Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)
Jilid 14, Nomor 1. April 2018
Hal: 74-80

ISSN Cetak: 1858-330X dan
ISSN Online: 2548-6373
Website:*http://ojs.unm.ac.id*

ANALISIS HIDROLOGI SUNGAI PONRE-PONRE KABUPATEN BONE

Yusniati H. Muh. Yusuf
Universitas Nusa Cendana
Kampus UNM Parangtambung Jln. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224
[1)]e-mail : *yusni_undana@yahoo.co.id*

Abstrak. Penelitian mengenai analisis hidrologi sungai Ponre-Ponre Kabupaten Bone ini bertujuan untuk menganalisis debit sungai Ponre-Ponre dan mengetahui hubungan antara curah hujan dan debit sungai dengan menggunakan fuzzy logic. Data debit sungai Ponre-Ponre diperoleh dari *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) yg berada di koordinat posisi 4º 51' 31" LS dan 120º 00' 38" BT. Data debit sungai harian diambil dari tahun 1997-2003. Data curah hujan harian diperoleh dari stasiun klimatologi Ponre-Ponre (4º 51' 17" LS dan 120º 01' 44" BT). Data curah hujan diambil dari tahun 1997-2003. Data debit sungai di kalibrasi dengan metode debit langsung yang menggunakan alat *Currentmeter propeller*. Hasil analisis aliran sungai dengan menggunakan metode debit langsung menghasilkan nilai debit 0.022 m³/det, sedangkan hasil pemodelan fuzzy logic dengan prediktor curah hujan dan debit sungai menghasilkan nilai RMSE 0.6137 m³/det dan korelasi 0.5322.

Kata kunci *:* curah hujan Ponre-Ponre, debit sungai, *fuzzy logic*

Abstract. *Research on hydrology of Ponre-Ponre river have been conduct to analyze the discharge of Ponre-Ponre river and to understand the relation of rainfall and the river discharge using the fuzzy logic. The Ponre-Ponre river discharge data was obtained from the Automatic Water Level Recorder (AWLR) installed at coordinate 4º 51' 31" South Latitude and 120º 00' 38" East Longitude. The daily river discharg data recorded from 1997 to 2003. The daily rainfall data was obtained from Ponre-Ponre climate station (4º 51' 17" South Latitude and 120º 01' 44" East Longitude). The rocorded daily rainfall data from 1997 to 2003. The river discharge data was calibrated by direct measurement using propeller currentmeter. The analyzed result of river flow using direct discharge method shows that mean discharge value 0.022 m³/det, while the risults of the fuzzy logic's model with rainfall predictor and river is 0.6137 m³/det and it correlation is 0.5322.*

Keywords *: Rainfall Ponre-Ponre, river discharge, fuzzy logic.*

PENDAHULUAN

Sungai adalah torehan di permukaan bumi yang merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air dan material yang dibawanya dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ke tempat yang lebih rendah dan akhirnya bermuara ke laut. Ditinjau dari segi hidrologi, fungsi utama sungai adalah menampung curah hujan dan mengalirkannya sampai ke laut. Daerah dimana suangai memperoleh air merupakan daerah tangkapan hujan yang biasanya disebut Daerah Pengaliran Sungai (DPS). Dengan demikian DPS dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran sungai (Soewarno, 1997).

Data-data fundamental yang diperlukan adalah data-data hasil pengamatan berupa data hidrologi yang efisien meliputi data tinggi muka air dan debit dari suatu DPS yang diperoleh dari pengukuran dan pengolahan data aliran sungai. Sedangkan data curah hujan juga diperlukan sebagai data dasar hidrologi dalam penyelesaian analisa hidrologi dari suatu DPS.

Penelitian mengenai aliran sungai ini menghasilkan informasi yang besar peranannya dalam poengelolaan sumber daya air, serta pemanfaatan dan perencanaan (alokasi) seperti sarana dan prasarana pengendalian bagi suatu daerah aliran sungai. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi salah satu pertimbangan kepada para perencana proyek sumber daya air, sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang berlebihan terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar.

Variabel yang diamati mengenai survei kondisi hidrologi di sungai Ponre-Ponre Desa

Tinco Kecamatan Libureng Kabupaten Bone Propinsi Sulawesi Selatan. Survei-survei tersebut meliputi prosedur pengukuran data di lapangan dan pengolahan data aliran sungai. Parameter hidrologi debit dan tinggi muka yang dikorelasikan dengan curah hujan di lokasi penelitian.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisa debit sungai Ponre-Ponre Kabupaten Bone (2) mengetahui hubungan antara debit sungai dan curah hujan dengan menggunakan fuzzy logic.

Pengukuran Tinggi Muka Air – Debit Sungai

Tinggi muka air sungai adalah elevasi permukaan air pada suatu penampang melintang sungai terhadap suatu titik tetap yang elevasinya telah diketahui. Tinggi muka air biasanya dinyatakan dalam satuan meter (m).

Untuk analisa hidrologi, data tinggi muka air digunakan sebagai dasar perhitungan debit setelah dibuat pola hubungan antara tinggi muka air dan debit hasil pengukuran debit yang dilakukan secara berkala, yang mencakup pengukuran debit pada muka air rendah sampai tinggi.

Sedangkan cara pengukuran debit sungai dengan metode debit langsung adalah dengan mengukur kecepatan arus menggunakan *Currentmeter* tipe price yang terdiri atas 6 (enam) buah piala konis yang berputar terhadap sumbu vertikal. Pada air yang dalam, alat ini dapat digantungkan di jembatan, *cable car* atau perahu dengan sebuah kabel yang berfungsi sebagai konduktor untuk mentransmisikan kontak-kontak listrik yang dihasilkan oleh roda mangkuk ke suatu alat penghitung atau *counter* yang digunakan oleh hidrografer yang bersangkutan. Pada air yang dangkal, alat ini cukup dipasangkan pada suatu tongkat untuk pengukuran dengan cara menyeberang (Sasongko, 1994).

Debit sungai adalah volume aliran yang mengalir melalui suatu penampang melintang per satuan waktu. Pada dasarnya pengukuran debit adalah pengukuran luas penampang basah, kecepatan aliran dan tinggi muka air.

$$Q = \Sigma (a.\ v)$$

Keterangan:

Q = debit air (m^3/s)

a = luas penampang basah (m^2)

v = kecepatan aliran rata-rata (m/s)

Pola Curah Hujan Indonesia

Secara klimatologis, pola iklim di Indonesia dibagi menjadi pola monsun, ekuatorial dan lokal. Pola monsun dicirikan oleh tipe curah hujan yang bersifat unimodial (satu puncak hujan), selama tiga bulan curah hujan yang relatif tinggi dan selama tiga bulan memiliki curah hujan rendah, sedangkan enam bulan merupakan periode peralihan.

Pola ekuatorial dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekinoks. Selanjutnya untuk pola lokal dicirikan oleh bentuk pola hujan unimodial tetapi bentuknya berlawanan dengan pola monsun.

Pada kondisi normal, daerah yang bertipe hujan monsun akan mendapatkan jumlah hujan berlebih pada saat monsun barat dibanding saat monsun timur. Pengaruh monsun di daerah yang memiliki pola curah hujan ekuator kurang tegas akibat pengaruh insolasi pada saat terjadi ekinoks, demikian juga pada daerah yang memiliki pola curah hujan lokal yang lebih dipengaruhi oleh efek orografi (Martha, Joyce W dan Adidarma, Wenny, 1982)

Model Fuzzy Logic

Metode fuzzy logic dapat dijelaskan sebagai suatu proses pemetaan input menjadi output dengan penggunaan *Graphical User Interface* (GUI) untuk membuat sistem fuzzy pada Matlab.

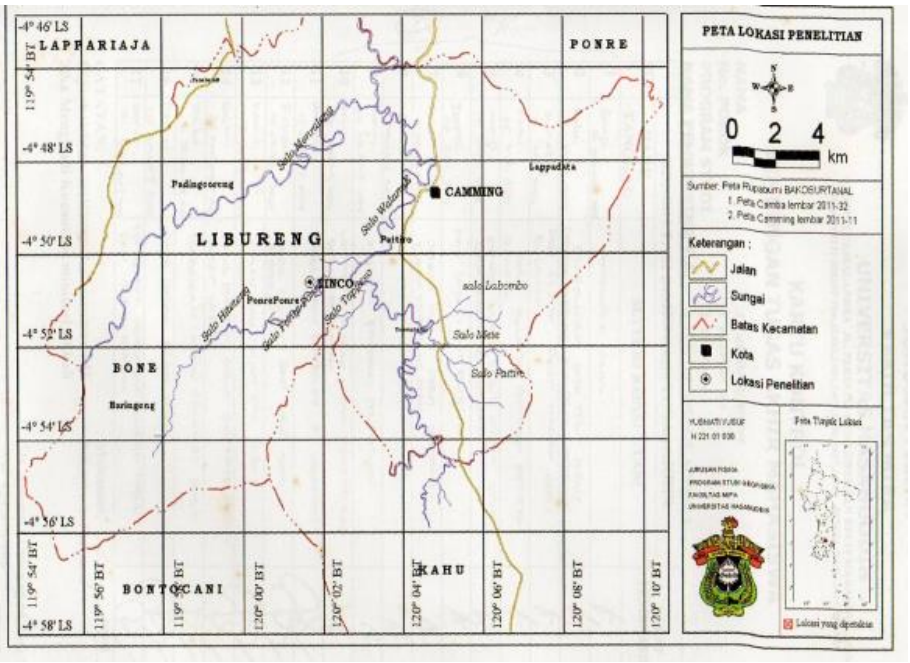
Adapun 5 GUI *tools* yang dapat digunakan pada sistem penalaran fuzzy, yaitu: (1) *Fuzzy*

Inference System Editor; (2) *Membership Function Editor;* (3) *Rule Editor;* (4) *Rule Viewer;* (5) *Surface Viewer.* Input fuzzy logic yang digunakan adalah data curah hujan dan output data debit sungai dengan *membership function* gaussmf (Kusumadewi, 2002).

METODE

Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai Ponre-Ponre, yang merupakan anak sungai Cenranae/Walanae dan berada di Desa Tinco Kecamatan Libureng Kabupaten Bone Propinsi Sulawesi Selatan.

Titik pengukuran berada di sekitar lokasi Pos Duga Air (AWLR) yang secara geografis berada di posisi 4º 51’ 31” LS dan 120º 00’ 38” BT yaitu ± 10 m di hulu stasiun AWLR.



Gambar 1 *Peta Lokasi Penelitian*

Alat-alat yang digunakan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengambilan data debit sungai adalah :

1. *Currentmeter* tipe propeller, berfungsi sebagai alat ukur dengan jenis alat A.OTT, nomer alat 90039 dan nomer kincir 4-44755.
2. Stopwatch, berfungsi sebgai alat hitung waktu.
3. Meteran/kabel ukur baja, berfungsi untuk mengukur lebar sungai.
4. *Counter* model F2, berfungsi untuk mengetahui jumlah putaran kincir.
5. Batang duga, berfungsi untuk mengukur kedalaman aliran dan sebagai alat untuk memasang alat ukur arus *Currentmeter*.
6. Patok, berfungsi sebagai pengait meteran pada sisi kanan sampai sisi kiri sungai.
7. Kabel penghubung, berfungsi untuk menghubungkan *Currentmeter* dan *Counter*.
8. Alat tulis menulis.

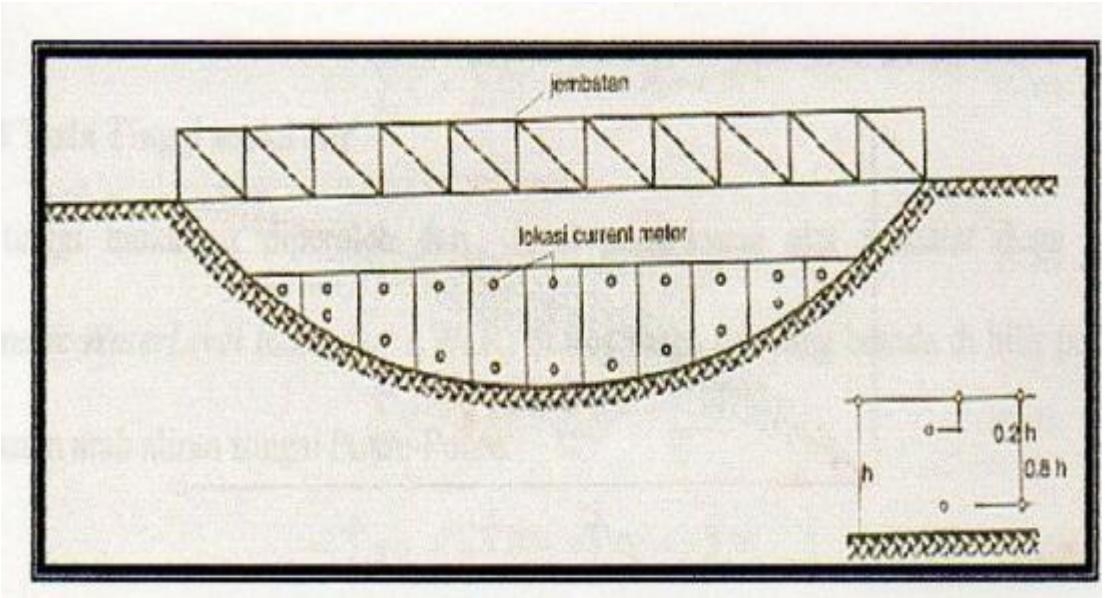
Prosedur Pengambilan Data

Prosedur pengambilan data debit sungai dengan metode debit langsung ini setidaknya dilakukan oleh dua orang dengan cara sebagai berikut :

1. Memasang *Counter* model F2 yang disambungkan dengan alat pengukur arus *Currentmeter*.
2. Memasang patok di satu sisi sungai dengan meteran/kabel ukur baja yang dibentangkan hingga ke patok di sisi sungai lainnya, hingga diperoleh lebar sungai. Diusahakan agar meteran/kabel ukur baja terikat erat pada

patok karena pengambilan data ini memerlukan waktu yang cukup lama.

3. Penampang suangai dibagi dalam beberapa bagian tegak/garis vertikal yang jaraknya disesuaikan dengan lebar sungai. Jarak tersebut harus lebih pendek apabila dekat ke pinggir sungai daripada yang di tengah sungai.



Gambar 2 *Lokasi penempatan currentmeter*

4. Mengukur kedalaman sungai pada tiap-tiap titk dengan menggunakan batang duga yang merupakan bagian dari alat pengukur arus *Currentmeter*.
5. Mengetahui jumlah putaran kincir dengan menyalakan *stopwacth* dan *counter* model F2 secara bersamaan. Perhitungan jumlah putaran disepakati dengan durasi waktu 40 detik.
6. Pengukuran ini dilakukan pada tiap-tiap titik yang telah ditentukan dari satu sisi ke sisi sungai yang lain.

Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan rata-rata bulanan periode tahun 1997-2003. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun klimatologi Ponre Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Sulawesi Selatan Seksi Hidrologi dan Pengendalian Kualitas Air yang terletak pada 4º 51’ 17” LS dan 120º 01’ 44” BT.

Data Tinggi Muka Air

Data tinggi muka air diperoleh dari hasil pengukuran alat pencatat duga air (*Automatic Water Level Recorder*/AWLR) di pos air yang berada di hilir pada MA kanan arah aliran sungai Ponre-Ponre.

Analisa Data Tinggi Muka Air dan Data Debit

Dalam menganalisis data tinggi muka air dengan data debit observasi (harian dan bulanan), maka digunakan metode kwadrat kecil, sehingga diperoleh perbandingan antara debit sungai terukur dengan debit sungai terhitung. Selain itu, dengan menggunakan analisa data permukaan air dan data debit dapat menunjukkan kurva permukaan air – debit (kurva debit).

Kurva debit (*rating curve*) yang ditentukan dengan metode kwadrat terkecil dinyatakan oleh rumus :

$$\boldsymbol{Q_i = a + bh_i + ch_i^2}$$

Keterangan:

Q = Debit pada permukaan air (m^3/s)

h = Ketinggian air sungai (m)

Kemudian tetapan-tetapan *a, b* dan *c* ditentukan dari persamaan liniear, sehingga diperoleh :

$$a = \frac{(\sum h_i^2)(\sum h_i^4)(\sum Q_i) + (\sum h_i^2)(\sum h_i^3)(\sum h_i Q_i) + (\sum h_i)(\sum h_i^3)(\sum Qh^2)}{n(\sum h_i^2)(\sum h_i^4) + 2(\sum h_i)(\sum h_i^2)(\sum h_i^3) - n(\sum h_i^3)^2}$$

$$\frac{-(\sum h_i^3)^2(\sum Q_i) - (\sum h_i)(\sum h_i^4)(\sum Q_i h_i) - (\sum h_i^2)^2(\sum Q_i h_i^2)}{-(\sum h_i)^2(\sum h_i^4) - (\sum h_i^2)^3}$$

$$b = \frac{(\sum h_i^2)(\sum h_i^3)(Q_i) + n(\sum h_i^4)(\sum Q_i h_i) + (\sum h_i)(\sum h_i^2)(\sum Qh_i^2)}{n(\sum h_i^2)(h_i^4) + 2(\sum h_i)(\sum h_i^2)(\sum h_i^3) - n(\sum h_i^3)^2}$$

$$\frac{-(\sum h_i)(\sum h_i^4)(\sum Q_i) - (\sum h_i^2)^2(\sum Q_i h_i) - n(\sum h_i^2)(\sum Q_i h_i^2)}{-(\sum hi)^2(\sum h_i^4) - (\sum h_i^2)^3}$$

$$c = \frac{(\sum h_i)(\sum h_i^3)(\sum Q_i) + (\sum h_i)(\sum h_i^2)(\sum Q_i h_i) + n(\sum h_i^2)(\sum Q_i h_i^2)}{n(\sum h_i^2)(\sum h_i^4) + 2(\sum h_i)(\sum h_i^2)(\sum h_i^3) - n(\sum h_i^3)^2}$$

$$\frac{-(\sum h_i^2)^2(\sum Q_i) - n(\sum h_i^3)(\sum Q_i h_i) - (\sum h_i^2)(\sum Q_i h_i^2)}{-(\sum h_i)^2(\sum h_i^4) - (\sum h_i^2)^3}$$

Pelatihan Model

Pemodelan sungai Ponre-Ponre yang dihubungkan dengan curah hujan untuk memperoleh model fuzzy logic.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini akan ditinjau faktor iklim yaitu curah hujan terhadap debit air Sungai Ponre-Ponre. Suplai dari Sungai Ponre-Ponre sendiri berasal dari curah hujan yang terjadi di daerah aliran Sungai Ponre-Ponre, oleh karena itu tinggi rendahnya curah hujan akan sangat mempengaruhi besar kecilnya debit air di Sungai Ponre-Ponre. Curah hujan untuk Sungai Ponre-Ponre diperoleh dari stasiun klimatologi Ponre-Ponre yang berada di Desa Tinco Kecamatan Libureng dengan koordinat geografi 4º 51’ 17” LS dan 120º 01’ 44” BT.

Hasil Pengukuran Kecepatan Arus

Dalamnya sungai dapat diukur dengan tongkat ukur yang merupakan bagian dari alat pengukur arus *Currentmeter*. Hal lain seperti dalamnya kincir sesuai perjanjian yang disepakati apabila kedalaman sungai $\leq$ 20 cm maka diambil 05, sedangkan apabila kedalaman sungai $>$ 20 cm maka diambil 06.

Jumlah putaran kincir diketahui dengan menggunakan alat *Counter* model F2 dengan diameter 8 cm yang diformulasikan khusus untuk daratan sungai dengan dasar sungai berpasir. Jumlah kincir ini dihitung pada saat *Currentmeter* diaktifkan sampai menjelang waktu 40 detik.

Data debit sungai total sesaat yang diperolah adalah :

$$\Sigma Q = 0.022\ m^2/s$$

Data Curah Hujan

Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh pada stasiun Klimatologi Ponre-Ponre tahun 1997-2003 diketahui bahwa jumlah curah hujan bulanan di daerah tangkapan hujan Sungai Ponre-Ponre berkisar antara 43-921 mm dengan jumlah curah hujan bulanan maksimum terjadi pada bulan Juli sebesar 921 mm dan curah hujan minimum terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar 43 mm.

Pola curah hujan di daerah studi adalah pola ekuatorial yang dicirikan oleh tipe curah hujan dengan bentuk equatorial “bimodial” dengan dua puncak yang terjadi pada bulan Mei dan Juli.

Data Tinggi Muka Air

Berdasarkan data tinggi muka air yang diperoleh dari pos duga air AWLR Desa Tinco, diketahui bahwa jumlah tinggi muka air tertinggi terjadi pada bulan Juli 1998 dengan ketinggian 0,98 m dan terendah pada bulan November 2003 dengan ketinggian hanya 0,04 m. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi iklim di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Ponre-Ponre.

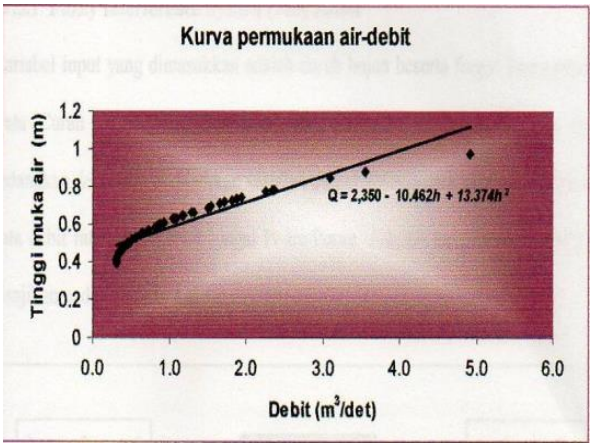
Analisa Data Tinggi Muka Air dan Debit

Dengan menggunakan analisa data permukaan air dan data debit dapat menunjukkan kurva permukaan air – debit (kurva debit).

Kurva debit (*rating curve*) yang ditentukan dengan metode kwadrat terkecil dinyatakan oleh rumus :

$$Q_i = a + bh_i + ch_i^2$$

Data tinggi muka air yang digunakan adalah data tinggi air yang dihasilkan oleh *Automatic Waterlevel Rrecorder* (AWLR) setelah dihitung dengan menggunakan *Planimeter*. Berbeda dengan data tinggi muka air, sebelum dikorelasikan data debit terlebih dahulu dibandingkan dengan debit terhitung. Setelah itu, dibuatkan kurva permukaan air – debit (*rating curve*) tahunan seperti terlihat pada gambar di bawah:



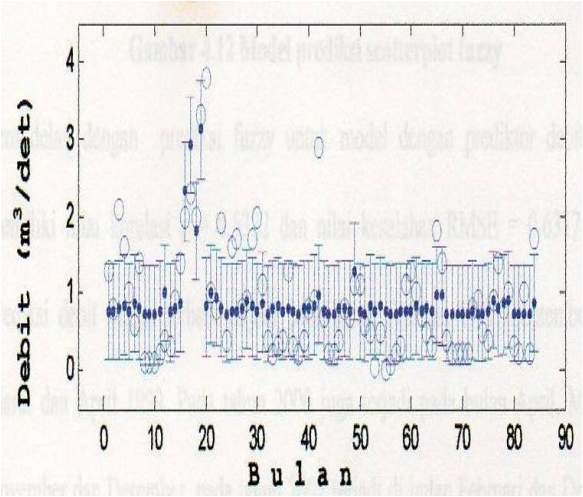
Gambar 3. *Kurva Permukaan Air – Debit Tahunan Sungai Ponre-Ponre*

Dari kurva diatas dapat dilihat dengan jelas bahwa korelasi antara tinggi muka air dan debit sungai adalah linear atau sebanding.

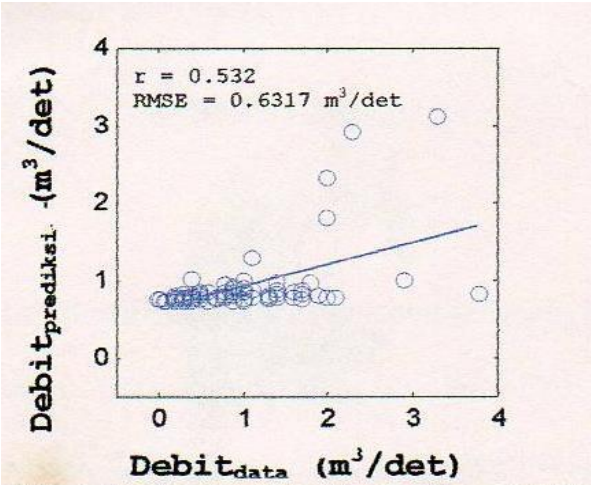
Model Fuzzy Hubungan Curah Hujan Dengan Debit Sungai

Model hubungan curah hujan dan debit Sungai Ponre-Ponre dapat digambarkan dengan menggunakan fungsi *genfis* dan *evalfis* yang tersedia dalam program Matlab sehingga diperoleh model time *series fuzzy logic* dan *model scatterplot fuzzy logic* seperti pada Gambar 4.

Pemodelan dengan prediksi fuzzy untuk model dengan prediktor debit sungai memiliki nilai korelasi r=0.5322 dan nilai kesalahan RMSE = 0.6317 m^3/s. Prediksi debit sungai terbaik terjadi pada bulan Februari 1997, September 1998, Maret dan April 1999. Pada tahun 2000 juga terjadi pada bulan April, Mei, Juli, November dan Desember, pada tahun 2002 terjadi pada bulan Februari dan Desember, sedangkan pada tahun 2003 terjadi pada bulan April dan Juni



Gambar 4. *Model Prediksi time-series fuzzy logic*



Gambar 5. *Model prediksi scatterplot fuzzy*

Untuk prediksi debit sungai terburuk terjadi pada bulan Maret 1997, Agustus dan November 1998, pada tahun 1999 terjadi pada bulan Januari, Februari, Mei dan Juni. Tahun 2000 hanya terjadi pada bulan Juni, begitu juga pada tahun 2001 hanya terjadi pada bulan Mei dan Desember 2003.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Data debit sungai dikalibrasi dengan metode debit langsung yang menggunakan *Currentmeter* propeller. Data tinggi muka air

diperoleh dari pos duga air (AWLR) di hulu sungai. Hubungan antara keduanya dilihat dalam lengkung aliran yang menghasilkan

Q = 2.35 – 10.462 h + 13.374 h^2.

(2) Metode pemodelan yang digunakan dalam menganalisis hubungan antara curah hujan dan debit sungai adalah model fuzzy logic dan diperoleh hasil dengan nilai korelasi r = 0.5322 dan nilai kesalahan RMSE = 0.6137 m^3/s.

DAFTAR RUJUKAN

Chow, Ven Te (Ed). 1962. *Scientific Hydrology*. U.S. Federal Council for Science and Technology. Nwe York.

F.A. Huff and G.E. Stout. 1951. *A Preliminary Study of Atmospheric Moisture Precipitation Relationship Over Illnois Volume 32*. Bull Am. Meteoril Soc. New York.

G.S. Benton, R.T. Blackburn, and V.O. Snead. 1950. *The Role of the Atmosphere in The Hydrology Cycle Volume 31*. Trans. Am. Geophysics Union. New York.

Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis dan Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Penerbit Graha Ilmu. Jakarta.

Martha, Joyce W dan Adidarma, Wenny. 1982. *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi.* Penerbit NOVA. Bandung.

Pangaribuan, Y.P. dan Tachyan, Endang. 1985. *Hidrolika Teknik Edisi Kedua.* Penerbit Erlangga. Jakarta.

Sasongko, Djoko. 1994. *Teknik Sumber Daya Air Edisi Ketiga.* Penerbit Erlangga. Jakarta.

Soemarno, C.D. 1999. *Hidrologi Teknik.* Penerbit Erlangga. Jakarta.

Sosrodarsono, Suyono. 2003. *Hidrologi Untuk Pengairan.* PT. Pradnya Paramita. Jakarta.