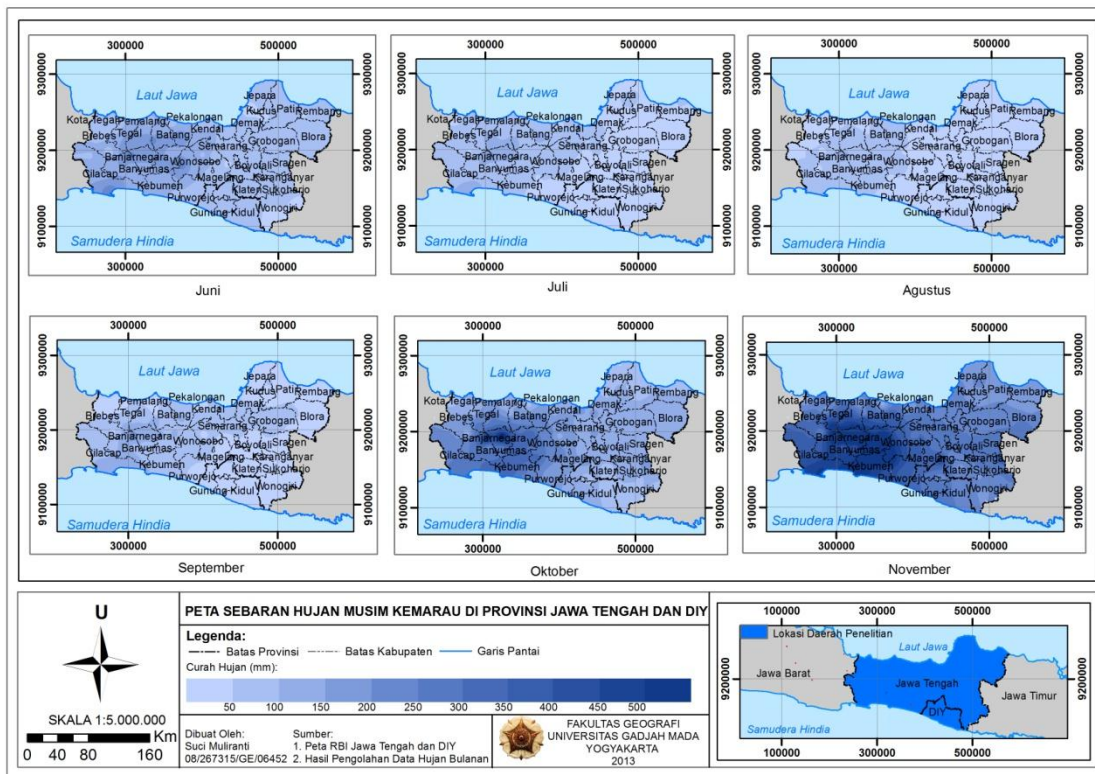
Gambar 1.2 Peta Sebaran Hujan Musim Penghujan Provinsi Jawa Tengah dan DIY

Berdasarkan Gambar 1.3 mengenai sebaran hujan di musim kemarau, diketahui bahwa curah hujan yang turun pada musim kemarau ini relatif rendah yakni berkisar antara 8-254 mm. Curah hujan tertinggi pada musim kemarau terdapat pada bulan Juni di sekitar Gunungapi Slamet yakni Kabupaten Banyumas dan curah hujan terendah terdapat pada Kabupaten Wonogiri. Berbeda halnya dengan musim penghujan dimana pada zona timur di musim kemarau ini curah hujan rendah merata dari utara hingga selatan.

Selain pengaruh angin Muson Timur yang mengakibatkan penurunan curah hujan di musim kemarau, pengaruh topografi turut mempengaruhi variasi sebaran curah hujan di wilayah penelitian. Sama seperti musim

penghujan, pada daerah dengan topografi bergunung memiliki curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan daerah dataran. Hal ini terlihat pada daerah di sekitar Gunungapi Slamet yakni Kabupaten Banyumas, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Pemalang dan Kabupaten Tegal yang memiliki curah hujan lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya dengan topografi yang datar. Semakin kearah timur curah hujan semakin menurun.

Curah hujan mengalami peningkatan kembali saat musim peralihan tiba yakni Oktober hingga November akibat pergantian angin Muson Timur menjadi angin Muson Barat



Gambar 1.3 Peta Sebaran Hujan Musim Kemarau di Provinsi Jawa Tengah dan DIY

Ketersediaan Air Meteorologis

Berdasarkan sebaran hujan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diketahui ketersediaan air pada masing-masing desa di wilayah penelitian ini. Secara umum dapat diketahui bahwa pada daerah dengan curah hujan yang tinggi dan luas wilayah yang besar akan memiliki ketersediaan air meteorologis yang memiliki ketersediaan air yang tinggi begitupun sebaliknya. Luas wilayah sangat mempengaruhi besarnya ketersediaan air, dengan asumsi jumlah hujan yang jatuh pada suatu daerah merupakan potensi air yang dapat digunakan masyarakat setempat untuk suatu kebutuhan tertentu, sehingga dalam hal ini luas wilayah menjadi faktor penting dalam menentukan ketersediaan air meteorologis.

Ketersediaan air meteorologis maksimum terdapat pada bulan Januari

sedangkan ketersediaan air meteorologis minimum terdapat pada bulan Agustus. Ketersediaan air meteorologis bulan Januari menunjukkan bahwa total ketersediaan air meteorologis tertinggi terdapat pada Kabupaten Cilacap yakni sebesar 968.768 juta liter atau setara dengan tebal hujan 170.875 mm dan untuk wilayah kota yakni Kota Semarang yakni sebesar 154.146 juta liter atau setara dengan tebal hujan 75.400 mm.

Kabupaten Cilacap memiliki ketersediaan air meteorologis tertinggi dikarenakan curah hujannya yang tinggi dan luas wilayahnya yang paling besar diantara kabupaten lainnya yakni 2.138,51 Km². Kota Semarang juga memiliki ketersediaan air meteorologis paling tinggi dikarenakan luas wilayahnya yang paling besar diantara kota-kota lainnya yakni sebesar 373,67 Km². Curah hujan yang tinggi dan luas wilayahnya yang cukup besar

mengakibatkan tingginya ketersediaan air di Kabupaten Cilacap dan Kota Semarang.

Ketersediaan air meteorologis pada puncak musim kemarau, yakni bulan Agustus diketahui bahwa ketersediaan air meteorologis terendah untuk wilayah Kabupaten terdapat pada Kabupaten Kudus yakni sebesar 11.204 juta liter atau setara dengan tebal hujan 3.300 mm dan untuk wilayah kota terdapat pada Kota Magelang yakni sebesar 462 juta liter atau setara dengan tebal hujan 425 mm.

Curah hujan yang rendah cukup rendah di bulan Agustus ini menyebabkan Kabupaten Kudus dan Kota Magelang memiliki ketersediaan air meteorologis yang paling sedikit diperkuat oleh luas wilayahnya yang paling kecil diantara kabupaten/kota lainnya.

Kebutuhan Air Domestik

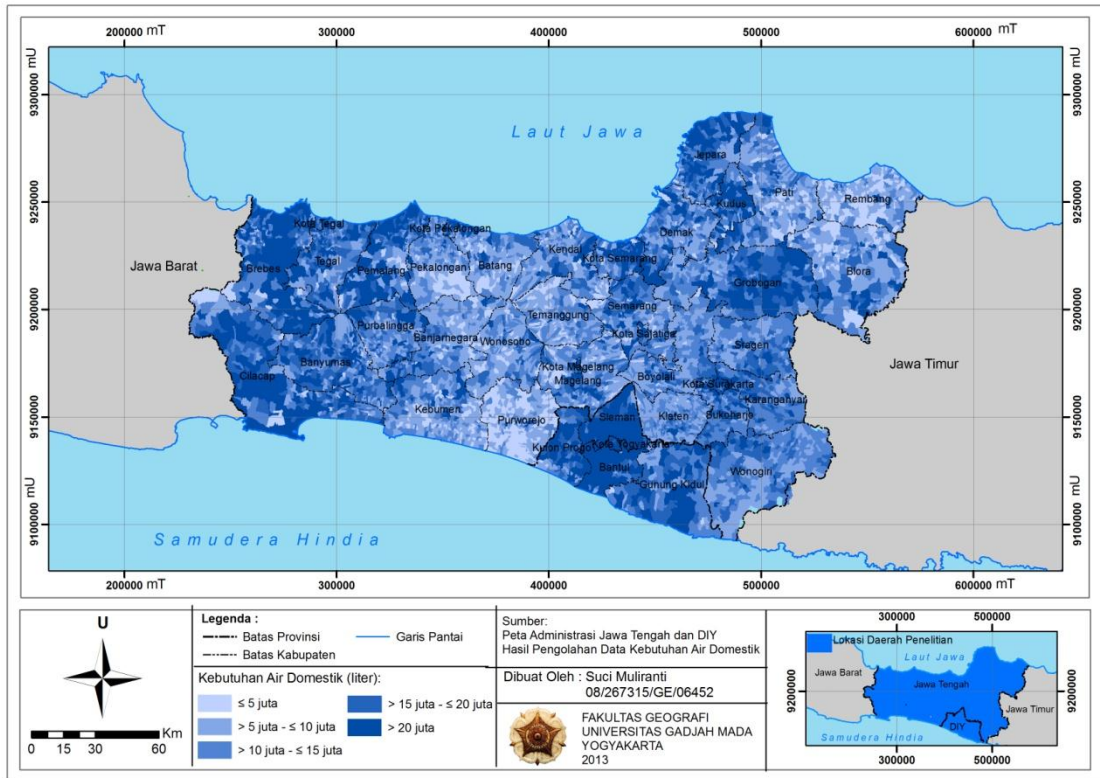
Sebaran kebutuhan air domestik di Provinsi Jawa Tengah dan DIY disajikan pada Gambar 1.4 dibawah ini. Berdasarkan peta sebaran kebutuhan air domestik tersebut, diketahui bahwa sebaran desa-desa yang memiliki kebutuhan air domestik yang tinggi tersebar di beberapa kabupaten yang umumnya berada di zona barat dan timur wilayah penelitian meliputi Kabupaten Brebes, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Jepara, Kabupaten Kudus, Kabupaten Semarang, Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Grobogan. Sedangkan daerah-daerah

lainnya yang berada pada zona tengah cenderung memiliki kebutuhan air domestik yang rendah. Hal ini disebabkan jumlah penduduk pada masing-masing desanya yang juga rendah.

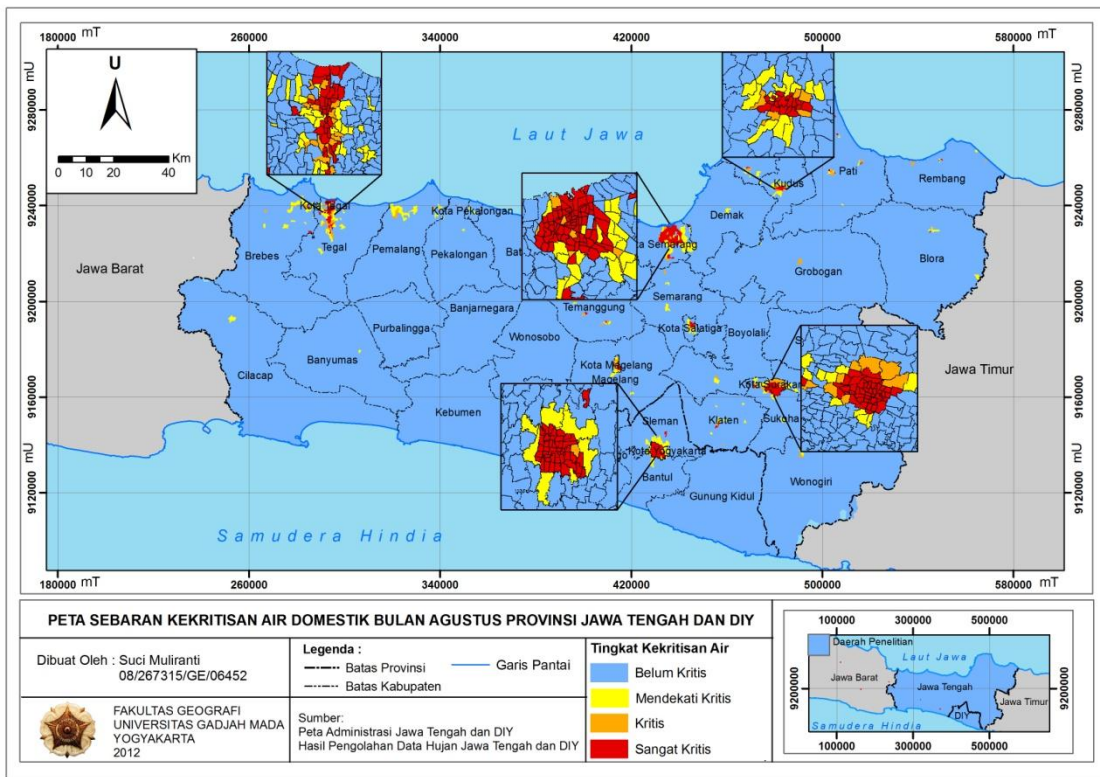
Berdasarkan jumlah penduduk yang berada pada wilayah penelitian, kebutuhan air domestik disetiap kabupaten/kota menunjukkan bahwa untuk wilayah kabupaten, air bersih paling banyak dibutuhkan oleh Kabupaten Brebes sebesar 5.879 juta liter dengan jumlah penduduk yang paling banyak yakni 1.78.687 jiwa.

Sedangkan untuk kebutuhan air domestik paling rendah terdapat pada Kabupaten Kulonprogo sebesar 1.433 juta liter dengan jumlah penduduk paling sedikit yakni sebanyak 374.783 jiwa. Pada wilayah kota, Kota Semarang dengan jumlah penduduk paling banyak yakni 1.511.236 jiwa memiliki kebutuhan air domestik paling tinggi yakni sebesar 4.541 juta liter sedangkan Kota Magelang sebaliknya memiliki jumlah penduduk paling sedikit yakni 178.451 jiwa sehingga memiliki kebutuhan air paling rendah sebesar 379 juta liter.

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah penduduk di dalam suatu wilayah akan berpengaruh terhadap penggunaan sumberdaya air, dimana semakin tinggi jumlah penduduk dalam suatu wilayah maka penggunaan sumberdaya air untuk memenuhi kebutuhan air sehari-harinya juga semakin tinggi.



Gambar 1.4 Peta Sebaran Kebutuhan Air Domestik di Provinsi Jawa Tengah dan DIY



Gambar 1.5 Peta Sebaran Kekritisan Air Domestik Bulan Agustus

Sebaran Kekritisian Air Domestik

Berdasarkan perhitungan ketersediaan air dan kebutuhan air seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat diketahui desa-desa mana saja di dalam wilayah penelitian ini yang mengalami kekritisian air yakni dengan membandingkan nilai kebutuhan dan ketersediaan airnya.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kekritisian air domestik terjadi pada daerah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, asumsinya adalah dengan kepadatan penduduk yang tinggi berarti kemampuan setiap orang untuk memperoleh air untuk memenuhi kebutuhan sehari-harinya akan semakin sulit, terlebih jika curah hujan yang turun di daerah tersebut jumlahnya sedikit.

Secara umum berdasarkan peta sebaran desa kritis bulan Agustus yang disajikan pada Gambar 1.5 di atas, dapat diketahui bahwa sebagian besar kekritisian air domestik terjadi hampir di seluruh wilayah kota dan sebagian lainnya terdapat pada wilayah kabupaten yang mana sebagian besar terdapat pada zona timur wilayah penelitian. Kekritisian air domestik paling banyak terjadi pada Kabupaten Kudus dan pada wilayah kota yakni Kota Semarang. Kota Semarang memiliki jumlah desa kritis air domestik terbanyak diantaranya 20 desa termasuk kategori “Mendekati Kritis”, 7 desa “Kritis” dan 73 desa termasuk “Sangat Kritis”. Hal serupa juga terjadi pada Kabupaten Kudus sebagai wilayah yang memiliki kepadatan penduduk tertinggi, pada bulan Agustus ini terdapat 14 desa yang termasuk kategori “Mendekati Kritis”, 5 desa yang termasuk kategori “Kritis” dan 17 desa “Sangat Kritis”. Tingginya jumlah penduduk di kedua

wilayah tersebut mengakibatkan nilai kebutuhan air domestik yang tinggi, sementara luas wilayahnya relatif kecil menyebabkan ketersediaan air meteorologis yang sedikit. Tidak adanya keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan air tersebut menyebabkan terjadinya kekritisian air domestik.

Kabupaten lainnya yang mengalami kekritisian air domestik di wilayah penelitian ini terjadi di seluruh kabupaten pada zona timur dan hanya sebagian kecil terdapat pada zona barat meliputi Kabupaten Tegal dan Kabupaten Brebes. Nilai kekritisian air domestik tertinggi pada bulan ini terdapat pada empat desa yang seluruhnya berada di Kabupaten Rembang. Desa tersebut diantaranya Desa Gunung Wetan dengan indeks kekritisian air sebesar 351% dan dengan jumlah penduduk terdiri dari 1.499 jiwa. Kedua adalah Desa dengan indeks kekritisian air sebesar 392% dan dengan jumlah penduduk terdiri dari 1.624 jiwa. Ketiga adalah Desa Sarangmeduro dengan indeks kekritisian air sebesar 497% dan dengan jumlah penduduk terdiri dari 4.249 jiwa, dan yang terakhir adalah Desa Bajingmeduro dengan indeks kekritisian air sebesar 547% dan dengan jumlah penduduk terdiri dari 1.868 jiwa.

KESIMPULAN

1) Sebaran hujan yang dipengaruhi oleh fisiografi dan arah angin menyebabkan zona barat dan tengah wilayah penelitian memiliki curah hujan yang lebih tinggi dan semakin kearah utara, selatan dan timur curah hujan mengalami penurunan. Hal ini memberi implikasi pada ketersediaan air meteorologis yang tinggi, baik

pada musim penghujan ataupun kemarau tersebar pada beberapa kabupaten diantaranya Kabupaten Cilacap, Kabupaten Brebes, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Batang, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Banjarnegara.

- 2) Sebaran kebutuhan air domestik yang tinggi tersebar di beberapa kabupaten dengan jumlah penduduk yang juga tinggi diantaranya Kabupaten Brebes, Kabupaten Cilacap, Kabupaten Banyumas, Kabupaten Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Purbalingga, Kabupaten Jepara, Kabupaten Kudus, Kabupaten Semarang, Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, Kabupaten Grobogan, Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo. Sedangkan kebutuhan air domestik yang rendah sebagian besar tersebar pada zona tengah wilayah penelitian.
- 3) Sebaran kekritisian air domestik terjadi pada wilayah yang memiliki kepadatan penduduk tinggi dan atau memiliki curah hujan yang rendah dimana sebagian besar terdapat di Kota Tegal, Kota Semarang, Kota Surakarta, Kota Yogyakarta, Kabupaten Kudus, Kabupaten Tegal, dan Kabupaten Rembang.

SARAN

- 1) Pembangunan PAH (Penampungan Air Hujan) dapat dijadikan alternatif bagi masyarakat yang daerahnya

mengalami kekritisian khususnya saat musim kemarau.

- 2) Pemerintah Daerah perlu melakukan upaya untuk mengurangi resiko terjadi kekritisian air domestik, dengan cara penyediaan sumber air khususnya untuk wilayah yang mengalami kekritisian air.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C., 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS* (cetakan keempat), UGM Pers, Yogyakarta.
- Manik, 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan, Jakarta.
- Martopo, S., 1991. *Keseimbangan Ketersediaan Air di Pulau Bali. Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Rahmawati, D. 2007. *Persebaran Hujan di Kota Yogyakarta dan Sekitarnya. Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Sandy, I.M., 1987. *Iklm regional Indonesia*. Jurusan Geografi Fakultas Mipa Universitas Indonesia, Jakarta.
- Seyhan, E., 1999. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Diterjemahkan oleh Sentot S. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.