

KAJIAN PELUANG CURAH HUJAN BULANAN DAN PERKIRAAN HASIL TAMBAHAN AIR SEBAGAI BAHAN PERTIMBANGAN PENENTUAN WAKTU PELAKSANAAN MODIFIKASI CUACA (HUJAN BUATAN) KASUS: DAS RIAM KANAN –KALIMANTAN SELATAN

Sunu Tikno¹

Intisari

Daerah Aliran Sungai (DAS) Riam Kanan yang terletak di Kabupaten Banjar Propinsi Kalimantan Selatan pernah digunakan sebagai daerah target pelaksanaan hujan buatan (penyemaian awan) beberapa kali. Di dalam DAS tersebut terdapat satu dam yang berfungsi untuk pembangkit tenaga listrik. Suatu hal yang sering berkaitan dengan ketersediaan air adalah masalah distribusi hujan. Bila terjadi musim kemarau panjang atau adanya gangguan iklim, maka akan menyebabkan devisa air. Pada saat seperti itu teknologi hujan buatan dapat diterapkan sebagai salah satu teknologi alternatif untuk menjaga ketersediaan air.

Untuk menentukan waktu yang tepat bagi pelaksanaan hujan buatan, telah dilakukan analisis data curah hujan histories. Dengan menggunakan pendekatan analisis peluang distribusi normal, dapat diperkirakan jumlah curah hujan yang akan dan hasil tmbahan air. Hasil analisis menunjukkan bahwa bila pelaksanaan hujan buatan bulan Nopember s.d. April akan meningkatkan tambahan air sebesar 25-50 juta m³ dengan tingkat peluang keberhasilan berkisar 98.7% - 29.8% dan untuk peningkatan sebesar 50-75 juta m³ nilai peluangnya adalah 80.2% - 11.1%

Abstract

Riam Kanan catchment area of Banjar District South Kalimantan Province was used as the target of cloud seeding activities several times. There are have one dam at down stream area which purposed for hydroelectric power plant. Even though Indonesia known that have enough rainfall but the case it is not evenly distributed. One time it has more than enough rainfall; another is very dry that is not enough to operate the hydroelectric power plant optimally. At this time cloud seeding activity to enhanced rainfall amount is necessary to be implemented.

To determine favorable time to execute cloud seeding activity it is necessary to assess rainfall pattern by making use of the historical data and analyses them statically. Normal distribution method was used in this analysis. The result if cloud seeding activity is implemented in November to April will increase rainfall amount between 25 – 50 million m³ with probability value 98.7 % - 29.8 % and for increase rainfall amount between 50 – 75 million m³ with probability 80.2% – 11.1%.

Kata Kunci: Daerah Aliran Sungai, hujan buatan, tambahan air, peluang

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan air merupakan sesuatu yang sangat vital bagi kehidupan umumnya dan manusia

khususnya. Dewasa ini di beberapa wilayah Indonesia sering muncul suatu fenomena alam yaitu bila saat musim hujan tiba terjadi limpahan air yang cukup banyak, bahkan sampai menimbulkan bencana banjir. Namun sebaliknya bila musim

¹ Staf Peneliti Hidrologi dan Lingkungan UPT Hujan Buatan – BPP Teknologi, Gd. I Lt 19 Jl. M.H. Thamrin 8 Jakarta 10340, email:sunu@bppt.go.id

kemarau tiba ketersediaannya menjadi terbatas dan sering menimbulkan krisis air. Berdasarkan dinamika siklus hidrologi salah satu sumber air utama adalah hujan. Secara alami hujan terjadi dari proses kondensasi uap air di udara yang selanjutnya membentuk suatu awan. Bila kondisi fisis baik di dalam maupun diluar awan mendukung, maka proses hujan akan berlangsung. Oleh karena itu sifat dan kondisi suatu hujan atau musim hujan sangat tergantung sekali pada kondisi cuaca/iklim yang terjadi.

Ketersediaan air secara alami dalam skala global adalah tetap, hanya terjadi, variasi baik terhadap ruang maupun waktu pada skala regional. Berbagai teknologi telah diterapkan untuk mengoptimalkan serta memanfaatkan air yang sampai ke tanah (Ulama, 1989). Bendungan dibangun untuk menampung kelebihan air pada musim hujan dan dapat dimanfaatkan pada saat ketersediaan air terbatas. Disamping itu juga dibangun bendung dan jaringan irigasi untuk menyalurkan air secara efisien sampai ke pemakai.

Meskipun demikian, upaya pemanfaatan air masih sering mengalami hambatan akibat distribusi hujan yang tidak merata atau adanya kemarau panjang. Menghadapi kondisi ini, disamping mengoptimalkan pemanfaatan air yang sampai di tanah secara alami, juga telah dipikirkan mengoptimalkan air yang masih berada di udara. Teknologi yang berurusan dengan ini, di Indonesia dikenal sebagai hujan buatan (modifikasi cuaca).

Hujan buatan pada dasarnya merupakan bagian dari teknologi modifikasi cuaca, yang diharapkan dapat berfungsi mempercepat, meningkatkan dan redistribusi curah hujan pada daerah yang dijadikan sasaran. Dalam hujan buatan cuaca menjadi kendala yang paling utama. Proses pembentukan awan-awan, khususnya awan-awan yang mempunyai potensi hujan, melibatkan massa uap air dan energi dalam kuantitas yang sangat besar (Warner, et.al., 1973, 1976). Pada proses ini kecil sekali kemungkinan campur tangan manusia.

Walaupun demikian, manusia masih dapat memanipulasi pada bagian tertentu dari proses cuaca, khususnya pada tahap akhir atau tahap awan sudah matang. Intervensi yang diberikan dapat mengoptimalkan proses mekanik (tumbukan dan penggabungan) di antara butir-butir awan, sehingga mempercepat dan meningkatkan curah hujan. Untuk mendapatkan hasil hujan yang lebih baik dan nyata, sebaiknya hujan buatan dilaksanakan pada kondisi cuaca yang memungkinkan awan-awan potensial terbentuk (Riggio, 1987 dan Santoso, 1989).

Di Indonesia umumnya curah hujan terjadi atau bersumber dari awan-awan konvektif. dan sebagian lagi bersumber dari awan-awan orografik atau gabungan antara kedua proses tersebut. Oleh karena itu hampir dapat dipastikan bahwa di

Indonesia pada bulan-bulan dengan curah hujan yang tinggi akan banyak dijumpai awan-awan potensial

Dengan berdasarkan alur pemikiran tersebut di atas dan adanya kaitan antara kemunculan awan-awan potensial dengan musim hujan, maka dalam tulisan ini mencoba mengkaji atau menganalisis data curah hujan historis sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan waktu yang tepat bagi pelaksanaan hujan buatan.

Secara klimatologi, curah hujan historis mempunyai siklus, walaupun keteraturannya bervariasi. Dari analisis data curah hujan historis yang cukup panjang, dapat diketahui sebaran data dan sifat-sifat curah hujan. Peluang besarnya curah hujan untuk bulan tertentu secara historis dapat diperkirakan, selain itu dapat juga diperkirakan jumlah tambahan air yang akan diperoleh dari pelaksanaan hujan buatan. Hasil perkiraan dan peluang tersebut merupakan bahan pertimbangan dan masukan awal untuk menentukan waktu pelaksanaan hujan buatan.

2. DATA DAN METODA ANALISIS

Pada penelitian ini akan ditinjau keadaan curah hujan historis, yang merupakan rekaman data curah hujan masa lampau. Daerah penelitian adalah DAS Riam Kanan, dimana di dalamnya terdapat waduk Ir. Pangeran M. Noor yang memiliki berbagai fungsi seperti: pembangkit listrik, pengairan irigasi, suplai air minum dan lain-lain. Kondisi fisik DAS Riam Kanan sebagai adalah sebagai berikut: DAS Riam Kanan terletak antara 114°56' - 115°10' BT dan 3°20' - 3°45' LS. Secara administratif berada di Kecamatan Karang Intan, Kabupaten Banjar, Propinsi Kalimantan Selatan. Das Riam Kanan yang luasnya 104.300 Ha (1043 km²) dan luas daerah genangan waduk Ir. Pangeran M. Noor seluas 9200 Ha (92 km²) atau 8.8 % dari luas DAS pada ketinggian 62 meter di atas permukaan laut. Daya tampung maksimum waduk sebesar ±1200 juta m³. Elevasi maksimum waduk adalah 58,9 m dengan luas genangan 86,5 km², sedangkan elevasi terendah dimana turbin pembangkit tidak dapat lagi dioperasikan adalah 52 meter. Kapasitas pembangkit listrik maksimum yang dapat dihasilkan sebesar 30 MW dengan debit air keluar (outflow) ± 87 m³/det. Waduk Ir. P.M. Noor mendapat masukan air dari aliran sungai Riam Kanan dan cabang-cabangnya seperti sungai Paau, Tabatan, Tuyup, Hjava dan Tanjungan. Jenis vegetasi yang dominan di DAS adalah alang-alang dan belukar., selain itu terdapat vegetasi lain yang tidak dominan seperti: pohon pinus dan sungkai.

Mengingat distribusi curah hujan tidak merata, yang kadang-kadang disebabkan oleh pola iklim yang berubah seperti: adanya musim kemarau yang

panjang serta pemakain air yang relatif tetap bahkan cenderung meningkat, maka kecenderungan dilaksanakan hujan buatan di DAS Riam Kanan dimasa-masa mendatang masih tetap ada. Untuk menunjang program ke depan ini diperlukan perencanaan yang matang. Salah satu di antaranya adalah dengan mengetahui sifat-sifat curah hujan di DAS Riam Kanan berdasarkan data curah hujan historisnya.

Data yang digunakan dalam kajian ini adalah data curah hujan historis dari tahun 1980 sampai dengan 1999, berdasarkan stasiun pencatat hujan yang tersebar di DAS Riam Kanan yang dikelola oleh kantor PLTA Waduk P. M. Noor -PLN Wilayah VI Kalimantan Selatan. Jumlah stasiun penakar hujan yang digunakan sebanyak 9 stasiun yaitu: Tiwingan, Kalaan, Artain, Bunglai, Puliin, Apuai, Rantau Bujur, Rantau Balai dan Belangian.

Tahapan analisis meliputi perhitungan curah hujan wilayah secara bulanan dari tahun 1980 sampai dengan 1999. Nilai curah hujan wilayah dihitung dengan metode rata-rata aritmatik (Linsley, Jr., et.al., 1982, Sosrodarsono dan Takeda, 1980). Hasil perhitungan ini digunakan sebagai data dasar untuk analisis selanjutnya.

Pengujian sebaran data diperlukan untuk mengetahui model sebaran data. Dalam penelitian ini sebaran data diharapkan berbentuk sebaran Normal. Pengujian normalitas sebaran data menggunakan uji Lilliefors, yaitu suatu metode statistik nonparametric untuk pengujian kenormalan suatu sebaran data (sample). Berdasarkan sampel tersebut akan diuji hipotesis nol (H_0) bahwa sampel tersebut berasal dari populasi berdistribusi normal melawan hipotesis tandingan (H_1) bahwa berasal dari distribusi tidak normal. Hipotesis H_0 diterima jika L_0 lebih kecil dari L kritis pada taraf nyata ($\alpha = 0.01$). Yang dimaksud dengan sampel dalam tulisan ini adalah nilai curah hujan wilayah bulanan dari tahun 1980-1999 atau sebanyak 19 data. Nilai L_0 adalah hasil akhir perhitungan metode Lilliefors untuk setiap variabel, sedangkan L kritis dibaca dari tabel (Sudjana 1982).

Bila asumsi normal diterima, dilanjutkan dengan analisis rata-rata bulanan curah hujan historis dan simpangan bakunya. Berdasarkan rata-rata dan simpangan baku, dengan transformasi normal standar, besarnya curah hujan yang diharapkan untuk suatu bulan dapat diperkirakan peluangnya (Sudjana, 1982, dan Bethea, et-al, 1985). Untuk menghitung hasil tambahan air dari pelaksanaan hujan buatan yang tertampung di waduk, digunakan beberapa asumsi atau pendekatan. Menurut hasil penelitian sebelumnya, kemampuan teknologi modifikasi cuaca (hujan buatan) dapat meningkatkan curah hujan alam 10-30% (Anonymous, 1978); 10-20% (Prawiwardjo, 1985); 9-5 % (Riggio, 1987); 15% (Humpries, et.al., 1987) dan 5-10% (Swart, et.al, 1987). Dari pengalaman

pelaksanaan hujan buatan oleh UPT Hujan Buatan-BPP Teknologi diketahui bahwa hasil peningkatan curah hujan berkisar antara 4.1-106.0%. (Tikno, et.al., 1991). Berdasarkan hal diatas, maka untuk perhitungan dalam kajian ini diasumsikan peningkatan curah hujan dari kegiatan hujan buatan sebesar 30% dari hujan alamnya. Kemudian mengenai perkiraan besarnya air permukaan yang tertampung di waduk digunakan pendekatan bahwa total air yang tertampung di waduk berasal dari curah hujan yang langsung jatuh diatas permukaan waduk (Q_w) ditambah dengan aliran permukaan (Q_{dro}). Untuk menghitung Q_{dro} digunakan asumsi nilai koefisien run off (C) sebesar 0.6 (Subarkah, 1978 dan Sosrodarsono, 1980). Parameter lain untuk mendukung perhitungan jumlah aliran berupa luas DAS dan luas genangan diperoleh dari lapangan (data primer), untuk luas DAS sebesar 1043 km² dan luas genangan waduk 92 km²

Berdasarkan hasil kajian peluang curah hujan historis dan perkiraan hasil tambahan air (air efektif) yang tertampung di waduk akibat hujan buatan, maka dapat ditentukan bulan-bulan yang tepat untuk pelaksanaan hujan buatan. Jadi dalam kajian ini mencoba mengkaitkan antara kondisi atau potensi curah hujan di DAS Riam Kanan secara alami dengan tingkat kemampuan teknologi modifikasi cuaca (hujan buatan).

3. HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

3.1. Sebaran Data dan Kondisi Curah Hujan

Untuk menentukan curah hujan wilayah di DAS Riam Kanan bulan Januari s.d. Desember dari tahun 1980 s.d. 1999 dihitung dengan cara rata-rata aljabar (metode aritmatik). Metode ini dipilih karena paling sederhana cara penghitungannya dan mudah dilakukan.

Dalam buku Metode Statistika disebutkan bahwa apabila nilai mutlak L_0 , yang diperoleh dari perhitungan metode Lilliefors terhadap suatu set data sampel (satu variabel) dalam hal ini adalah data curah hujan wilayah bulanan (Januari s.d. Desember) dari tahun 1980 s.d. 1999 nilainya lebih kecil dari L kritis pada taraf nyata tertentu ($\alpha = 0.01$) maka dapat disimpulkan bahwa sampel tersebut berasal dari populasi berdistribusi normal. Atau dengan kata lain analisis selanjutnya untuk set data sampel tersebut dapat didekati dengan distribusi normal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data curah hujan bulan Januari s.d. Desember, sebaran datanya dapat diterima mengikuti distribusi normal, kecuali bulan Agustus. Untuk bulan Agustus

selanjutnya dalam kajian ini diasumsikan mengikuti sebaran normal. Histogram sebaran frekuensi dan kurva normal data curah hujan historis disajikan pada Gambar 1 dan hasil perhitungan pengujian normalitas disajikan pada Tabel 1 a dan 1b..

Kemudian setelah tahap pengujian sebaran normal diperoleh, dilanjutkan dengan menghitung nilai rata-rata dan simpangan baku data historis tiap-tiap bulan. Hasil eksplorasi data historis diperoleh bahwa rata-rata curah hujan DAS Riam Kanan maksimum pada bulan Januari sebesar 327.53 mm dan minimum pada bulan Agustus sebesar 74.63 mm. Nilai simpangan baku bervariasi dari 72.00 mm pada bulan Oktober sampai 128.22 mm pada bulan Nopember. Hasil perhitungan rata-rata dan simpangan baku disajikan pada Tabel 2.

3.2. Perkiraan Tambahan Air dari Kegiatan Hujan Buatan dan Peluang Curah Hujan

Untuk membantu memilih atau menentukan waktu pelaksanaan hujan buatan, maka dibuat dahulu suatu skenario perhitungan perkiraan hasil tambahan air yang akan diperoleh dan tertampung di dalam waduk (air efektif). Dengan memasukkan parameter yang berkaitan dengan perhitungan volume aliran permukaan dan volume air yang tertampung langsung di waduk, seperti : luas DAS, luas genangan waduk dan koefisien limpasan (run off) serta persentase peningkatan curah hujan akibat pelaksanaan hujan buatan, maka dapat diperkirakan jumlah peningkatan curah hujan yang diharapkan dari hujan buatan. Untuk tambahan air efektif sebesar 25 juta m³, setara dengan 37 mm curah hujan yang dihasilkan dari hujan buatan.

Jumlah tambahan curah hujan sebesar 37 mm tersebut, bila dihitung curah hujan alaminya sama dengan sebesar 123.33 mm, dengan asumsi tingkat peningkatan akibat hujan buatan sebesar 30 %. Dengan kata lain untuk meningkatkan tambahan air efektif sebesar 25 juta m³ dibutuhkan kondisi alami dengan curah hujan alam sebesar 123.33 mm. Dengan menggunakan analisis peluang sebaran normal dan nilai rata-rata serta simpangan baku dari data historis di atas, maka dapat diperkirakan besarnya peluang curah hujan alam yang diharapkan mendukung pelaksanaan hujan buatan untuk meningkatkan tambahan air efektif yang diinginkan.

Dalam tulisan ini dibuat berbagai nilai perkiraan hasil tambahan air, yang disesuaikan dengan kondisi DAS serta kemungkinan tercapainya hasil tambahan air secara realistis dari sudut kemampuan teknologi modifikasi cuaca (hujan buatan). Nilai perkiraan hasil tambahan air efektif yang ditetapkan dalam tulisan ini meliputi : 25, 50,

75 dan 100 juta m³. Hasil perhitungan peluang curah hujan yang diharapkan untuk meningkatkan air efektif dari bulan Januari s.d. Desember disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

3.3. Perkiraan Waktu Pelaksanaan Hujan Buatan Berdasarkan Hasil Analisis Peluang

Dengan diketahuinya hasil perkiraan tambahan air yang dapat tertampung di waduk (air efektif) dari pelaksanaan hujan buatan, dan peluang curah hujan yang diharapkan, maka dapat ditentukan waktu yang tepat bagi pelaksanaan hujan buatan di DAS Riam Kanan. Berdasarkan hasil perhitungan untuk beberapa perkiraan tambahan air efektif, diperoleh hasil sebagai berikut: Untuk tambahan air efektif 25 juta m³ hujan buatan dapat dilaksanakan pada bulan-bulan Nopember s.d. Mei dengan nilai peluang berkisar antara 74.5% sampai 98.7%. Untuk tambahan air efektif 50 juta m³ waktu pelaksanaan pada bulan Desember s.d. Maret dengan nilai peluang berkisar 56.4% sampai 80.2%. Kemudian untuk meningkatkan air efektif sebesar 75 juta m³ nilai peluang sudah menurun yaitu berkisar antara 11.1% sampai 29.8% pada bulan-bulan Desember s.d. Maret, sedangkan untuk tambahan air efektif diatas 100 juta m³ peluangnya sangat kecil sekali.

Dengan memperhatikan hasil analisis di atas dan dengan mempertimbangkan bahwa seluruh tambahan air hujan buatan dapat tertampung di waduk, yang kemudian air tersebut dapat digunakan sesuai dengan keperluan pada saat-saat tertentu, maka diperoleh suatu bahan masukan pertimbangan sehubungan dengan pelaksanaan hujan buatan di DAS Riam Kanan. Bulan-bulan Nopember s.d. April adalah waktu yang cukup tepat untuk kegiatan hujan buatan, karena pada periode tersebut mempunyai nilai peluang yang cukup tinggi untuk meningkatkan tambahan air efektif sampai dengan 50 juta m³. Untuk keinginan tambahan air diatas 75 juta m³ mempunyai pilihan waktu yang sangat sempit yaitu hanya pada bulan Desember dan Januari.

Tentu saja gambaran penentuan waktu pelaksanaan hujan buatan di atas belum sepenuhnya tepat, karena efektifitas keberhasilan peningkatan hasil tambahan curah hujan, sangat tergantung pada kondisi cuaca dan iklim yang terjadi pada saat kegiatan berlangsung. Akan tetapi dengan hasil analisis data curah hujan historis ini dapat memberikan suatu gambaran atau fenomena variasi kondisi curah hujan alam yang mungkin terjadi di DAS Riam Kanan.

3.4. Manfaat Tambahan air bagi waduk IR. P.M. Noor

Perlu ditekankan dalam tulisan ini bahwa jika diasumsikan persentase peningkatan curah hujan akibat kegiatan hujan buatan sebesar 30% atau lebih kecil adalah bersifat konstan, maka parameter ini bisa dianggap variabel tetap. Oleh karena itu besar kecilnya perkiraan potensi hasil tambahan air efektif sangat dipengaruhi oleh luas DAS (*catachment area*). Dengan kata lain makin besar DAS makin besar potensi aliran yang terjadi dan demikian pula sebaliknya.

Dalam kasus di DAS Riam Kanan dan Waduk IR. P.M. Noor, terlihat bahwa potensi aliran yang mungkin terjadi relatif kecil bila dibandingkan dengan DAS Citarum. Sebagai contoh nilai tambahan curah hujan sebesar 37 mm hanya akan memberikan tambahan air sebesar 25 juta m³ di DAS Riam Kanan, sedangkan hal itu jika terjadi di DAS Citarum akan memberikan hasil tambahan air hampir mencapai 100 juta m³. Hal ini menunjukkan bahwa luas DAS sangat signifikan dalam memberikan/memproduksi aliran permukaan.

Walaupun potensi hasil tambahan air di DAS Riam Kanan tidak termasuk besar, namun jika ditinjau dari segi kemanfaatan sangat tinggi. Karena dengan ketersediaan air di waduk IR. P.M. Noor dapat digunakan untuk berbagai kepentingan yang sangat berpengaruh terhadap publik, seperti: pembangkitan listrik (PLTA), air minum dan irigasi. Berdasarkan sumber informasi di PLN Wilayah VI Kalimantan Selatan, bahwa PLTA Aranio yang berada di Waduk IR. P.M. merupakan satu-satunya PLTA di wilayah Propinsi Kalimantan Selatan dan merupakan sumber pembangkit utama.

Oleh karena itu sangat diharapkan ketersediaan air di waduk IR. P.M. Noor untuk menjaga kestabilan pasokan listrik ke kota Banjar Baru dan Banjarmasin, karena PLTA mempunyai biaya operasi (*cost opeartion*) yang paling rendah dibandingkan dengan sumber-sumber pembangkit yang lain. Bila pertambahan air sebesar 50 juta m³ dan asumsi kebutuhan air tiap satu kwh sebesar 10 m³, maka tambahan air sebesar itu dapat memeberikan hasil produksi listrik sebesar 5 juta kwh. Jika harga jual listrik per kwh sebesar Rp 200,-, maka akan diperoleh hasil penjualan listrik sebesar Rp 1 milyar. Hasil ini belum termasuk penjualan air untuk air minum dan industri.

Jika dalam menghitung potensi terjadinya air dihitung secara total, termasuk hujan alam, maka total air yang akan diperoleh untuk perkiraan tambahan 50 juta m³ adalah sebesar 220 juta m³. Jumlah air sebanyak itu sangat berarti bagi waduk I.R. P.M. Noorr dan PLN Wilayah VI Kalimantan Selatan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Dalam pelaksanaan hujan buatan, faktor cuaca dan kondisi iklim sangat berpengaruh dalam proses keberhasilan hujan buatan. Untuk mencapai hasil yang baik dan nyata sebaiknya dilaksanakan pada kondisi cuaca yang memungkinkan awan-awan potensial terbentuk.
2. Berdasarkan hasil analisis peluang curah hujan dan perkiraan hasil yang mungkin dapat diperoleh secara optimum, menunjukkan bahwa bila hujan buatan dilaksanakan pada bulan-bulan Nopember s.d. April memunyai peluang tambahan air 25 – 50 juta m³ berkisar antara 98.7% - 29.8%, sedangkan untuk tambahan 50 – 75 juta m³ dapat dilaksanakan pada bulan-bulan Desember s.d. Maret dengan peluang berkisar antara 80.2% - 11.1%.

4.2. Saran

1. Kajian ini merupakan bahan masukan pertimbangan penentuan waktu pelaksanaan hujan buatan yang tepat dan diharapkan dapat mencapai hasil yang otimum. Namun tentu saja kajian ini perlu dikaji lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Atau paling tidak hasil analisis ini dapat mempersempit ruang kajian yang berkaitan dengan curah hujan di DAS Riam Kanan lebih lanjut.
2. Ketersedian air yang memadai di waduk IR. P.M. Noor sangat berarti bagi sumber pembangkitan listrik di Propinsi Kalimantan Selatan. Dengan demikian peluang masuknya teknologi hujan buatan untuk membantu mengatasi ketersediaan air yang cukup di waduk tersebut sangat tinggi. Oleh karena itu peningkatan kemampuan untuk memprediksi kondisi alam yan berkaitan dengan hasil pelaksanaan hujan buatan patut ditingkatkan agar keinginan dan kemauan calon pengguna jasa (*user*) dapat dijawab atau ditanggapi oleh UPT – Hujan Buatan BPP Teknologi degan baik dan secara profesional.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1978. The Management of Weather Resources. Volume 1. Proposal for a National Policy and Program. Report to the Secretary of Commerce from the Weather Advisor Board. Washington D.C.

- Bethea, R.M. et.al. 1985. Statistical Method for Engineers and Scientists. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Humpries, R.G. et.al. 1987. Weather Modification in Alberta. The Journal of Weather Modification. Vol. 19. No.11
- Linsley, Jr.,R.K.,et.al. 1982. Hydrology for Engineers. 3rd ed.,Mc Graw Hill Book. Co. New York
- Ulama, M. 1989. Prospek Aplikasi Hujan Buatan untuk Memanfaatkan dan Meningkatkan Pemanfaatan Sumber Air. Ekspose Penerapan Hujan Buatan di Indonesia. BPP Teknologi.
- Prawirowardojo, S. 1988. Disain dan Evaluasi Modifikasi Cuaca. Bahan Kuliah Kursus Meteorologi Modifikasi Cuaca. Jakarta.
- Reggio, R.F. 1987. An Evaluation of West Texas Cloud Seeding Program. The Journal of Weather Modification. Vol. 19. No. 1.
- Santoso, E. 1989. Kondisi Cuaca dan Tingkat Keberhasilan Hujan Buatan di DAS Citarum bulan Maret 1988 Berdasarkan Analisis Fisik Atmosfer. Majalah BPP Teknologi. No. 33. Jakarta.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1980. Hidrologi untuk Pengairan. PT.Pradnya Paramita. Jakarta.
- Subarkah, I. 1978. Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air. Ghea Dharma. Bandung.
- Sudjana. 1992. Metoda Statistika. Tarsito. Bandung
- Swar. R.H. et.al. 1987. Feather River Basin Cloud Seeding Feasibility. The Journal of Weather Modification. Vol. 19. No. 1.
- Tikno, S. dan E.Santosos. 1992. Analisis Curah Hujan Historis Sebagai Studi Awal Penentuan Waktu Pelaksanaan Hujan Buatan (Kasus DAS Citarum).Majalah BPPTNo. 47. Jakarta.
- Tikno, S. et.al. 1991. Laporan Akhir: Kegiatan Operasional Hujan Buatan Untuk Pengisian Waduk Saguling dan Cirata Propinsi Jawa Barat. UPT Hujan Buatan BPP Teknologi.

DATA PENULIS



Sunu Tikno, lahir di Yogyakarta 1958. Lulus Sarjana Geografi Jurusan Hidrologi Universitas Gadjahmada 1985. Kekerja di UPT Hujan Buatan BPP Teknologi sejak tahun 1987 sampai sekarang sebagai staf peneliti kelompok Hidrologi dan Lingkungan. Tahun 1991-1992 sebagai Ketua Kelompok Hidrologi dan Lingkungan. Pada tahun 1992 melanjutkan pendidikan Pasca Sarjana (S2) di Institut Pertanian Bogor pada program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Watershed Management). Kursus dan pelatihan yang pernah diikuti : AMDAL A dan Sistem Informasi Geografi (GIS). Pada tahun 1996 diangkat sebagai Ajun Peneliti Muda.

Table 1. Uji Normalitas Sebaran Data Curah Historis di DAS Riam Kanan (1980 s/d 1999)

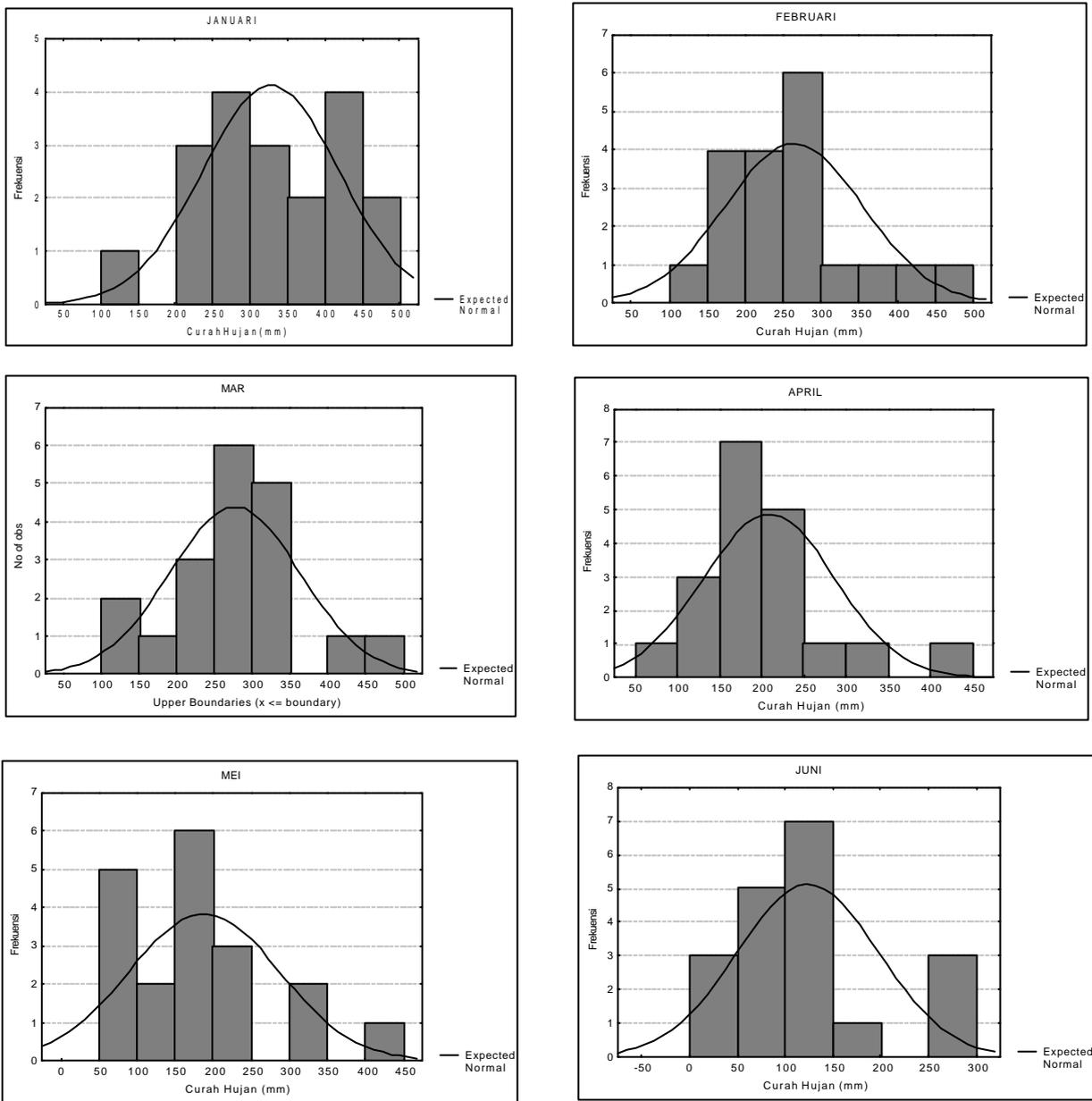
Bulan	Curah Hujan		Uji Liliefors ($\alpha=0.01$)		Hasil uji
	Min	Max	Lo	L kritis	
Januari	118	455	0.1068	0.235	terima
Pebruari	111	467	0.1378	0.235	terima
Maret	111	471	0.1398	0.235	terima
April	88	421	0.1623	0.235	terima
Mei	72	437	0.1869	0.235	terima
Juni	21	270	0.2338	0.235	terima
Juli	4	387	0.1660	0.235	terima
Agustus	0	278	0.2944	0.235	tolak
September	0	352	0.1853	0.235	terima
Oktober	21	279	0.1675	0.235	terima
Nopember	36	459	0.1075	0.235	terima
Desember	95	494	0.0855	0.235	terima

Sumber: data primer

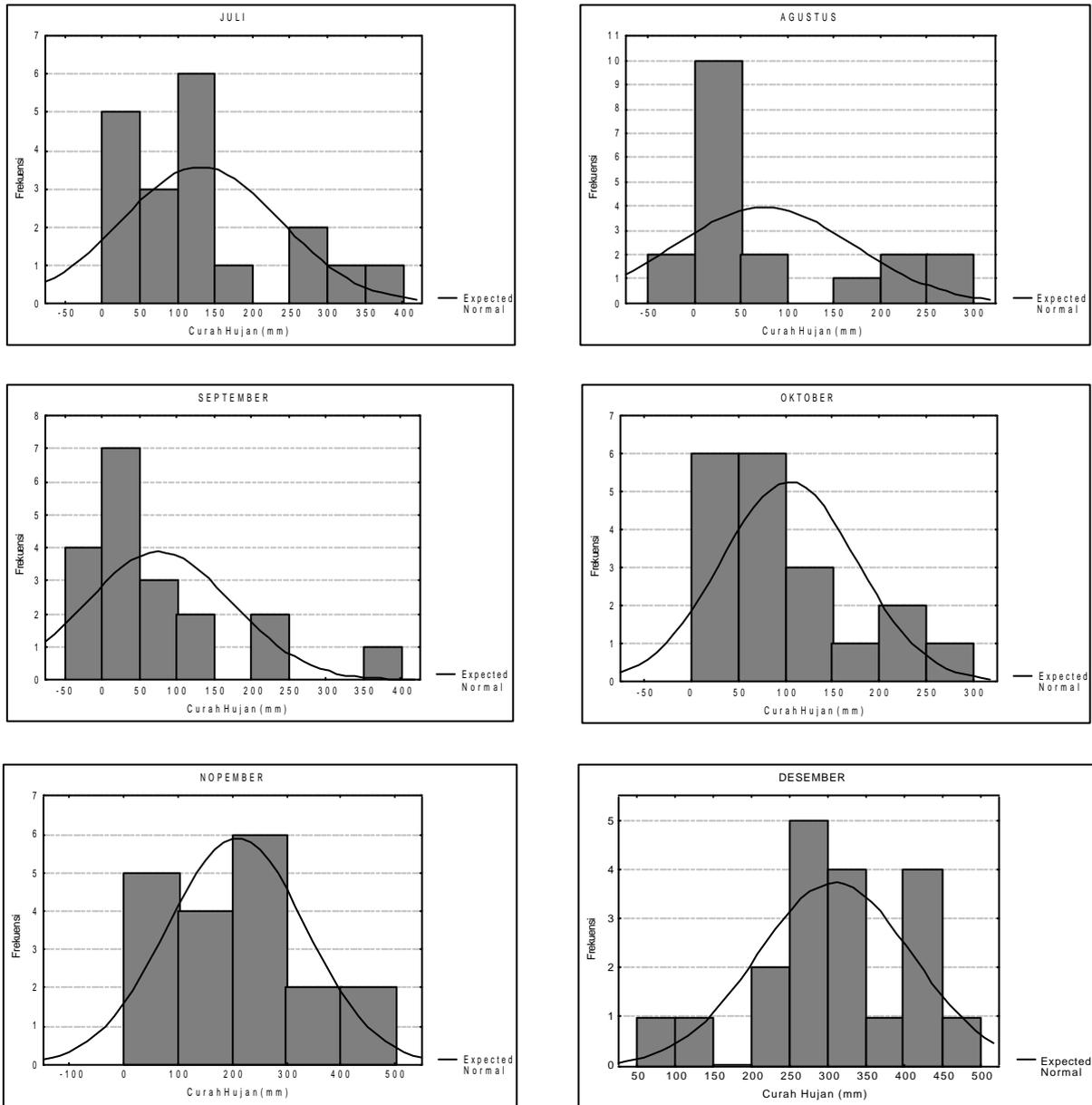
Tabel 2. Perhitungan Peluang Pelaksanaan Hujan Buatan Berdasarkan Perkiraan Tambahan Air Efektif

Bulan	Rata-rata	SB	Peluang			
	(mm)	(mm)	V1=25	V2=50	V3=75	V4=100
Januari	327.5	91.7	98.7	80.2	29.8	3.0
Pebruari	264.3	91.3	93.8	56.4	11.1	0.5
Maret	276.8	86.4	96.3	62.2	12.5	0.5
April	208.7	77.7	86.4	29.8	1.6	0.0
Mei	188.3	98.6	74.5	26.4	2.9	0.1
Juni	123.4	73.9	50.0	4.4	0.0	0.0
Juli	130.9	106.3	52.8	13.1	1.0	0.0
Agustus	74.6	96.3	30.5	3.4	0.1	0.0
September	76.1	97.8	31.6	3.8	0.1	0.0
Oktober	103.8	72.0	39.4	2.1	0.0	0.0
Nopember	208.2	128.2	74.5	37.7	9.5	1.1
Desember	309.6	101.5	96.6	72.2	25.8	3.0

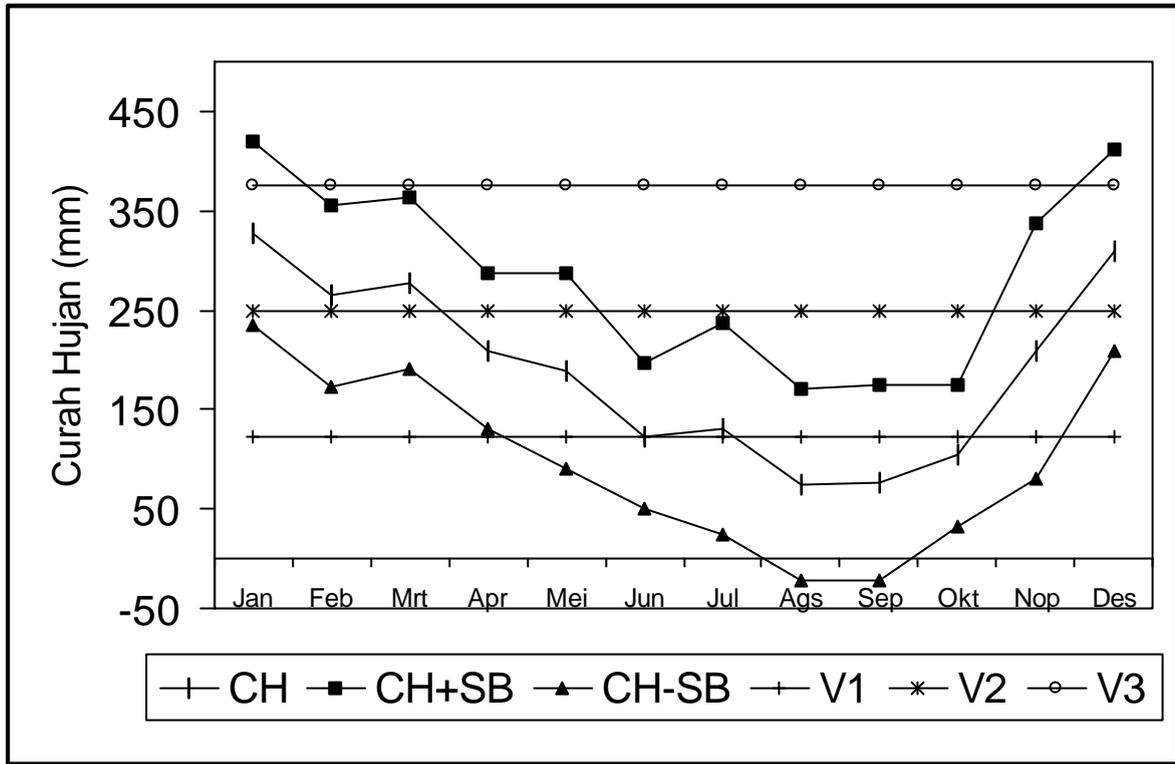
Sumber: data primer



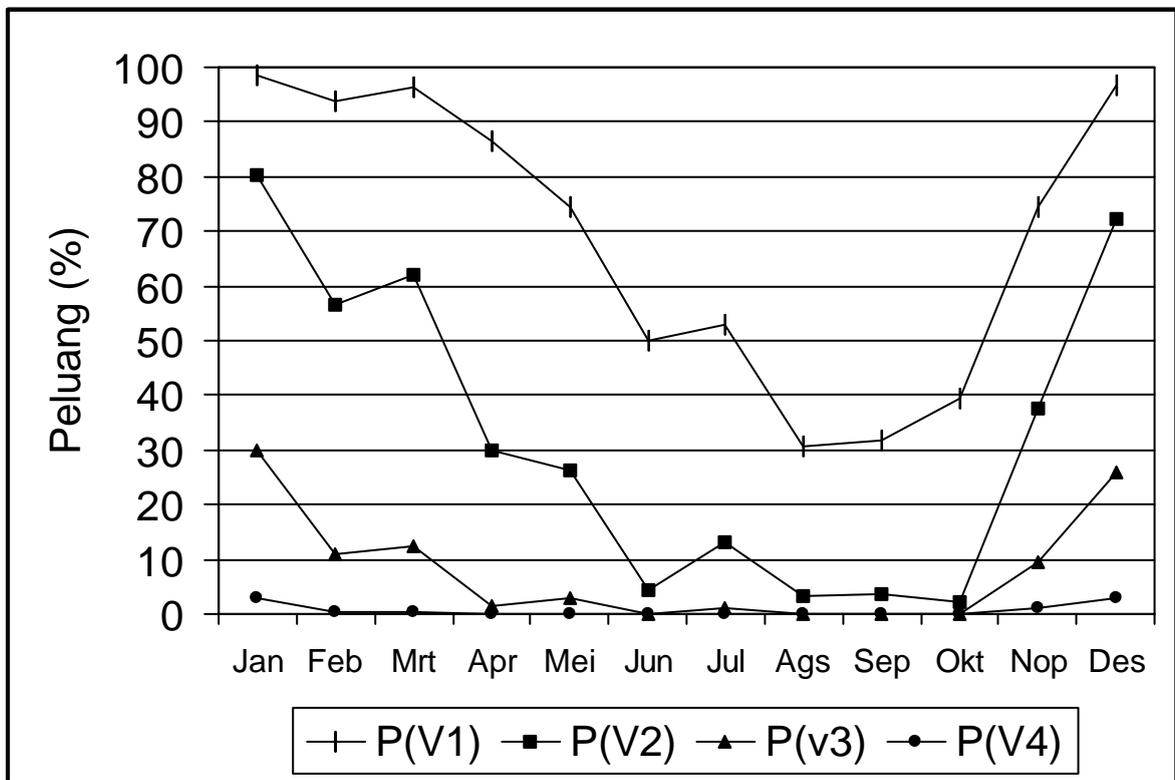
Gambar 1a. Histogram frekuensi curah hujan historis dan kurva normal bulan Januari s.d. Juni



Gambar 1b. Histogram frekuensi curah hujan historis dan kurva normal bulan Juli s.d. Desember



Gambar 2. Sifat curah hujan di DAS Riam Kanan dan curah hujan yang diharapkan untuk Tambahan air efektif V1, V2 dan V3



Gambar 3. Peluang curah hujan yang diharapkan untuk tambahan air efektif V1, V2 dan V3.