

REKOMENDASI PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR WADUK/ DANAU PLTA DI INDONESIA MELALUI PEMANFAATAN TEKNOLOGI MODIFIKASI CUACA

Budi Harsoyo¹⁾, Ardila Yananto¹⁾, Ibnu Athoillah¹⁾, Ari Nugroho¹⁾

¹ UPT Hujan Buatan - BPPT, Jalan MH Thamrin no 8, Jakarta Pusat

Intisari

Melalui program Sistem Inovasi Nasional (SINas) oleh Kementerian Ristek Dikti telah dilakukan inventarisasi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang ada di seluruh Indonesia melalui penyusunan sistem informasi waduk/danau PLTA berbasis webGIS, yang mampu menyajikan informasi mengenai lokasi, kondisi hidrologi dan cuaca serta karakteristik fisik catchment area untuk masing-masing lokasi PLTA. Dari hasil monitoring data curah hujan serta analisis data hidrologi di setiap lokasi PLTA, diketahui sekitar 80% PLTA yang ada di seluruh Indonesia (kecuali yang ada di wilayah Aceh dan Sumatera Utara) mengalami defisit air akibat berkurangnya curah hujan sejak bulan Mei – Agustus sebagai dampak fenomena El Nino kuat yang mempengaruhi iklim global pada tahun 2015. Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) telah banyak dimanfaatkan untuk menjaga ketersediaan air waduk/danau, baik untuk keperluan irigasi maupun PLTA. Output penelitian ini juga menghasilkan Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Mitigasi Bencana Kekeringan di Indonesia dan Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Pengisian Waduk/Danau PLTA di Indonesia.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Sistem Informasi, Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC)

Abstract

Through the National Innovation System (SINas) by the Ministry of Research Technology and Higher Education has conducted an inventory of Hydroelectric Power Plant which exist throughout Indonesia through the development of an information system reservoir / lake Hydroelectric Power Plant based WebGIS, which is able to present information about the location, hydrology and weather as well as physical characteristics of the catchment area for each location Hydroelectric Power Plant. From the results of the monitoring of rainfall data and analysis of hydrological data at each location Hydroelectric Power Plant, known to about 80% Hydroelectric Power Plant that exist throughout Indonesia (except in Aceh and North Sumatra) experienced water deficit due to reduced rainfall since the month of May to August as the impact Strong El Nino phenomenon that affect the global climate in 2015. Weather Modification Technology (TMC) has been used to maintain the availability of water reservoirs / lakes Hydroelectric Power Plant, both for irrigation and hydropower. The output of this research also generates Execution Time Plan Map of TMC for Drought Mitigation in Indonesia and Execution Time Plan Map of TMC for filling Reservoir/ Lake Hydroelectric Power Plant in Indonesia.

Keywords: Hydroelectric Power Plant, System Information, Weather Modification Technology (TMC)

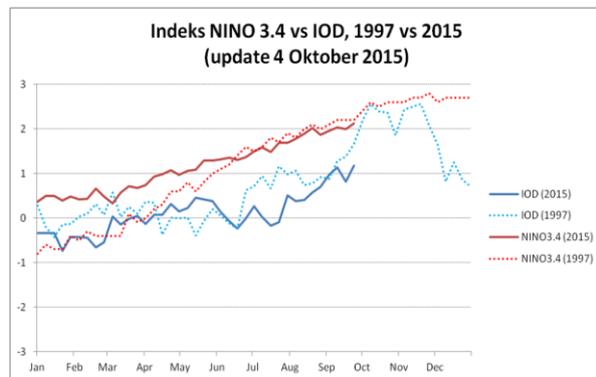
1. PENDAHULUAN

Iklim Indonesia pada tahun 2015 dipengaruhi kuat oleh fenomena El Nino. Munculnya fenomena El Nino telah banyak diprediksi sejak awal tahun 2015 oleh berbagai lembaga riset dunia yang berkecimpung di bidang meteorologi dan klimatologi. Sejumlah pakar dari Organisasi Meteorologi Dunia (World

Meteorological Organization, WMO) menyatakan bahwa fenomena El Nino yang terjadi pada tahun 2015 dapat menjadi salah satu El Nino yang terkuat sepanjang sejarah. Hal ini didasarkan pada perhitungan nilai suhu permukaan laut di perairan timur-tengah Samudera Pasifik yang cenderung lebih hangat 2 derajat celcius dari nilai rata-ratanya.

Menurut data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), kejadian El Nino pada tahun 1982/1983 dan tahun 1997/1998 merupakan dua kejadian El Nino terbesar yang pernah terjadi di Indonesia pada era modern dengan dampak yang dirasakan secara global. Hasil analisa dan prediksi BMKG menyatakan bahwa pengaruh El Nino dirasakan menguat sejak bulan Agustus hingga Desember 2015. Tren penguatan El Nino 2015 ini ditunjukkan dengan kenaikan indeks ENSO dari 1,6 pada Juni menjadi 2,2 pada Desember 2015. Lebih lanjut, BMKG juga menyatakan bahwa dampak kekeringan yang terjadi pada tahun 2015 berpotensi lebih parah dibandingkan tahun 1997.

Komparasi kekuatan El Nino tahun 2015 saat ini dengan El Nino tahun 1997 lalu digambarkan dengan perbandingan Indeks Nino 3.4 dan IOD, seperti tersaji dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1. Perbandingan El Nino tahun 2015 dan 1997

Pada kenyataannya, fenomena El Nino yang selalu berasosiasi dengan berkurangnya curah hujan yang cukup signifikan untuk wilayah di Indonesia telah memicu terjadinya sejumlah bencana hidrometeo-rologi di sejumlah daerah. Bencana yang paling awal terjadi adalah bencana kabut asap akibat kebakaran hutan dan lahan yang mulai banyak bermunculan di sejumlah wilayah gambut di Pulau Sumatera dan Kalimantan sejak bulan Mei 2015 dan mencapai puncaknya pada saat periode puncak kemarau sekitar bulan Agustus – September 2015 lalu. Banyaknya jumlah titik api yang terus bermunculan ditambah dengan minimnya curah hujan selama periode tersebut telah mengakibatkan sejumlah dampak negatif akibat kabut asap, seperti gangguan kesehatan bagi masyarakat akibat kualitas udara yang sangat buruk, terganggunya sejumlah jadwal penerbangan akibat visibility di kawasan bandara yang sangat rendah, rusaknya ekosistem hayati hingga terganggunya hubungan internasional dengan sejumlah negara tetangga yang terkena dampak kabut asap kiriman dari wilayah Indonesia.

Selain bencana kabut asap di wilayah Pulau Sumatera dan Kalimantan, dampak El Nino juga telah menimbulkan bencana kekeringan yang dalam skala yang lebih luas dapat mempengaruhi program ketahanan pangan dan ketahanan energi nasional. Dalam konteks ketahanan pangan, bencana kekeringan telah mengakibatkan sejumlah lahan pertanian mengalami puso akibat kurangnya pasokan air irigasi. Sementara itu dalam konteks ketahanan energi, bencana kekeringan telah mengakibatkan sejumlah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) mengalami defisit air sehingga menimbulkan krisis pasokan energi listrik.

Paper ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai ketersediaan air di beberapa PLTA yang ada di Indonesia sebagai dampak dari fenomena El Nino kuat yang terjadi di tahun 2015. Gambaran mengenai ketersediaan air di sejumlah PLTA diperoleh dari hasil analisis data curah hujan dan hidrologi PLTA yang bersumber dari database Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA berbasis WebGIS yang dibangun menggunakan anggaran riset yang bersumber dari Program Insentif Riset Sistem Inovasi Nasional (SiNAS) Tahun 2015. Selain itu, penyusunan paper ini juga bertujuan sebagai salah satu bentuk pertanggungjawaban kepada publik atas kegiatan riset berjudul "Penyusunan Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA di Seluruh Indonesia Berbasis Web GIS Sebagai Bahan Masukan Bagi Strategi Pengelolaan Sumberdaya Air Melalui Pemanfaatan Teknologi Modifikasi Cuaca" sebagai salah satu judul kegiatan riset yang dibiayai dalam Program Insentif Riset SiNAS Tahun 2015.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini disusun dengan memanfaatkan informasi yang diperoleh dari Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA di Seluruh Indonesia Berbasis WebGIS, yang dibangun dengan menggunakan anggaran riset dari Program Insentif Riset SiNAS Tahun 2015. Aplikasi Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA di Seluruh Indonesia Berbasis WebGIS dapat diakses secara terbuka melalui alamat situs <http://ina-wxmod.com/webgis/index.php>, seperti tersaji dalam Gambar 2.1.

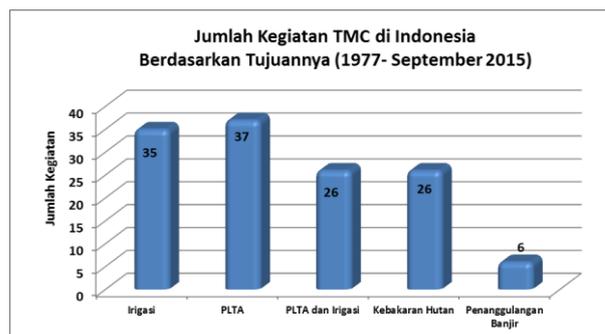


Gambar 2.1. Halaman muka Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA Berbasis WebGIS

Informasi yang terdapat dalam Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA berbasis WebGIS meliputi nama, lokasi dan sebaran spasial PLTA se-Indonesia, jumlah pembangkit dan kapasitas masing-masing PLTA, luas tangkapan air hujan (*catchment area*), karakteristik hidrologi waduk/danau PLTA, kondisi curah hujan dan pola tahunannya, serta Peta *Catchment Area* untuk masing-masing lokasi PLTA. Pembuatan WebGIS dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi *Google Maps API* untuk menampilkan informasi yang bereferensi spasial dan juga aplikasi *Highcharts* untuk menampilkan informasi dalam bentuk grafik.

Aplikasi Sistem Informasi Waduk/Danau PLTA yang telah tersusun mempunyai kemampuan untuk melakukan monitoring kondisi curah hujan dan hidrologi di setiap lokasi PLTA. Ketika di suatu lokasi PLTA terdeteksi bakal mengalami defisit air akibat berkurangnya curah hujan di dalam daerah tangkapan airnya, maka Unit Pelaksana Teknis Hujan Buatan BPPT selaku operator jasa Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) atau yang lebih familiar dengan istilah hujan buatan, dapat memberikan rekomendasi dan masukan bagi pengelola PLTA untuk memanfaatkan jasa TMC guna menjaga kontinuitas operasional PLTA dan produksi listriknya.

Sejak tahun 1977, aplikasi TMC telah banyak dimanfaatkan untuk menambah curah hujan guna mengisi waduk/danau untuk tujuan PLTA maupun irigasi, seperti tersaji dalam Gambar 2.2. Bagi para pengelola PLTA, biaya yang harus dikeluarkan untuk mendapatkan tambahan air yang diperoleh dari hasil pelaksanaan TMC lebih bernilai ekonomis dibandingkan jika mereka harus mengeluarkan biaya untuk bahan bakar minyak untuk mengoperasikan turbin pembangkit listriknya.

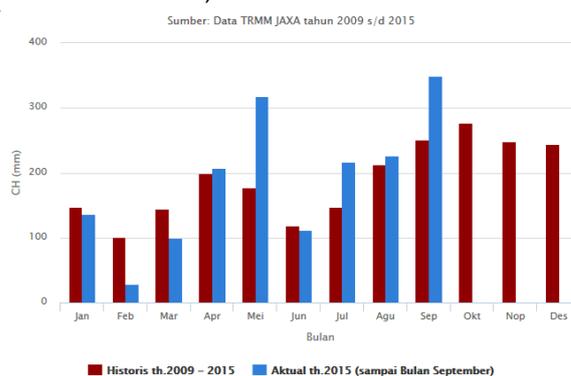


Gambar 2.2. Grafik penerapan TMC di Indonesia berdasarkan tujuannya

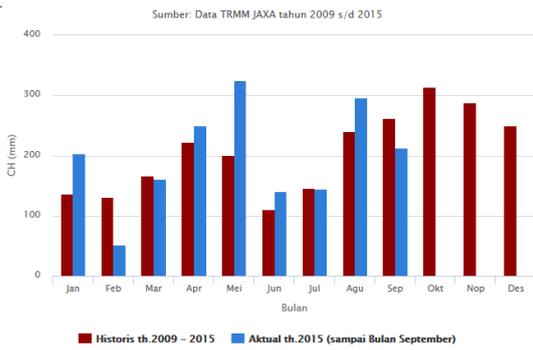
Hasil akhir dari penelitian ini juga menghasilkan *output* berupa Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Mitigasi Bencana Kekeringan di Indonesia dan Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Pengisian Waduk/Danau PLTA di Indonesia.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

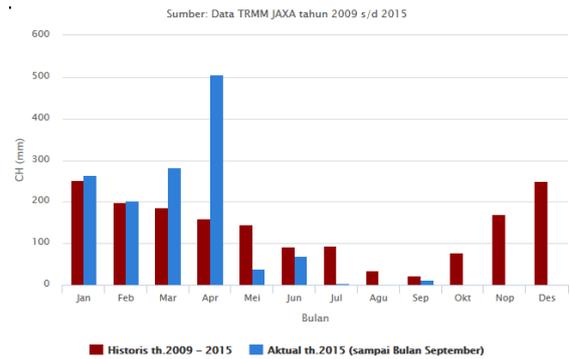
Dari hasil analisa data curah hujan yang tersedia dalam sistem informasi waduk/danau PLTA yang telah disusun dapat diketahui kondisi curah hujan di *catchment area* PLTA yang ada di seluruh Indonesia. Data curah hujan yang digunakan sebagai bahan analisa adalah data curah hujan yang bersumber dari satelit *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)* dari *The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. Dalam Gambar 3.1 sampai dengan Gambar 3.13 disajikan kondisi curah hujan dari beberapa PLTA, menampilkan perbandingan antara kondisi aktual tahun 2015 (periode Januari - September 2015) dengan nilai rerata historis tahunannya (rerata tahun 2009 - 2014).



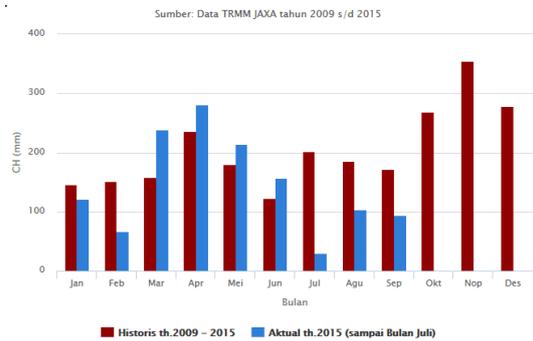
Gambar 3.1. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Peusangan, Aceh



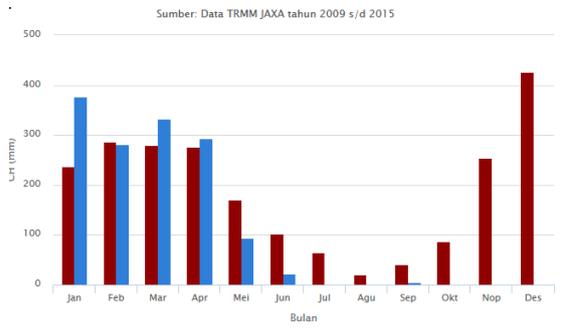
Gambar 3.2. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Asahan, Sumatera Utara



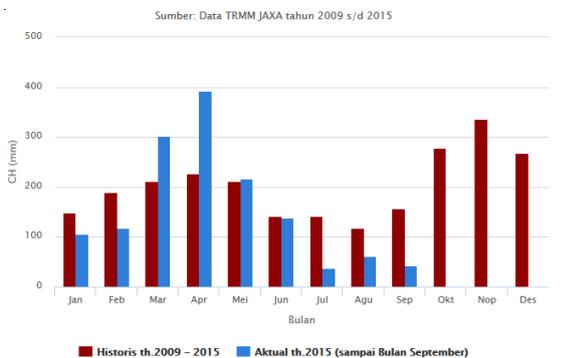
Gambar 3.6. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Batutegi, Lampung



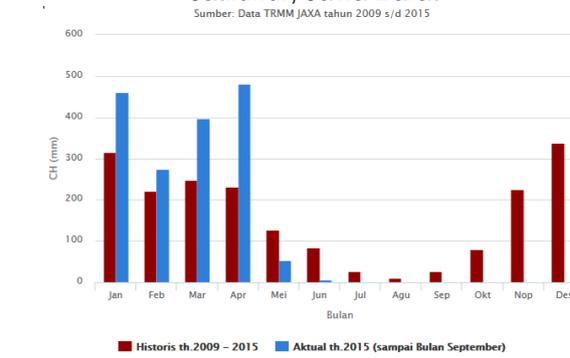
Gambar 3.3. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Kota Panjang, Riau



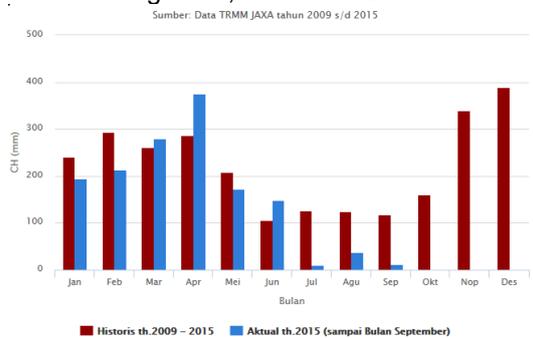
Gambar 3.7. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Jatiluhur, Jawa Barat



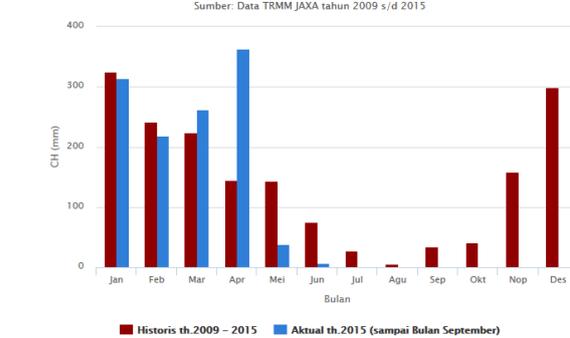
Gambar 3.4. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Singkarak, Sumatera Barat



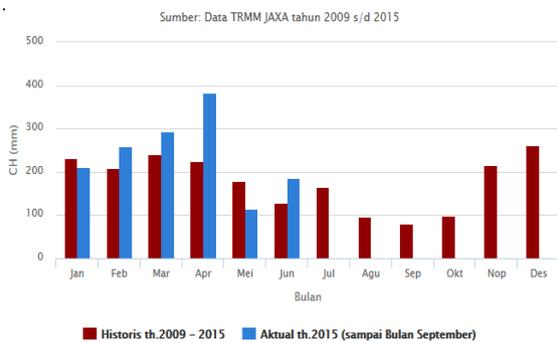
Gambar 3.8. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Kedungombo, Jawa Tengah



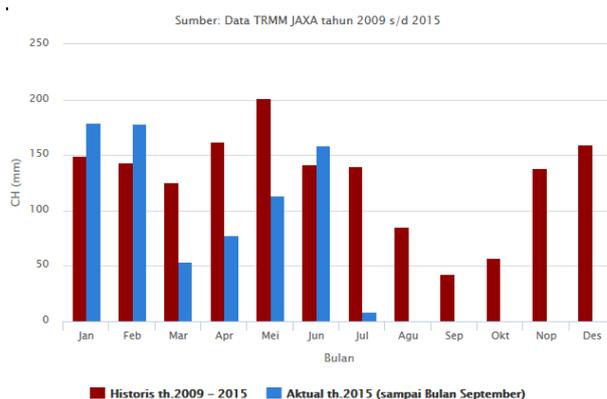
Gambar 3.5. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Musi, Bengkulu



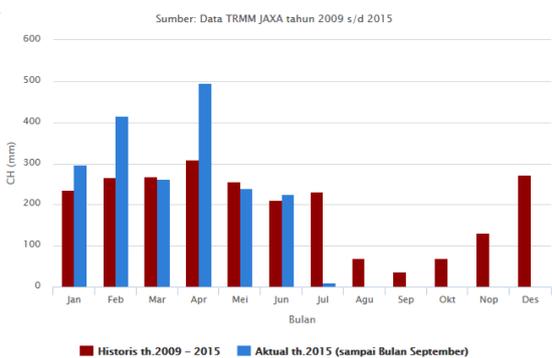
Gambar 3.9. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Sutami, Jawa Timur



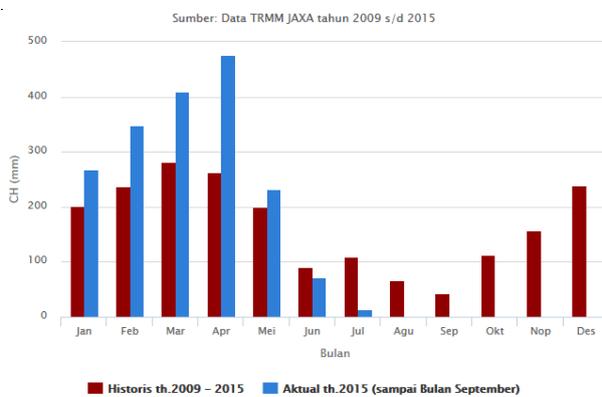
Gambar 3.10. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Riam Kanan, Kalimantan Selatan



Gambar 3.13. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Tondano, Sulawesi Utara



Gambar 3.11. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Larona, Sulawesi Selatan

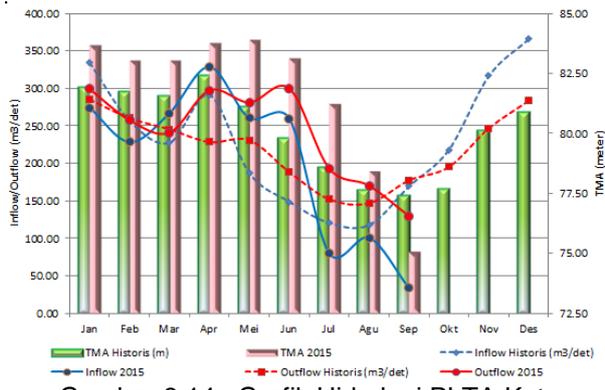


Gambar 3.12. Grafik Curah Hujan DAS PLTA Sulewana, Sulawesi Tengah

Dengan melihat kondisi curah hujan pada beberapa PLTA di seluruh Indonesia seperti tergambar dalam Gambar 3.1 sampai dengan 3.13 dapat diketahui bahwa berkurangnya intensitas curah hujan sebagai dampak fenomena El Nino tahun 2015 telah menyebabkan sekitar 80% PLTA yang ada di Indonesia mengalami krisis ketersediaan air. Kecuali PLTA Peusangan di Aceh (Gambar 3.1) dan PLTA Asahan di Sumatera Utara (Gambar 3.2), seluruh PLTA di Indonesia pada umumnya mengalami kondisi defisit air akibat berkurangnya curah hujan sejak bulan Mei - Juli 2015.

Wilayah Provinsi Lampung dan seluruh wilayah di Pulau Jawa mengalami defisit sejak bulan Mei 2015, sementara untuk Provinsi Riau, Sumatera Barat, Sumatera Selatan, Bengkulu serta seluruh wilayah di Pulau Kalimantan dan Sulawesi mengalami defisit curah hujan sejak bulan Juli 2015. Bahkan di DAS PLTA Sutami, Jawa Timur (Gambar 3.9) dan DAS PLTA Riam Kanan, Kalimantan Selatan (Gambar 3.10) tidak ada kejadian hujan sama sekali selama periode bulan Juli hingga September 2015.

Gambar 3.14. memperlihatkan kondisi hidrologi Waduk PLTA Kota Panjang (Riau) sepanjang tahun 2015 (hingga bulan September), dimana terjadi penyusutan *inflow* yang sangat signifikan dan berakibat pada menurunnya elevasi Tinggi Muka Air (TMA) akibat berkurangnya intensitas curah hujan di DAS PLTA Kota Panjang.



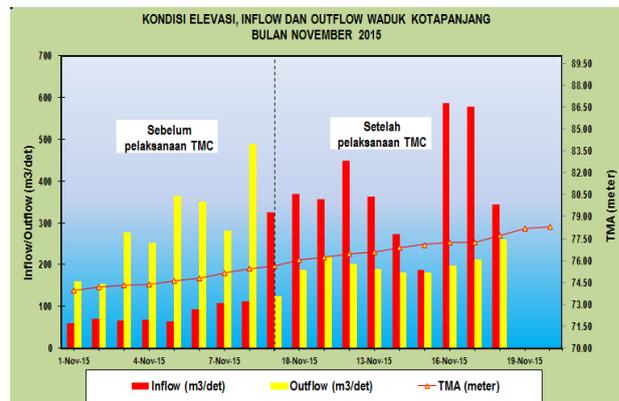
Gambar 3.14.. Grafik Hidrologi PLTA Kota Panjang, Riau

Debit *inflow* dan *outflow* aktual tahun 2015 masing-masing digambarkan dengan garis lurus berwarna biru dan merah, sedangkan elevasi TMA aktual tahun 2015 digambarkan dengan grafik batang berwarna merah. Sementara untuk pola historis *inflow* dan *outflow* digambarkan dengan garis terputus, dan elevasi TMA historis digambarkan dengan grafik batang berwarna hijau.

Dari gambar 3.14 terlihat bahwa sejak bulan Juni terjadi penurunan debit *inflow* PLTA Kota Panjang yang mengakibatkan menyusutnya elevasi TMA dan terus berlanjut hingga bulan September. Padahal jika dilihat dari pola historis tahunannya, *inflow* PLTA Kota Panjang mulai meningkat kembali pada bulan September seiring dengan mulai masuknya musim hujan untuk wilayah Riau. Kondisi yang terjadi pada bulan September 2015 justru sebaliknya, *inflow* terus berkurang hingga elevasi TMA terus mengalami penyusutan hingga hampir mendekati elevasi minimal untuk operasi PLTA Kota Panjang yang setinggi 73,5 meter.

Kondisi defisit air di PLTA Kota Panjang yang sudah sedemikian kritis mendorong PT PLN (Persero) Sektor Pekanbaru selaku pengelola Waduk PLTA Kota Panjang meminta UPT Hujan Buatan untuk kembali melaksanakan operasi TMC untuk pengisian Waduk PLTA Kota Panjang. Sejak tanggal 9 November 2015 lalu, UPT Hujan Buatan melakukan kegiatan pelayanan jasa TMC di DAS

Kota Panjang untuk mengatasi defisit dan menambah ketersediaan air Waduk PLTA Kota Panjang.

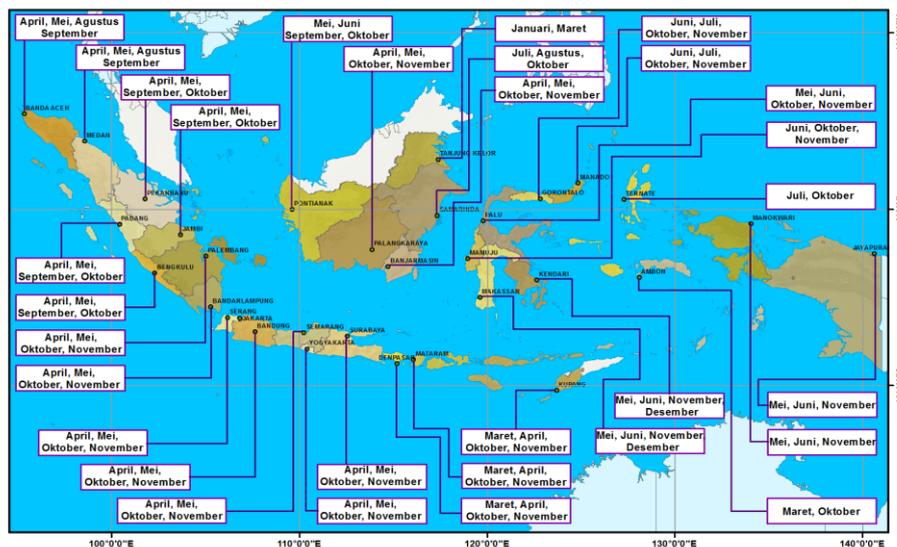


Gambar 3.15. Grafik Hidrologi PLTA Kota Panjang, sebelum dan sesudah adanya pelaksanaan TMC

Gambar 3.15 memperlihatkan perbandingan kondisi hidrologi Waduk PLTA Kota Panjang, antara periode sebelum dan setelah adanya pelaksanaan TMC. Jelas terlihat bahwa dengan adanya TMC, terjadi peningkatan debit inflow yang sangat signifikan di Waduk PLTA Kota Panjang. Elevasi TMA juga terus meningkat, dan secara berangsur-angsur pola operasi PLTA Kota Panjang juga mulai normal kembali.

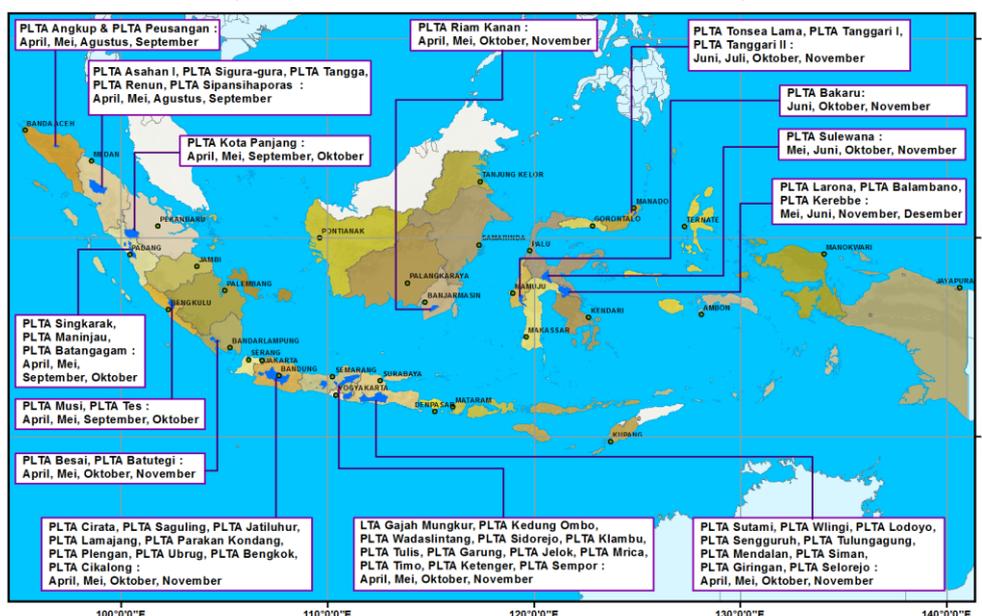
Berdasarkan analisis data historis curah hujan yang tersimpan dalam aplikasi sistem informasi waduk/danau PLTA berbasis WebGIS yang telah tersusun, penelitian ini juga mampu memberikan output berupa rekomendasi waktu pelaksanaan TMC untuk tujuan mitigasi bencana kekeringan di setiap provinsi di seluruh Indonesia (seperti tergambar pada peta dalam Gambar 3.16) dan rekomendasi waktu pelaksanaan TMC untuk tujuan pengelolaan sumberdaya air bagi setiap lokasi PLTA yang ada di Indonesia (seperti tergambar pada peta dalam Gambar 3.17). Pemilihan waktu terbaik untuk pelaksanaan TMC adalah di masa transisi musim, saat menjelang mulai masuk musim hujan atau di akhir musim hujan.

PETA RENCANA WAKTU PELAKSANAAN TMC UNTUK MITIGASI BENCANA KEKERINGAN
(BEDASARKAN KAJIAN DATA HISTORIS KLIMATOLOGIS 30 TAHUN)



Gambar 3.16. Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Mitigasi Bencana Kekeringan di Indonesia

PETA RENCANA WAKTU PELAKSANAAN TMC WADUK/ DANAU PLTA DI INDONESIA
(BEDASARKAN KAJIAN DATA HISTORIS KLIMATOLOGIS 30 TAHUN)



Gambar 3.17. Peta Rencana Waktu Pelaksanaan TMC untuk Pengisian Waduk/Danau PLTA di Indonesia

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Dampak fenomena El Nino kuat tahun 2015 telah mengakibatkan sekitar 80% PLTA yang ada di seluruh Indonesia (kecuali yang berada di Aceh dan Sumatera Utara) mengalami defisit air akibat berkurangnya intensitas curah hujan sejak bulan Mei – Juli.

2. Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) telah terbukti dapat menjadi salah satu *tools* yang mampu memberikan nilai manfaat dalam praktek pengelolaan sumberdaya air PLTA.

Adapun saran yang ingin disampaikan oleh Penulis/Tim Peneliti terkait hasil penelitian ini adalah:

Sistem informasi waduk/danau PLTA berbasis webGIS yang telah tersusun tentunya

akan lebih lengkap dan lebih berbobot jika untuk berikutnya dapat dilanjutkan atau digabungkan dengan sistem informasi serupa untuk waduk/danau irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- CNN Indonesia, (30 Juli 2015), Kekeringan Tahun Ini Berpotensi Lebih Parah Dibanding 1997, <http://www.cnnindonesia.com/nasional/20150730192155-20-9189/kekeringan-tahun-ini-berpotensi-lebih-parah-dibanding-1997/>.
- CNN Indonesia, (2 September 2015), Pakar Meteorologi Dunia: El Nino Tahun Ini Mungkin Terkuat, <http://www.cnnindonesia.com/internasional/20150902080628-134-6059/pakar-meteorologi-dunia-el-nino-tahun-ini-mungkin-terkuat/>.
- Kementerian Riset dan Teknologi, (2014), Pedoman Insentif Riset SINas Tahun Anggaran 2015, Kementerian Ristek. Jakarta.