

KAJIAN POTENSI AIR DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR D.A.S. SEMBAYAT BARRAGE (Pengembangan Wilayah Utara Kabupaten Gresik)

Dian Noorvy Khaerudin

Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Tribhuwana Tunggaladewi Malang

ABSTRAK

Kajian potensi ketersediaan air ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hidrologi secara global. Sasaran akhir, agar dapat mengetahui potensi air permukaan dimasa yang akan datang sebagai pola pengembangan sumberdaya air. Pendekatan, secara garis besar, yang digunakan untuk memperkirakan potensi sumberdaya air terutama air permukaan adalah secara kuantitatif dengan melakukan kajian pada data yang tersedia. Unsur utama dalam pengembangan sumberdaya air yaitu curah hujan dan debit yang merupakan variabel penting. Distribusi besaran curah hujan tersebut sangat tergantung pada topografi, morfologi, kemiringan, dan angin yang mempengaruhi iklim kepulauan Indonesia baik data hujan, data debit dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil analisis data hujan, menggambarkan terjadinya defisit potensi air dan terjadinya kekurangan air, sehingga persediaan air dari potensi hujan tidak dapat diandalkan. Untuk debit air sungai yang melewati Kabupaten Gresik bukan hanya berasal dari limpasan air hujan (proses water balance), tetapi berasal dari pasang air laut yang masuk ke sungai Bengawan Solo pada bulan-bulan tertentu dan berasal dari limpahan debit hulu dan tengah sungai Bengawan Solo. Iklim berpengaruh terhadap kondisi potensi sumberdaya air, yang sumber utamanya dari hujan. Berdasarkan beberapa asumsi yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan daerah, didapat ketersediaan air yang masih bisa mencukupi untuk bulan-bulan selanjutnya adalah pada asumsi I yaitu mengasumsikan jumlah penduduk yang berjumlah 50% dari jumlah kebutuhan air domestik dan 50% jumlah kebutuhan air industri. Hal itu menunjukkan bahwa ketersediaan air dari sumber air permukaan dapat menyediakan 50% kebutuhan air domestik dan 50% kebutuhan air industri di Kabupaten Gresik wilayah utara, sehingga kekurangannya dapat diperoleh dari sumber lain seperti sumur bor, tampungan waduk kecil atau telaga dan lainnya. Pengembangan sumberdaya air dengan melihat kondisi tersebut dapat dibantu dengan rencana pembuatan bendung Sembayat yang akan dibuat dan dioperasikan 2004 – 2007 mendatang.

Kata Kunci: hujan, debit, keseimbangan air

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan manusia yang esensial. Manusia membutuhkan air untuk hidup. Air dalam hal ini dimanfaatkan dan digunakan untuk menjadi sarana bagi kelangsungan hidup manusia. Seperti, untuk air minum, pertanian, perikanan, listrik, navigasi, pengenceran polutan, industri dan masih banyak lagi.

Pemanfaatan air ini tidak lepas dari pemanfaatan lahan yang menjadi saling terkait sehingga didapatkan suatu perencanaan konservasi tanah dan air yang baik, karena dalam pemanfaatannya air dan tanah menjadi saling mengendalikan, yang didalamnya terdapat berbagai macam aspek terkait, seperti kemiringan lahan yang mempengaruhi aliran air, pembangunan tampungan air untuk pemanfaatan lahan, dan lain-lain.

Kekurangan air pada musim kemarau mempunyai beberapa penyebab. Penyebab tersebut dapat berupa kondisi geografis, kondisi pemanfaatan lahan, kondisi geologi yang mempunyai keterkaitan pengaruh terhadap iklim, hujan, kemampuan tanah, dan kualitas serta kuantitas air.

Pengetahuan tentang potensi sumberdaya air terutama air permukaan di daerah pantai utara relatif sedikit, dengan demikian perlu dilakukan penelitian secara komprehensif mengenai potensi sumberdaya air permukaan dan selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk pengembangan.

Identifikasi Masalah

Bendung gerak Sembayat direncanakan dibuat untuk mengatasi masalah kekurangan air dan kelebihan air di daerah aliran sungai ini. Daerah aliran sungai Sembayat adalah wilayah utara Kabupaten Gresik dan beberapa kecamatan Kabupaten Lamongan. Rencana pembuatan bendung gerak ini menggunakan beberapa alternatif yang memungkinkan untuk dapat terandalkan pada lima sampai sepuluh tahun mendatang. Masukan air untuk bendung gerak Sembayat adalah dari bendung gerak Babat. Letak bendung gerak Sembayat di desa Sukowati Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik sekitar 29 km dari hulu muara sungai Bengawan Solo hilir.

Penelitian berupa karakteristik hidrologi daerah Kabupaten Gresik diperlukan untuk melihat

bagaimana faktor iklim, tanah dan hujan dapat mempengaruhi pengembangan suatu daerah dan pengembangan sumberdaya air, sedang dalam sisi lain adanya sumber penampung air, sungai, yang dapat menjadi sumber penyedia air. Sehingga diperlukan penelitian mengenai potensi ketersediaan air. Potensi yang dimaksud adalah potensi sumberdaya air yang telah ada sekarang dan apakah dapat memenuhi untuk masa yang akan datang dengan proyeksi kebutuhannya.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan kajian potensi ketersediaan air untuk pengembangan sumberdaya air di Wilayah Utara Kabupaten Gresik adalah untuk mengetahui karakteristik hidrologi secara global. Sasaran akhir agar dapat mengetahui potensi air permukaan di masa yang akan datang. Adapun hal-hal yang mencakup dalam penelitian tersebut antara lain bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik hidrologi di daerah aliran sungai di DAS Bengawan Solo hilir.
2. Mengetahui hubungan hidrologis antara hujan dan debit yang terukur pada stasiun-stasiun pengukur di daerah aliran sungai Bengawan Solo hilir
3. Mengetahui potensi air permukaan, potensi ketersediaan air di daerah aliran sungai di DAS Bengawan Solo hilir.
4. Mengembangkan dan memproyeksi potensi air permukaan dalam rangka memenuhi kebutuhan air di masa yang akan datang.

Sedangkan manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pedoman pengelolaan sumberdaya air di masa yang akan datang.
2. Sebagai pedoman pengelolaan lingkungan akibat adanya pembangunan dan memperbaiki infrastruktur data penunjang.
3. Sebagai dasar bagi instansi dan pemerintah daerah dalam rangka pengendalian sumberdaya air.

METODOLOGI PENELITIAN

Potensi air permukaan suatu daerah aliran sungai pada masa yang akan datang, dapat diperkirakan dengan melakukan analisa harga ekstrim debit yang mungkin terjadi di masa datang menggunakan prinsip hidrologi stokastik yang berasumsi bahwa setiap kejadian debit dalam debit historik akan berulang di masa yang akan datang dengan peluang yang sama seperti peluang kejadian debit historiknya. Analisa harga ekstrim debit ini dilakukan dengan perhitungan distribusi statistik.

Unsur utama dalam pengembangan sumberdaya air yaitu curah hujan dan debit yang merupakan variabel penting. Curah hujan yang jatuh di daerah aliran sungai sebagian besar akan melimpah menjadi air permukaan dan akhirnya menjadi debit air suatu daerah aliran sungai. Curah hujan yang jatuh di sekitar stasiun-stasiun hujan pada suatu daerah aliran sungai mempunyai pengaruh yang berbeda-beda dalam ruang dan waktu terhadap debit air. Distribusi besaran curah hujan tersebut sangat tergantung pada topografi, morfologi, kemiringan, dan angin Muson yang mempengaruhi iklim kepulauan Indonesia.

Pendekatan, secara garis besar, yang digunakan untuk memperkirakan potensi sumberdaya air terutama air permukaan adalah secara kuantitatif dengan melakukan kajian pada data yang tersedia baik data hujan, data debit dan lain sebagainya. Data yang terkumpul kemudian diolah sesuai dengan kebutuhan.

Metode Pelaksanaan Kajian

Pendekatan pelaksanaan studi merupakan kumpulan langkah-langkah yang dilakukan serta dipakai dalam melaksanakan dan menyelesaikan kajian. Metode ini terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan penarikan kesimpulan.

Pengumpulan Data

Data utama yang dimaksud adalah data yang diperlukan untuk mengkaji karakteristik hidrologi daerah sebagai variabel penting dalam memperkirakan potensi ketersediaan air untuk pemanfaatannya. Data itu adalah berupa data hujan dan data debit. Sedangkan data pelengkap adalah data yang diperlukan untuk melengkapi kajian dan analisis. Data tersebut adalah data evapotranspirasi, data topografi (elevasi), data tata guna lahan, data tampungan air yang sudah ada di daerah kajian, data jumlah penduduk, dan data jumlah industri.

Data-data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data yang dibuat oleh instansi dan digunakan untuk kajian. Dalam pengumpulan data ini juga dilakukan survei ke perusahaan pengguna air untuk mengetahui pemakaian air pada perusahaan yang tergolong perusahaan besar.

Pengolahan Data

1. Pengolahan Data Hujan
2. Tes Konsistensi Data Hujan
3. Korelasi antar Stasiun Pengukur Hujan

Ukuran untuk menyatakan derajat hubungan antara variabel dinamakan koefisien korelasi. Analisa korelasi terkait dengan analisa

regresi, karena bila suatu individu hasil pengamatan ternyata memiliki kaitan erat dengan individu lain, maka dapat meramalkan nilai individu yang satu dengan menggunakan nilai individu yang satunya lagi.

Pengolahan Data Debit

1. Seleksi Data
2. Debit Ekstrim Harian
3. Debit Perhitungan F.J Mock

Analisis Hasil Pengolahan Data

Analisis hasil pengolahan data diperlukan untuk mengetahui potensi ketersediaan air daerah kajian. Analisis ini menyangkut hubungan antara hujan, debit, topografi, iklim, yaitu sebagai dasar untuk mengetahui karakteristik hidrologi global dan pengelolaan sumberdaya air daerah kajian. Analisis yang dilakukan adalah:

1. Analisis korelasi antar stasiun hujan daerah kajian
Korelasi antar stasiun hujan untuk mencari hubungan pengaruh erat antar stasiun hujan daerah kajian.
2. Analisis hubungan antara elevasi dan hujan tahunan rata-rata wilayah
3. Analisis hubungan antara evapotranspirasi dan hujan bulanan rata-rata wilayah

Pengaruh hujan terhadap evapotranspirasi perlu diketahui untuk menganalisis sejauh mana pengaruh iklim daerah terhadap potensi sumberdaya air. Sumberdaya air yang dimaksud adalah hujan dengan suatu besaran mm.

Keseimbangan Kebutuhan dan Ketersediaan Air

Untuk mengkaji permasalahan ketersediaan air, dilihat terlebih dahulu pola karakteristik hidrologi daerah kajian, dan pola pembagian tiap daerah yang sudah dilaksanakan pada saat sekarang (eksisting). Dengan mengetahui pola pembagian air eksisting, maka nantinya akan dapat direncanakan kebutuhan dan ketersediaan debit air pada daerah kajian.

Metode Neraca Air (*Water Balance*) digunakan untuk membandingkan antara ketersediaan debit air yang ada dengan kebutuhan air industri dan domestik setiap bulan. Analisa awal dalam studi ini adalah membandingkan ketersediaan & kebutuhan air antara kebutuhan air eksisting dengan pola kebutuhan air rencana.

Sebagai tolak ukur awal, rencana pemberian air untuk industri dan domestik eksisting. Kemudian untuk kebutuhan air masing-masing dicobakan untuk kebutuhan air domestik 100%, industri 50%; domestik 50%, industri 100%, dan domestik 50%, industri 50% dari jumlah total industri atau

domestik. Sehingga dapat diketahui perencanaan tata ruang wilayah daerah mendatang untuk domestik dan industri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hujan

Sejumlah stasiun paling sedikit lima dengan pengamatan yang dapat dipercaya dan kira-kira panjangnya sama dalam wilayah iklim yang sama, diseleksi sebagai stasiun pembanding. Data hujan tahunan, bulanan atau musiman ditambahkan secara akumulatif untuk setiap stasiun, mulai dengan pengamatan kalender terakhir. Suatu rata-rata aritmatik dihitung untuk semua stasiun dengan periode kalender yang sama. Penambahan akumulasi data dari stasiun yang akan dicek terhadap stasiun pembanding dihitung.

Berdasarkan data yang terdapat di sembilan stasiun pengamatan curah hujan dan berdasarkan data hasil perhitungan perkiraan data hujan hilang, dilakukan analisis kurva massa ganda. Ternyata, semua data curah hujan tersebut tidak mengalami kecendrungan perubahan kemiringan gradien garis. Hal ini menunjukkan semua data curah hujan yang terdapat di stasiun pengukur hujan adalah konsisten selama periode pengamatan. Artinya data-data pengamat curah hujan yang ada disembilan stasiun pengamat curah hujan tidak mengalami perubahan akibat kondisi alat pengukur curah hujan ataupun perubahan daerah aliran sungainya dan data masih dapat digunakan dengan hasil perhitungan perkiraan data hujan hilang tersebut.

Analisis Elevasi dan Curah Hujan

Selanjutnya untuk mengetahui pengaruh geografis terhadap curah hujan dilakukan analisis hubungan antara elevasi daerah dan curah hujan yang dapat dinyatakan secara linier, artinya apabila elevasi semakin tinggi maka curah hujan yang terjadi juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan penelitian dari sembilan stasiun pangamat hujan yang tersebar di DAS Bengawan Solo hilir sejauh 61.868 km dengan periode pengamatan 14 tahun dari tahun 1989 – 2002, didapat nilai koefisien regresi (b) adalah 3,39 dengan koefisien determinasi sebesar 50,156%. Hal tersebut menunjukkan bahwa variasi elevasi di DAS Bengawan Solo hilir sepanjang 61.868 km memberikan pengaruh terhadap variasi curah hujan yang terjadi.

Daerah aliran sungai Bengawan Solo hilir sepanjang 61,868 km adalah suatu DAS yang datar dengan kemiringan rata-rata daerah adalah 0 – 2% saja. Di beberapa daerah mempunyai kemiringan yang besar karena adanya bukit-bukit dengan elevasi

yang tinggi, diantaranya di daerah Kecamatan Panceng dan Kecamatan Ujung Pangkah.

Analisis Korelasi Hujan dan Debit

Iklim dapat mempengaruhi kondisi curah hujan di daerah. Arah angin dapat berpengaruh terhadap curah hujan yang terjadi dan dinyatakan dengan besarnya korelasi curah hujan di setiap stasiun terhadap debit air sungai di Bengawan Solo hilir (pada pengamatan di stasiun debit Babat).

Korelasi antara curah hujan di stasiun hujan Panceng Kecamatan (P2) dan debit pada bulan Oktober ternyata merupakan nilai korelasi terbesar yaitu 0,9630. Hal ini karena angin bergerak ke arah pegunungan di bagian Utara DAS Bengawan Solo hilir daerah kajian 61,868 km, sehingga air hujan terbawa angin menuju daerah pegunungan dan banyak berpengaruh pada debit air sungai.

Analisis Evapotranspirasi dan Hujan Rata-rata

Evapotranspirasi untuk kajian ini menggunakan hasil perhitungan dengan metode Penman yang dianalisis dapat lebih mewakili keadaan yang ada di lapangan dan digunakan pula angka koreksi Penman untuk tanaman tinggi, daerah kering dan luas.

Berdasarkan perhitungan rata-rata curah hujan dan rata-rata evapotranspirasi potensial bulanan, maka dapat ditunjukkan bahwa daerah aliran sungai mempunyai perbedaan curah hujan dan evapotranspirasi yang besar, terutama pada bulan kering yaitu pada bulan Mei hingga September (curah hujan kering di bawah 60 mm). Hal ini menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tersebut daerah aliran sungai dalam persediaan air berkurang, kecuali untuk beberapa bulan yaitu pada bulan Desember hingga April keadaan persediaan air tidak mengalami kekurangan dan kondisi ini berlaku selama keadaan lingkungan daerah tersebut tidak mengalami perubahan. Apabila dicobakan untuk curah hujan andalan 80 %, curah hujan tidak dapat memenuhi persediaan air selama kurun waktu satu tahun dan hanya pada bulan Januari sampai Maret saja yang surplus sedangkan bulan lainnya mengalami defisit. Keadaan iklim begitu mempengaruhi terutama untuk suhu udara daerah kajian hingga mempengaruhi evapotranspirasi daerah kajian, dan hal ini perlu mendapatkan perhatian.

Hubungan Hujan, Limpasan, dan Base Flow

Hubungan antara limpasan, curah hujan, dan base flow diperlukan untuk mengetahui potensi sumberdaya air dengan keseimbangan air, yang

didalamnya terdapat unsur-unsur jenis tanah, koefisien pengaliran dan, besarnya penyerapan (infiltrasi). Keseimbangan air, limpasan dan base flow, untuk pengamatan hubungan ini menggunakan formula FJ. Mock.

Berdasarkan perhitungan, dapat diketahui bahwa potensi sumberdaya air di bawah permukaan mengalami defisit dari bulan Mei hingga September. Aliran dasar yang terjadi menjadi semakin berkurang dengan berkurangnya curah hujan atau terjadinya defisit hujan pada bulan Mei dan September tersebut, sehingga persediaan air di dalam tanah akan semakin menurun. Hal ini dibuktikan pula dari data PIAT, bahwa rata-rata potensi sumber air tanah rata-rata hanya berkisar antara 0,007 – 0,012 m³.

Hubungan Hujan dan Debit

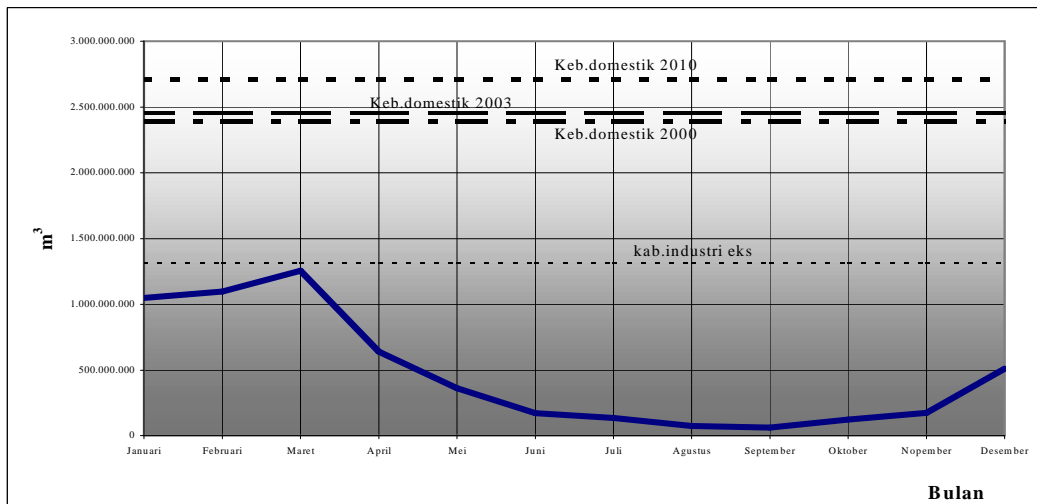
Hubungan curah hujan wilayah, debit air sungai di stasiun pengamat Babat dan kualitas ruang yang dapat diekspresikan dalam persamaan linier dan persamaan ini merupakan keseimbangan air di daerah aliran sungai.

Berdasarkan persamaan diperoleh nilai intersepsi sebagai base flow 48,199 m³/det dan slope 0,056 yang menunjukkan koefisien faktor kehilangan. Berdasarkan Warren Viessmen, Jr. dalam bukunya *Introduction of Hydrology* dinyatakan bahwa pada daerah yang datar hujan yang lebat tidak banyak berdampak pada limpasan yang mengalir. Hujan akan jatuh dan mengalir, dan kehilangan yang terjadi karena penguapan serta peresapan tanah (seepage) atau oleh transpirasi bila terdapat vegetasi.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat dianalisis bahwa daerah kajian mempunyai nilai koefisien aliran poros air yaitu berdasarkan tata guna lahan dan kondisi kepadatan tanah serta kondisi iklim yang dapat dimungkinkan karena kehilangan akibat penguapan. Dan berdasarkan nilai base flow yang bernilai (-) berarti semakin berkurang atau defisit kondisi cadangan air di dalam tanah.

Keseimbangan Air

Berdasarkan ilustrasi penggambaran keseimbangan kebutuhan dan ketersediaan debit air minimum di atas, dinyatakan bahwa kebutuhan air industri pada kondisi eksisting apabila mendapatkan pasokan dari debit air permukaan (sungai Bengawan Solo hilir) mempunyai peluang untuk dapat dikembangkan lagi. Perhitungan debit kebutuhan air industri diambil rata-rata untuk semua jenis industri.



Gambar 1 Keseimbangan Air antara Kebutuhan dan Air Tersedia Kondisi Kering

Dengan melihat industri yang telah ada sekarang, jumlah dan jenisnya, maka di daerah wilayah utara Kabupaten Gresik dapat dikembangkan untuk beberapa lagi industri jenis sedang. Pertimbangan diberikan pula untuk kebutuhan air pengolahan limbah industri yang tidak terlalu membutuhkan jernih air. Sumber untuk kebutuhan air industri dapat pula diambil dari air tanah. Kebutuhan air domestik diperoleh dari debit air Bengawan Solo, namun untuk hingga prediksi setelah tahun 2010 perlu dicarikan alternatif penyediaan air. Pengolahan air dengan PDAM secara eksklusif selama tahun eksisting 2003 – 2005 ini sangat membantu dalam menyediakan air. Tahun 2010 diharapkan untuk dapat memanfaatkan debit air permukaan dengan kualitas yang baik dan dengan memanfaatkan air bawah permukaan

Proyeksi Kebutuhan dan Ketersediaan Air

Berdasarkan analisa keseimbangan air dengan beberapa asumsi, yaitu dengan maksud untuk dapat terpenuhinya kebutuhan air, maka dapat diberikan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Kebutuhan air domestik 50% dan kebutuhan industri 50% (Asumsi I)
2. Kebutuhan air domestik 100% dan kebutuhan industri 50% (Asumsi II)
3. Kebutuhan air domestik 50% dan kebutuhan industri 100% (Asumsi III)

Kemudian dengan perhitungan sisa ketersediaan air didapat ketersediaan air yang masih bisa mencukupi untuk bulan-bulan selanjutnya adalah pada asumsi I yaitu mengasumsikan jumlah penduduk yang berjumlah 50% dari jumlah kebutuhan air domestik dan 50% jumlah kebutuhan air industri.

Hal itu menunjukkan bahwa ketersediaan air dari sumber air permukaan dapat menyediakan 50% kebutuhan air domestik dan 50% kebutuhan air industri di Kabupaten Gresik wilayah utara, sehingga kekurangannya dapat diperoleh dari sumber lain seperti sumur bor, tampungan waduk kecil atau telaga dan lainnya.

Pengembangan sumberdaya air dengan melihat kondisi tersebut dapat dibantu dengan rencana pembuatan bendung Sembayat yang akan dibuat dan dioperasikan 2004 – 2007 mendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Potensi sumber air yang dapat dimanfaatkan di daerah studi diambil dari 3 sumber, yaitu: air hujan, air sungai dan air tanah. Potensi sumber air yang berasal dari hujan ditampung dalam tampungan-tampungan berupa waduk dan telaga-telaga yang ada di daerah kajian. Air sungai, yaitu berupa limpasan dan debit sungai.

Data curah hujan dari tahun 1989 – 2002 menggambarkan bahwa terjadinya defisit potensi air dan terjadinya kekurangan air mulai bulan Mei sampai September secara hidrologi. Begitu juga apabila potensi hujan diasumsikan untuk andalan 80 %, hujan mengalami surplus hanya pada bulan Januari sampai Maret saja, dan bulan-bulan berikutnya mengalami defisit, hingga hal ini dapat dikatakan persediaan air dari potensi hujan tidak dapat diandalkan.

Debit air sungai yang melewati Kabupaten Gresik bukan hanya berasal dari limpasan air hujan (proses water balance), tetapi berasal dari pasang air laut yang masuk ke sungai Bengawan Solo pada bulan-bulan tertentu dan berasal dari limpahan debit hulu dan tengah sungai Bengawan Solo. Hal ini dapat

dilihat pada hubungan antara hujan dan limpasan yang menyatakan hujan mempunyai kapasitas yang lebih besar dan base flow yang rendah (gambar 5.18). Debit air Bengawan Solo (pengamatan di stasiun Babat) memberikan hasil rata-rata 391,7 m³/det

Iklm berpengaruh terhadap kondisi potensi sumberdaya air, yang sumber utamanya dari hujan. Hal ini dibuktikan dengan analisis hubungan antara evapotranspirasi dan hujan, korelasi antara hujan bulanan dengan debit bulanan, serta kondisi topografinya yaitu, hubungan antara elevasi dengan curah hujan rata-rata maksimum daerah tahunan daerah kajian. Hujan termasuk pada hujan tidak lebat.

Kondisi potensi sumber air di Kabupaten Gresik Utara, berupa waduk/embung, telaga, air tanah. Waduk atau embung mempunyai kapasitas tampung saat ini yang paling kecil adalah 9 m³ Embung Wadeng Kecamatan Sidayu dan yang paling besar adalah 777,4 m³ Embung Lowayu di Kecamatan Dukun. Air tanah di Kabupaten Gresik Utara banyak terdapat di kecamatan Dukun yang memang daerah tersebut memenuhi kriteria adanya potensi air tanah, yaitu diantaranya: daerah pegunungan, daerah bergelombang, dan daerah dataran dengan morfologi dan litologi tertentu.

Kebutuhan industri diperkirakan sebesar 0,95 m³/det/unit dan banyaknya unit industri rata-rata di daerah sebanyak 350 unit. Kebutuhan air domestik diperkirakan sebesar 20 lt/or/hr. Apabila menjadi kebutuhan total antara kebutuhan industri dengan kebutuhan air domestik, maka ketersediaan air yang hanya berasal dari sumber air permukaan Bengawan

Solo hilir adalah tidak mencukupi. Sehingga perlu untuk memperoleh tambahan atau alternatif pemenuhan kebutuhan air mengingat daerah tersebut berpotensi untuk dapat dikembangkan menjadi daerah industri dan perdagangan.

Saran

Berdasarkan gambaran keseimbangan air, kebutuhan air industri pada kondisi eksisting apabila mendapatkan pasokan dari debit air permukaan (sungai Bengawan Solo hilir) mempunyai peluang untuk dapat dikembangkan lagi. Perhitungan debit kebutuhan air industri diambil rata-rata untuk semua jenis industri. Dengan melihat industri yang telah ada sekarang, jumlah dan jenisnya, maka di daerah wilayah utara Kabupaten Gresik dapat dikembangkan untuk beberapa lagi industri jenis sedang. Pertimbangan diberikan pula untuk kebutuhan air pengolahan limbah industri yang tidak terlalu membutuhkan jernih air. Sumber untuk kebutuhan air industri dapat pula diambil dari air tanah.

Kebutuhan air domestik diperoleh dari debit air Bengawan Solo, namun untuk hingga prediksi setelah tahun 2010 perlu dicarikan alternatif penyediaan air. Pengolahan air dengan PDAM secara eksklusif selama tahun eksisting 2003 – 2005 ini sangat membantu dalam menyediakan air. Tahun 2010 diharapkan untuk dapat memanfaatkan debit air permukaan dengan kualitas yang baik dan dengan memanfaatkan air bawah permukaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asaad Y. Shamseldin, Kieran M. O'Conner, G.C. Liang. (1997). *Methods for Combining the outputs of Different Rainfall – Runoff Models*. Journal of Hydrology.
- Arsyad, Sitanala. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press
- Asdak Chay, Ir. (1995). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada Press
- Fayez A. Abdulla, Dennis P. Lettenmaier. (1997). *Application of Regional Parameter Estimation Schemes to Stimulate The Water Balance of a Large Continental River*. Journal of Hydrology
- Fetter, C.W. (1994). *Applied Hidrogeology*. Third Edition. Prentice – Hall, Inc. A Simon and Schuster Company Englewood Cliffs, New – Jersey.
- John H. Garland. (1992). *Water Supply for Domestic and Industrial Uses. Articles*. University of Illinois
- Mock. F.J. (1973). *Land Capability Appraisal Indonesia*. Water Availability Appraisal. Report Prepared For The Land Capability Appraisal Project., Food and Agricultural Organization of The United Nations., Bogor Indonesia.
- Nandakumar, N. (1997) Uncertainly in Rainfall – Runoff Model Simulators and The Implications for Predicting the Hydrologic Effect of Land-Use Change. Journal of Hydrology.
- Nippon. Koei, LTD. (2001). *Comprehension Development and Management Plant (CDMP) Studi for Bengawan Solo River Basin Under and Lower River Improvement Project*.
- Samir. (1997). *Analisis Potensi dan Pengembangan Sumberdaya Air Studi Kasus: DAS Citarum Hulu – Saguling*. Tesis Teknik Sipil ITB Bandung.
- Sri Harto Br. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Soemarto, C. D. (1986). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: PT Usaha Nasional

- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. (1980). *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Soewarno. (1995). *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisis Data*. Bandung: Penerbit Nova
- Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada
- Wilson, E.M. (1993). *Hidrologi Teknik*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Wani Hadi Utomo. (1989). *Konservasi Tanah di Indonesia (Suatu Rekaman dan Analisa)*. Jakarta: W. Rajawali
- Zen M. Kadir. (1999). *Studi Keseimbangan Air dan Prediksi Potensi Air Tanah Terhadap Kebutuhan Air Bersih di Kotamadya Bandar Lampung*. Tesis Rekayasa Pertambangan Hidrogeologi ITB Bandung.

LAMPIRAN

Tabel L.1 Data Curah Hujan Tahunan

No.	Thn.	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	1989	1558	1302	1023	1664	1203	1809	1023	1254	1916
2	1990	1713	415	445	1544	415	1438	544	425	1493
3	1991	1775	1395	1098	1551	1098	1220	1530	1318	1161
4	1992	415	551	506	1519	1320	1571	1746	1365	1374
5	1993	1098	1096	633	1192	899	1181	1150	1176	844
6	1994	1221	934	734	1459	1516	1206	839	993	1468
7	1995	1986	1539	1831	1843	1879	2121	1372	1732	1731
8	1996	1359	1115	1041	1687	1192	1895	993	515	1665
9	1997	939	725	690	1063	1014	977	938	1187	1230
10	1998	1831	1937	1937	1148	1937	1821	1862	2301	2121
11	1999	1342	954	1314	1673	1314	1404	1430	2005	1769
12	2000	1937	1493	1836	979	1836	1692	1509	2209	1455
13	2001	1560	1670	1407	1793	1407	1795	1490	2004	1798
14	2002	1120	1041	1378	1458	1025	1205	1487	1220	1145

Sumber: Hasil Perhitungan (*Metode Normal Ratio*)

Keterangan:

- P1 : Stasiun Ujung Pangkah (Kecamatan Ujung Pangkah)
- P2 : Stasiun Panceng (Kecamatan Panceng)
- P3 : Stasiun Sedayu (Kecamatan Sedayu)
- P4 : Stasiun Sumengko (Kecamatan Duduk Sampeyan)
- P5 : Stasiun Suci (Kecamatan Manyar)
- P6 : Stasiun Tambak Ombo (Kecamatan Manyar)
- P7 : Stasiun Mentaras (Kecamatan Dukun)
- P8 : Stasiun Lowayu (Kecamatan Dukun)
- P9 : Stasiun Bunder (Kecamatan Kebomas)

Tabel L.2 Korelasi Antar Stasiun Hujan Periode Tahun 1989 – 2002

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	1,000								
P2	0,653	1,000							
P3	0,664	0,845	1,000						
P4	0,103	0,001	-0,013	1,000					
P5	0,350	0,715	0,780	-0,074	1,000				
P6	0,498	0,542	0,569	0,447	0,564	1,000			
P7	0,022	0,560	0,607	-0,085	0,613	0,267	1,000		
P8	0,327	0,691	0,770	-0,190	0,758	0,317	0,774	1,000	
P9	0,451	0,471	0,515	0,356	0,527	0,743	0,179	0,404	1,000

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel L.2 Korelasi Antar Stasiun Hujan Periode Tahun 1989 – 1995

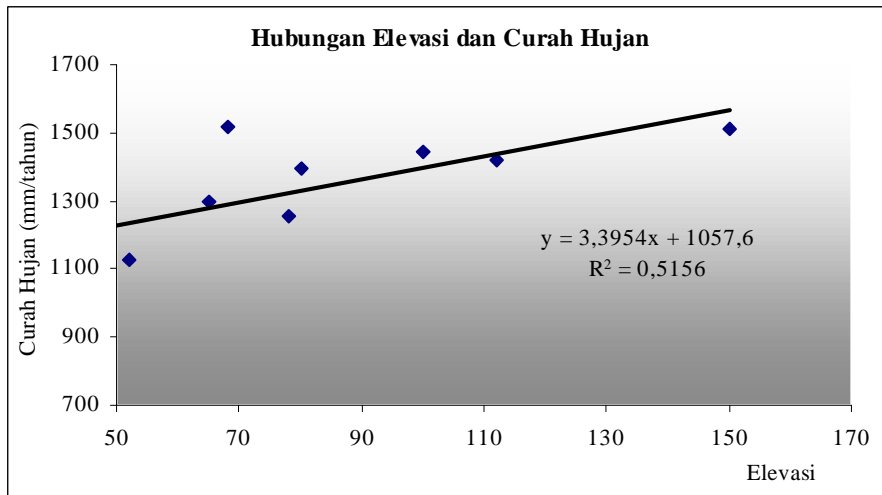
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	1,00								
P2	0,555	1,000							
P3	0,649	0,854	1,000						
P4	0,542	0,364	0,723	1,000					
P5	0,020	0,578	0,711	0,505	1,000				
P6	0,324	0,341	0,680	0,845	0,518	1,000			
P7	-0,354	0,316	0,302	0,135	0,488	0,185	1,000		
P8	0,002	0,726	0,737	0,393	0,821	0,518	0,794	1,000	
P9	0,352	0,147	0,422	0,834	0,371	0,770	-0,205	0,120	1,000

Sumber : Hasil Perhitungan

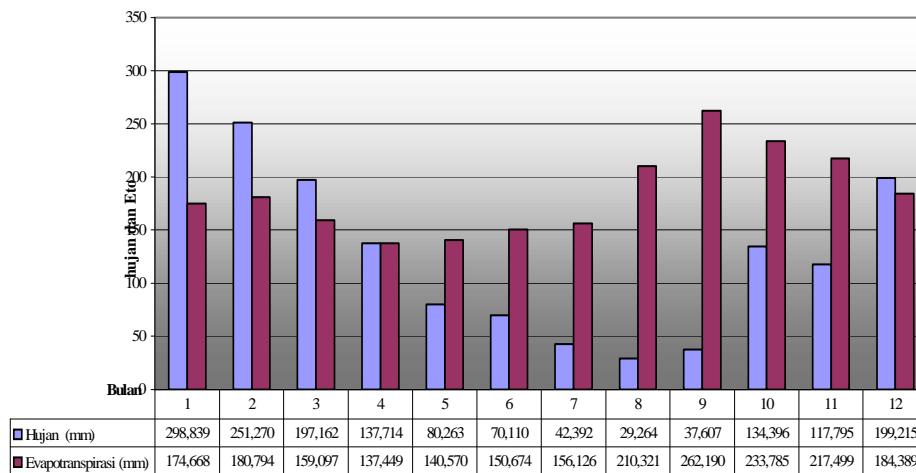
Tabel L.3 Korelasi Antar Stasiun Hujan Periode Tahun 1996 – 2002

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	1,000								
P2	0,861	1,000							
P3	0,886	0,834	1,000						
P4	-0,221	-0,075	-0,237	1,000					
P5	0,957	0,848	0,881	-0,237	1,000				
P6	0,774	0,760	0,562	0,285	0,642	1,000			
P7	0,688	0,783	0,919	-0,116	0,735	0,372	1,000		
P8	0,692	0,643	0,758	-0,268	0,771	0,222	0,809	1,000	
P9	0,623	0,713	0,509	0,248	0,661	0,740	0,532	0,495	1,000

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar L.1 Hubungan Elevasi dan Curah Hujan

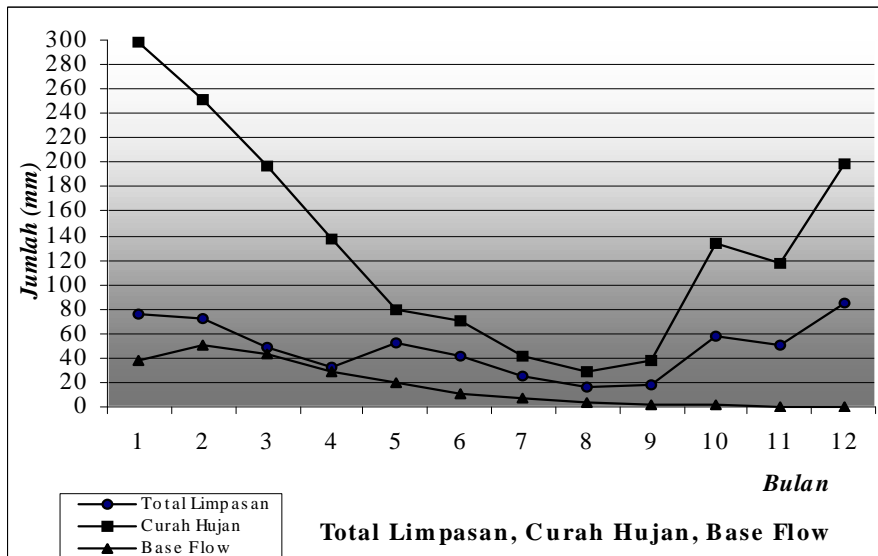


Gambar L.2 Hubungan Evapotranspirasi dan Curah Hujan

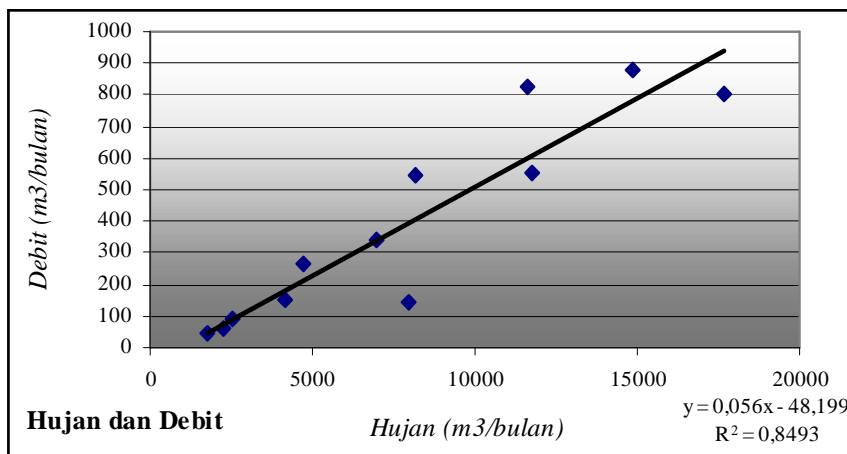
Tabel L.3 Limpasan, Curah Hujan, dan Base Flow (mm/bulan)

Total Limpasan	Curah Hujan	Base Flow
75,788	298,84	37,751
71,411	251,27	50,268
48,375	197,16	42,683
32,917	137,71	29,746
53,102	80,263	19,327
41,099	70,11	11,596
24,796	42,392	6,958
16,531	29,364	4,175
18,330	37,607	2,505
58,058	134,4	1,503
50,468	117,79	0,902
84,373	199,22	0,541

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar L.3 Hubungan antara Limpasan, Curah Hujan, dan Base Flow



Gambar L.4 Hubungan antara Hujan dan Debit