

The background image shows a large dam with a blue-painted concrete structure. On the left, a tall metal tower supports two solar panels. Several power lines run across the sky. In the foreground, three people are standing on the dam's edge, looking towards the water. The water is a greenish-blue color. In the distance, there are green trees and some buildings under a cloudy sky.

# LAPORAN AKHIR PENELITIAN

## **Dampak Perubahan Iklim terhadap Neraca Air dan Operasi Waduk**

**Studi kasus: Waduk Darma, Kuningan**

Desember 2019

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL.....	iv
Bab I Pendahuluan.....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	5
I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	5
I.4 Manfaat Penelitian .....	5
I.5 Lingkup Penelitian .....	6
I.6 Batasan Penelitian.....	6
I.7 Sistematika penulisan.....	6
II Bab II Tinjauan Pustaka.....	7
II.1 Perubahan Iklim Global .....	7
II.2 Perubahan Iklim di Indonesia .....	9
II.3 Bendungan.....	12
II.4 Fungsi Waduk.....	12
II.5 Karakteristik Waduk.....	13
II.6 Penyusunan Pola Operasi Waduk .....	13
II.6.1 Persamaan Dasar Dalam Simulasi Waduk .....	14
II.6.2 Pendekatan Dalam Pola Operasi Waduk .....	14
II.7 Metode Dalam Penyusunan Pola Operasi Waduk .....	15
II.7.1 Pola Konvensional .....	15
II.7.2 Metode Simulasi.....	15
II.7.3 Metode Optimasi .....	16
II.8 Prosedur Dalam Pembuatan Pola Operasi Dan Pengoperasian Waduk Tunggal.....	17
II.9 Pengoperasian Waduk Tunggal .....	18
II.10 Model Hidrologi Hujan-Limpasan .....	19
II.11 Kebutuhan Air .....	22
II.12 Penggunaan Air Baku.....	23
II.13 Penduduk .....	24
II.14 Irigasi .....	25
II.15 Debit Andalan.....	25
II.16 Jenis-Jenis Turbin Air.....	26
II.17 Optimasi Waduk Metode Linear Programming .....	28
III Bab III Metodologi Penelitian.....	30
III.1 Deskripsi dan Lokasi Penelitian.....	30
III.2 Data Teknisk Bendungan Darma .....	31
III.3 Pengumpulan Data.....	34
III.4 Diagram Alir Penelitian.....	34
III.5 Tahapan Penelitian .....	35
IV Bab IV Analisis dan Pembahasan.....	40
IV.1 Analisis Hujan Wilayah .....	40
IV.2 Pemodelan Hujan Limpasan menggunakan Model NRECA .....	40
IV.3 Data Historis Operasi Waduk.....	43
IV.4 Model Global Proyeksi Perubahan Iklim .....	45
IV.5 Koreksi Bias Output Model Global untuk kasus local/regional .....	47
IV.6 Proyeksi Hujan berdasarkan model CIMP5 .....	49
IV.7 Proyeksi debit dengan input model CIMP5 .....	50
V BAB V KESIMPULAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53
LAMPIRAN .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I-1 Peningkatan Suhu Rata-rata di beberapa wilayah .....	2
Gambar I-2 Rata-rata curah hujan di beberapa stasiun di Jawa dan Bali pada tahun normal, El-Niño dan La-Niña untuk musim hujan (Nov-Feb), musim kering I (Mar-Jun) dan musim kering II (Jul- Okt) Sumber: Las et al. (1999) .....	3
Gambar I-3 Rata-rata volume air di dua waduk utama di Jawa pada tahun normal, El-Nino dan La-Nina .....	4
Gambar II-1 Peningkatan Temperatur Global.....	8
Gambar II-2 Data Historis Kenaikan Curah Hujan dan Temperatur Tahunan di Indonesia Tahun 1950-2000.....	10
Gambar II-3 Curah Hujan Rata-rata Citarum Hulu (2005-2010) .....	10
Gambar II-4 Debit Rata-rata Citarum Hulu (2005-2010) .....	11
Gambar II-5 Kejadian debit tinggi di Citarum Hulu .....	11
Gambar II-6 Kejadian Debit Rendah di Citarum Hulu .....	12
Gambar II-7 Kurva operasi waduk konvensional .....	15
Gambar II-8 Skema model simulasi .....	16
Gambar II-9 Skema Model Optimasi.....	16
Gambar II-10 Diagram Model Hujan Limpasan NRECA.....	19
Gambar IV-1 Lokasi Waduk Darma .....	30
Gambar IV-2 DAS Waduk Darma .....	31
Gambar IV-3 Tata Letak Bendung Darma .....	32
Gambar IV-4 Potongan Bendungan Darma .....	33
Gambar IV-5 Potongan Pelimpah Bendungan Darma .....	33
Gambar IV-6 Potongan Outlet Bendungan Darma .....	33
Gambar IV-7 Diagram Alir Penelitian .....	35
Gambar IV-8 Data Historis Kenaikan Curah Hujan dan Temperatur Tahunan di Indonesia Tahun 1950-2000.....	36
Gambar V-1 Stasiun Hujan DAS Waduk Darma.....	40
Gambar V-2 Grafik Hasil Pemodelan Hujan Limpasan Model NRECA.....	42
Gambar V-3 Kurva <i>flow duration curve</i> data historis tahun 2015.....	42
Gambar V-4 Rata-rata Hujan Harian .....	43
Gambar V-5 Rata-rata Inflow Masuk Ke Waduk .....	43
Gambar V-6 TMA Waduk historis tahun 2009-2018 .....	44
Gambar V-7 Inflow rata-rata yang masuk ke waduk .....	44
Gambar V-8 Inflow Rata-rata Debit Pelimpah .....	45
Gambar V-9 Debit rata-rata pengeluaran melalui gorong-gorong.....	45
Gambar V-10 Data Emisi menggunakan 4 tingkatan scenario RCP.....	46
Gambar V-11 Data Emisi Kumulatif menggunakan simulasi CIMP emoot skenario .....	47
Gambar V-12 Data curah hujan proyeksi vs data observasi (1980-2009) .....	47
Gambar V-13 Flow Duration Curve CIMP5 vs Data Observasi .....	48
Gambar V-14 Rumus Koreksi Data Hujan Prediksi.....	48
Gambar V-15 Flow Duration Curve CIMP5 vs Data Observasi setelah koreksi .....	49
Gambar V-16 Data Hujan prediksi setelah di koreksi.....	49
Gambar V-17 Proyeksi Hujan .....	50
Gambar V-18 Probabilitas debit proyeksi vs data historis.....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Contoh simulasi tinggi muka air berbagai kondisi.....	18
Tabel III-1 Langkah perhitungan metode NRECA.....	21
Tabel III-2 Klasifikasi Turbin Air .....	27
Tabel III-3 Tabel Variasi Head Operasi Turbin.....	27
Tabel V-1 Parameter Model NRECA .....	41
Tabel V-2 Koef. Reduksi Penguapan Peluh.....	41

# Bab I Pendahuluan

## I.1 Latar Belakang

Perubahan iklim (Climate Change) merupakan salah satu isu yang sangat penting yang banyak diperbincangkan di tingkat dunia saat ini. Iklim bumi sedang berubah secara cepat karena meningkatnya emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sebagai akibat aktivitas manusia. Meningkatnya kandungan GRK menimbulkan efek GRK di atmosfer. Efek GRK ini menyerap radiasi gelombang panjang yang menyebabkan suhu bumi meningkat. (Subagyono, K. et.al, 2007)

Pada penelitian Root et al (2005) menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan suhu permukaan sebesar 0,7°C sejak tahun 1900. Selama 30 tahun terakhir terjadi peningkatan suhu global secara cepat dan konsisten sebesar 0,2°C per decade.

Selain itu, pemanasan global menyebabkan terganggunya berbagai sirkulasi udara di atmosfer yang menyebabkan meningkatnya intensitas kejadian iklim ekstrim dan ketidakaturan musim. Perubahan iklim global masa yang akan datang, diperkirakan akan menyebabkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrim akan meningkat. Sejak tahun 1844, Indonesia telah mengalami kejadian kekeringan tidak kurang dari 43 kali. Dari 43 kejadian tersebut, hanya 6 kali yang kejadiannya tidak bersamaan kejadian fenomena ENSO (Boer dan Subbiah, 2003).

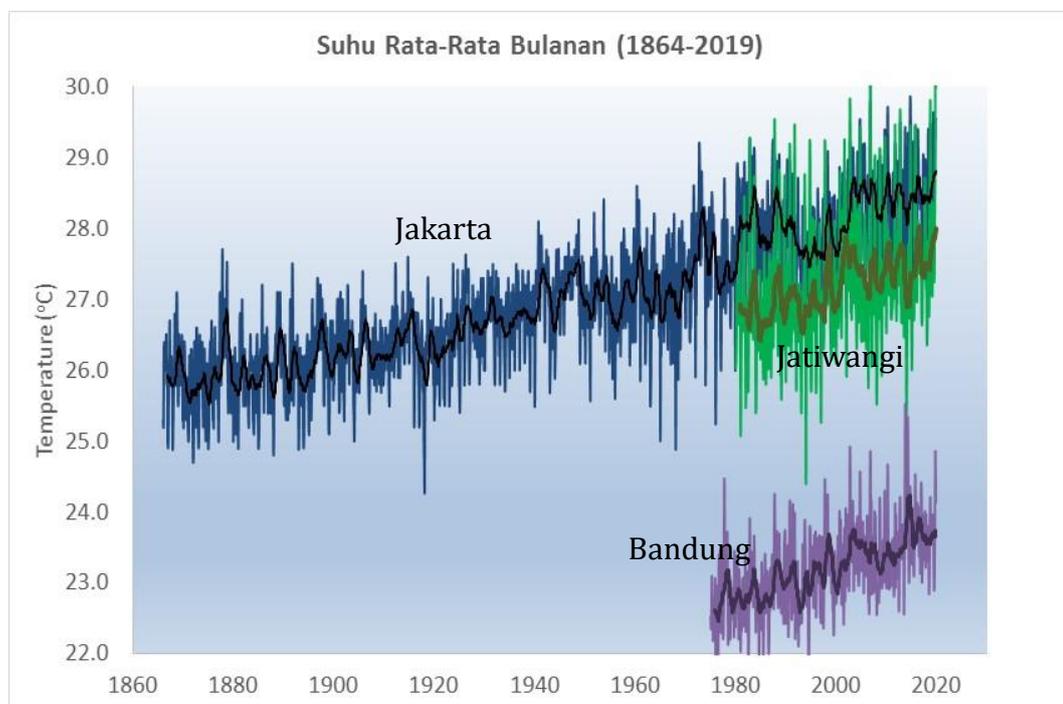
Pola curah hujan di Kepulauan Indonesia dan sekitarnya dipengaruhi oleh variabilitas iklim di Pasifik dan Samudra Hindia. El Niño – Southern Oscillation (ENSO) adalah fluktuasi kondisi atmosfer lautan di Pasifik tropis yang terutama ditandai oleh anomali suhu permukaan laut



(SST), tekanan permukaan laut (SLP), angin permukaan dan radiasi gelombang panjang yang keluar (OLR). Multivariate ENSO Index (MEI) adalah salah satu indeks yang menggambarkan fase dan intensitas fenomena ENSO. MEI berasal dari eNreca variabel yang diamati dari Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set (COADS) di atas Pasifik tropis, terdiri dari: tekanan permukaan laut, komponen angin zona dan meridional, suhu permukaan laut, suhu udara permukaan dan kekeruhan total (Wolter, K. dan Timlin, MS, 1998; Wang, C., 2006; McPhaden, MJ, Zebiak, SE; Glantz, MH, 2006 dan Ramadhani, D. et al 2014).

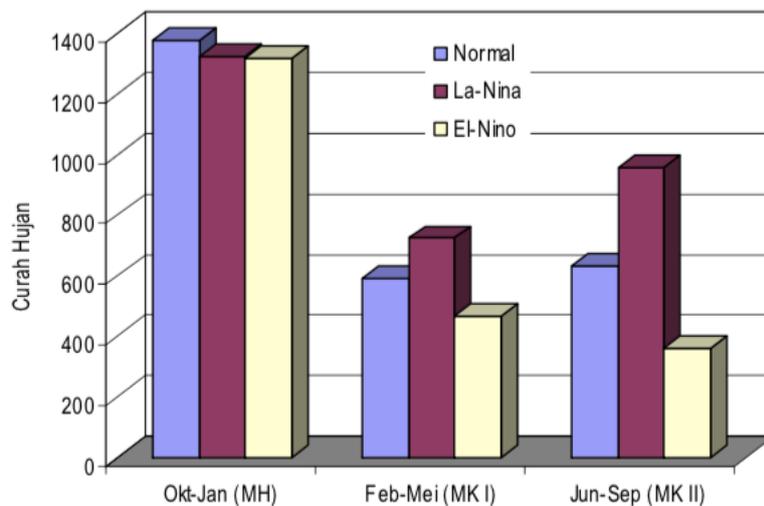
Hasil penelitian LAPAN menunjukkan bahwa pada kondisi konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat dua kali lipat dari konsentrasi saat ini, diperkirakan frekuensi kejadian ENSO yang saat ini terjadi sekali dalam 3-7 tahun akan meningkat menjadi sekali dalam 2-5 tahun dengan intensitas yang lebih kuat (Ratag et al., 1998). Hal ini menunjukkan bahwa keragaman hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh fenomena ini.

Dalam periode ±160 tahun, rata-rata suhu di Jakarta meningkat 2.6°C, dari 25.9°C pada sekitar tahun 1860-1865 hingga sekitar 28.5°C pada tahun 2014-2019. Peningkatan suhu juga terjadi di beberapa daerah di Indonesia salah satunya Stasiun Jatiwangi meningkat 0,8°C dalam 39 tahun dan juga peningkatan suhu di Bandung meningkat sekitar 0,9°C dalam 44 tahun. (KNMI (1864-1979), BMKG (1980-2019))



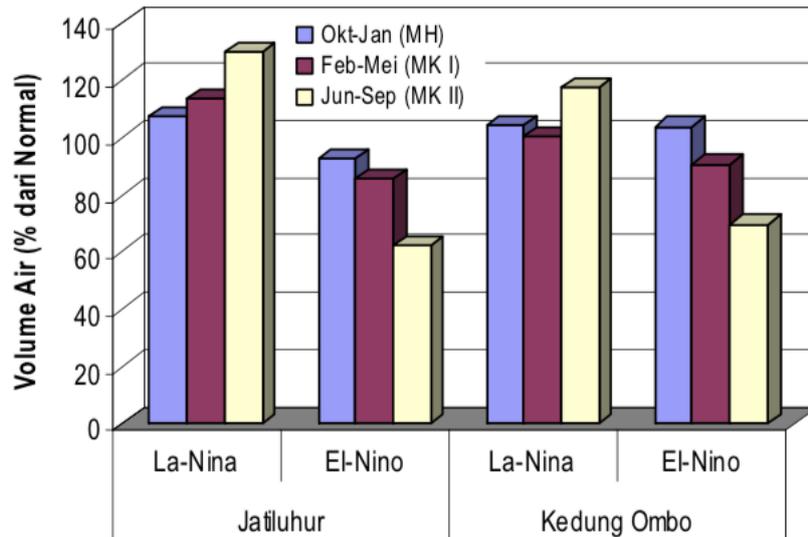
Gambar 0-1 Peningkatan Suhu Rata-rata di beberapa wilayah

Pada saat berlangsung, hujan fenomena ENSO pada sebagian besar wilayah Indonesia umumnya di bawah normal. Pengaruh El-Niño lebih kuat terhadap hujan pada musim kemarau dari pada hujan pada musim hujan. Secara rata-rata penurunan hujan dari normal akibat terjadinya El-Niño dapat mencapai 80 mm per bulan sedangkan peningkatan hujan dari normal akibat terjadinya La-Niña tidak lebih dari 40 mm . (Las. et al,1999)



Gambar 0-2 Rata-rata curah hujan di beberapa stasiun di Jawa dan Bali pada tahun normal, El-Niño dan La-Niña untuk musim hujan (Nov-Feb), musim kering I (Mar-Jun) dan musim kering II (Jul- Okt) Sumber: Las et al. (1999)

Perubahan jumlah dan intensitas hujan berpengaruh terhadap debit waduk dan sungai yang menjadi sumber air irigasi utama bagi lahan sawah. Pada penelitian yang dilakukan Las *et al.* (1999) menunjukkan bahwa volume air waduk di daerah Jawa mengalami penurunan yang cukup besar pada tahun El-Niño dibanding tahun normal, dan meningkat jauh dari normal pada tahun La-Niña khususnya volume air waduk pada musim kemarau



Gambar 0-3 Rata-rata volume air di dua waduk utama di Jawa pada tahun normal, El-Nino dan La-Nina. Sumber: Las et al (1999)

Dalam penelitian Subagyo et al (2007), perubahan iklim global yang menyebabkan semakin seringnya terjadi kejadian iklim ekstrim mempunyai dampak luas terhadap sektor pertanian, terutama yang berkaitan dengan ketersediaan air dan energi. Keragaman dan ketidakaturan pola iklim tersebut mempengaruhi rentabilitas produksi sebagian besar komoditas pertanian. Untuk menurunkan dampak negatif akibat kejadian iklim ekstrim atau penyimpangan iklim tersebut, maka perlu strategi adaptasi terhadap perubahan iklim dan pengelolaan sumberdaya air.

Penilaian kedua yang dilakukan oleh Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 1996) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer kemungkinan akan menyebabkan peningkatan suhu rata-rata global antara 1 dan 3,5 derajat Celsius selama beberapa dekade yang akan datang. Ini akan mengarah pada siklus hidrologi yang bervariasi, dengan perubahan dalam curah hujan dan tingkat evapotranspirasi secara regional. Perubahan-perubahan ini akan mempengaruhi ketersediaan dan limpasan air dan dengan demikian dapat mempengaruhi rezim debit sungai. Efek potensial pada pelepasan ekstrim yang merusak desain awal dan struktur pengelolaan air menjadi perhatian khusus, karena perubahan ekstrem mungkin lebih besar daripada perubahan dalam angka rata-rata. Beragam bentuk aktivitas manusia yang tidak pernah lepas dari penggunaan air. Kondisi tersebut memaksa agar suatu wilayah dapat menjaga kualitas dan kuantitas sumber daya air. Tersedianya sumber daya air suatu wilayah harus mampu mencukupi kebutuhan air yang

diharapkan, sehingga terjadi keseimbangan antara keduanya. Penentuan keterlampauinya ketersediaan oleh kebutuhan air dapat dinyatakan melalui status daya dukung lingkungan. (Admadhani, *et al.*2013)

Dalam upaya menjaga kualitas dan kuantitas sumber daya air, pemerintah Indonesia sudah melaksanakan proyek strategis yaitu pembangunan 65 bendungan dalam lima tahun. Bendungan tersebut terdiri dari 16 proyek lama dan 49 proyek baru. Disamping itu upaya yang perlu diperhatikan dalam menghadapi perubahan iklim yang terjadi, perlu dilakukan pemeliharaan secara teratur dan study ulang untuk bendungan-bendungan yang sudah beroperasi. Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, penulis mencoba melakukan ***Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Neraca Air dan Operasi Waduk Darma***

## **I.2 Rumusan Masalah**

Beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Adanya potensi perubahan kondisi klimatologi sekitar Waduk pada masa yang akan datang
2. Adanya potensi peningkatan suhu rata-rata pada masa yang akan datang
3. Adanya potensi perubahan curah hujan pada masa yang akan datang
4. Adanya potensi perubahan inflow yang masuk ke DAS Waduk pada masa yang akan datang
5. Adanya potensi peningkatan kebutuhan air pada kondisi yang akan datang

## **I.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian ini adalah mengkaji potensi dampak perubahan iklim terhadap sektor sumber daya air, dalam hal ini adalah studi kasus operasi Waduk Darma.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk berkontribusi terhadap upaya penyusunan strategi adaptasi dampak perubahan iklim di sektor pengelolaan infrastruktur sumber daya air di Indonesia

## **I.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam proses pengoperasian waduk yang ada di Indonesia, dalam studi kasus penelitian ini di gunakan Waduk Darma.

## **I.5 Lingkup Penelitian**

Lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan tinjauan perubahan iklim. Perubahan iklim yang digunakan adalah perubahan curah hujan yang terjadi pada masa yang akan datang
2. Melakukan tinjauan ketersediaan air di waduk
3. Melakukan tinjauan ulang pola operasi Waduk

## **I.6 Batasan Penelitian**

Beberapa batasan yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Contoh wilayah penelitian ini adalah pada DAS Waduk Darma beserta daerah layanan air.
2. Pertumbuhan kebutuhan air dan debit, diproyeksikan hingga tahun 2050
3. Metode hujan limpasan yang digunakan menggunakan model NRECA

## **I.7 Sistematika penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **Bab I Pendahuluan**

Dalam bab ini diuraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, lingkup penelitian dan batasan penelitian

### **Bab II Tinjauan Pustaka**

Dalam bab ini diuraikan tentang teori dan dasar-dasar analisis data yang mendukung *Kajian Dampak Perubahan Iklim Terhadap Neraca Air dan Operasi Waduk Darma*

### **Bab III Metoda Penelitian**

Dalam bab ini diuraikan langkah-langkah pengerjaan berdasarkan studi pustaka dan studi pemodelan yang digunakan.

### **Bab IV Analisis dan Pembahasan**

Dalam bab ini diuraikan tentang hasil perhitungan dan pembahasan terhadap hasil perhitungan

### **Bab V Kesimpulan dan saran**

Dalam bab ini diuraikan tentang kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini.

## Bab II Tinjauan Pustaka

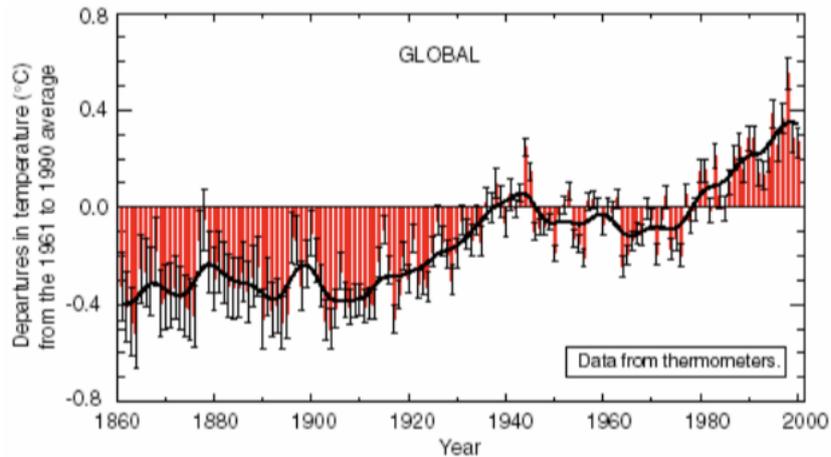
### II.1 Perubahan Iklim Global



Perubahan iklim terutama disebabkan oleh meningkatnya aktifitas manusia yang dimulai sejak revolusi industri. Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil seperti batubara, minyak bumi dan gas, selain itu  $\text{CO}_2$  juga bisa dihasilkan dari penebangan hutan (deforestasi). Menurut data historis konsentrasi  $\text{CO}_2$  meningkat dari tahun ketahun dan peningkatan secara drastis dimulai sejak di mulainya revolusi industri pada sekitar tahun 1900 (Gambar 2.1). Peningkatan konsentrasi  $\text{CO}_2$  diatmosfer ini akan mengakibatkan naiknya temperatur permukaan bumi yang dapat meyebabkan melelehnya es di kutub utara dan kutub selatan, sehingga tinggi muka air laut pun akan mengalami peningkatan. (Susandi, A

ITB)

Perubahan iklim (*climate change*) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global (*global warming*) dan di yakini akan berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian. Perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrim, serta kenaikan suhu udara dan permukaan air laut merupakan dampak serius dari perubahan iklim yang dihadapi Indonesia. Pertanian merupakan sektor yang mengalami dampak paling serius akibat perubahan iklim. (Jurnal Litbang Pertanian, 30(1), 2011).



Gambar II-1 Peningkatan Temperatur Global  
 Sumber: IPCC 2000

Variabilitas dan perubahan iklim sebagai akibat pemanasan global (*global warming*) merupakan salah satu tantangan terpenting pada milenium ketiga. Sejumlah bukti baru hasil berbagai studi mutakhir memperlihatkan bahwa faktor antropogenik, terutama perkembangan industri yang sangat cepat selama 50 tahun terakhir telah memicu terjadinya pemanasan global secara signifikan. Perubahan iklim berdampak terhadap kenaikan frekuensi maupun intensitas kejadian cuaca ekstrem, perubahan pola hujan, serta peningkatan suhu dan permukaan air laut.

Hasil kajian *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC 2007) menunjukkan bahwa sejak tahun 1850, tercatat ada 12 tahun terpanas berdasarkan data suhu permukaan global. Sebelas dari 12 tahun terpanas tersebut terjadi dalam waktu 12 tahun terakhir. Kenaikan suhu total dari tahun 1850–1899 sampai dengan 2001–2005 mencapai 0,76°C. Permukaan air laut rata-rata global juga meningkat dengan laju rata-rata 1,80 mm/tahun dalam kurun waktu tahun 1961–2003. Kenaikan total permukaan air laut yang berhasil dicatat pada abad ke-20 diperkirakan mencapai 0,17 m.

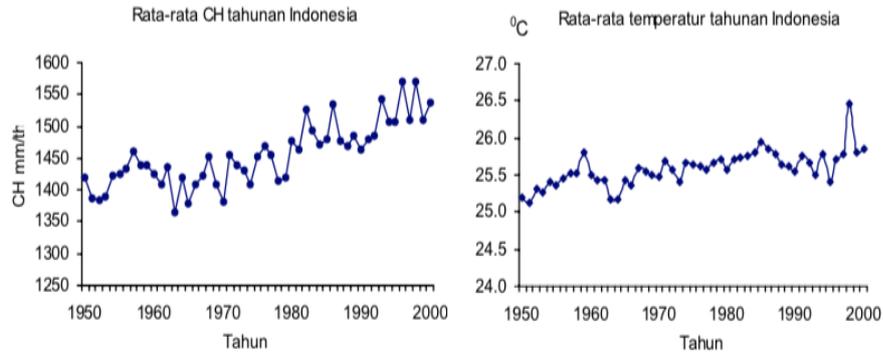
Pemanasan global akan terus meningkat dengan percepatan yang lebih tinggi pada abad ke-21 apabila tidak ada upaya menanggulangnya. Banjir adalah bencana yang paling sering terjadi (34%), diikuti longsor (16%). Kemungkinan pemanasan global akan menimbulkan kekeringan dan curah hujan ekstrem, yang pada gilirannya akan menimbulkan bencana iklim yang lebih besar (IPCC 2007). Laporan *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs* (UNOCHA) mengindikasikan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan terhadap bencana akibat perubahan iklim.

Tiga faktor utama yang terkait dengan perubahan iklim global, yang berdampak terhadap sektor pertanian adalah: 1) perubahan pola hujan, 2) meningkatnya kejadian iklim ekstrim (banjir dan kekeringan), dan 3) peningkatan suhu udara dan permukaan air laut (Salinger 2005).

Perubahan pola hujan telah terjadi di beberapa wilayah di Indonesia sejak beberapa dekade terakhir, seperti awal musim hujan yang mundur pada beberapa lokasi, dan maju di lokasi lain. Perubahan pola curah hujan juga menurunkan ketersediaan air pada waduk, terutama di Jawa. Sebagai contoh, selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari DAS Citarum yang masuk ke waduk menurun dari 5,70 miliar m<sup>3</sup>/tahun menjadi 4,90 miliar m<sup>3</sup>/tahun (PJT 2, 2009).

## **II.2 Perubahan Iklim di Indonesia**

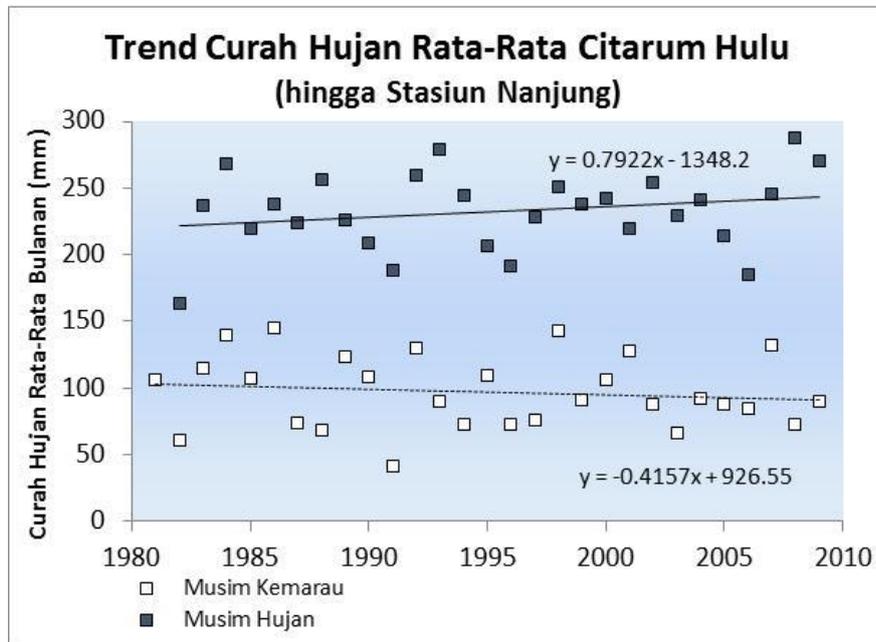
Menurut hasil penelitian, suhu udara di Indonesia telah meningkat sebesar 0,3<sup>0</sup>C sejak tahun 1900 (Hulme and Sheard, 1999), peningkatan suhu ini terjadi sepanjang musim. Sementara itu terjadi perubahan cuaca dan musim hal ini ditandai oleh peningkatan curah hujan disatu wilayah, sedangkan di wilayah lain terjadi pengurangan curah hujan sebesar 2-3% (Hulme and Sheard, 1999). Selain siklus harian dan musiman keragaman iklim di Indonesia juga ditandai dengan siklus beberapa tahun antara lain siklus fenomena global ENSO (El Nino Southern Oscillation). ENSO mempunyai siklus 3 - 7 tahun, tapi setelah dipengaruhi perubahan iklim diduga siklus ENSO menjadi lebih pendek antara 2 - 5 tahun (Ratag, 2001). Hal ini akan berakibat kekeringan yang lebih sering terjadi di berbagai wilayah Indonesia, seperti di Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat dan beberapa wilayah di Timur Pulau Jawa. Kekeringan yang terjadi akan mempengaruhi pada banyak sektor kehidupan dan pembangunan, misalnya kekeringan akan mempengaruhi produksi pertanian, kesulitan dalam penyediaan sumber air. pengurangan debit air untuk bendungan dan sebagainya.



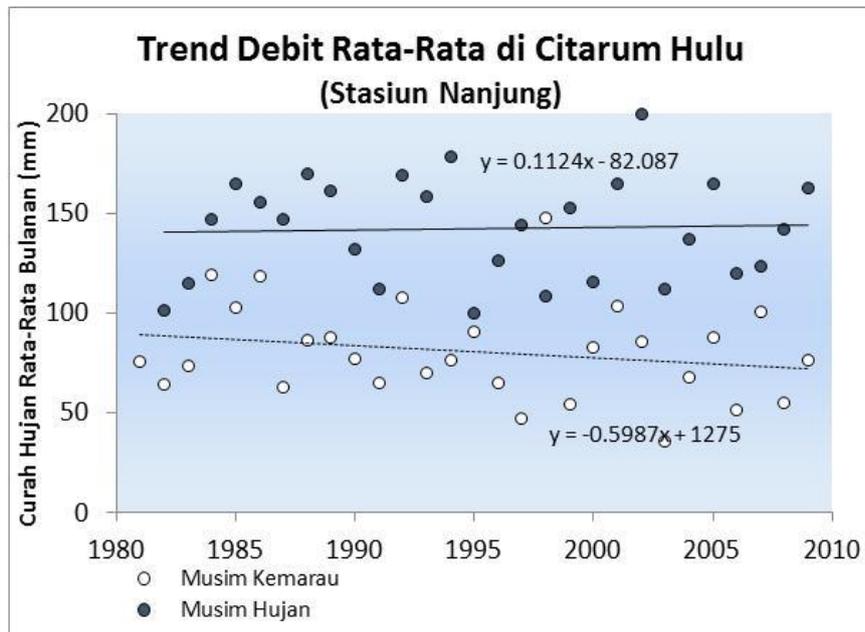
Gambar II-2 Data Historis Kenaikan Curah Hujan dan Temperatur Tahunan di Indonesia Tahun 1950-2000

Sumber: NOAA-CIRES (2005)

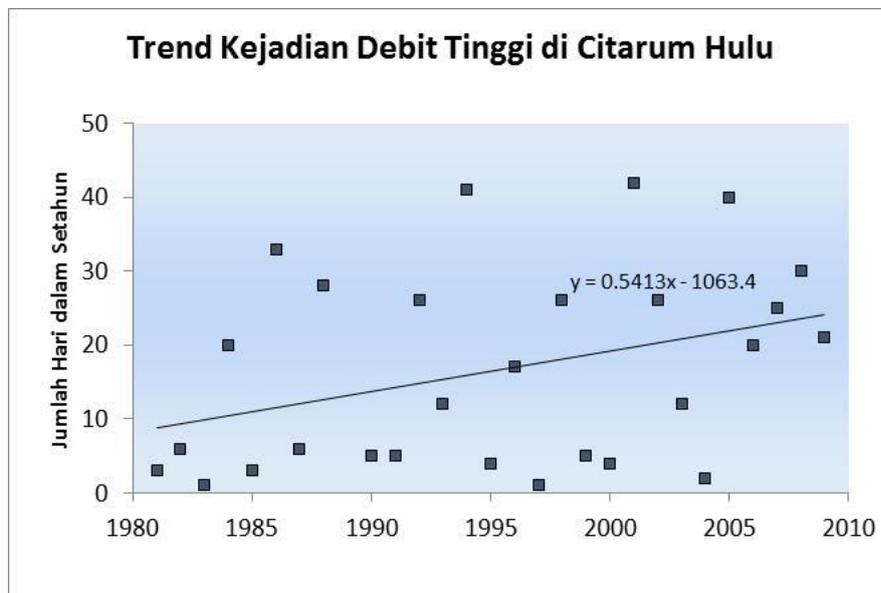
Perubahan pola curah hujan juga menurunkan ketersediaan air pada waduk, terutama di Jawa. Sebagai contoh, selama 10 tahun rata-rata volume aliran air dari DAS Citarum yang masuk ke waduk menurun dari 5,70 miliar m<sup>3</sup>/tahun menjadi 4,90 miliar m<sup>3</sup>/tahun (PJT 2, 2009).



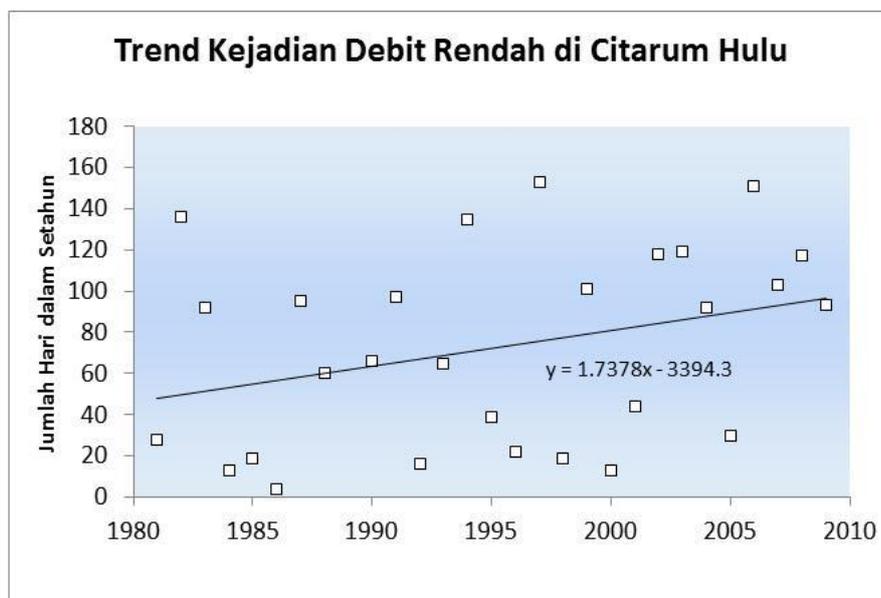
Gambar II-3 Curah Hujan Rata-rata Citarum Hulu (2005-2010)



Gambar II-4 Debit Rata-rata Citarum Hulu (2005-2010)



Gambar II-5 Kejadian debit tinggi di Citarum Hulu



Gambar II-6 Kejadian Debit Rendah di Citarum Hulu

### II.3 Bendungan

Dalam Peraturan Menteri Nomor 72/PRT/1997, bendungan adalah setiap bangunan penahan air buatan, jenis urugan atau jenis lainnya yang menrecapung air atau dapat menrecapung air, termasuk pondasi, bukit/tebing tumpuan, serta bangunan pelengkap dan peralatannya, termasuk juga bendungan limbah galian, tetapi tidak termasuk bendung dan tanggul

Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 37 Pasal 1 Tahun 2010 tentang Bendungan, bahwa bendungan adalah bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menrecapung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menrecapung limbah tambang (tailing), atau menrecapung lumpur sehingga terbentuk waduk. Bendungan atau waduk merupakan wadah buatan yang terbentuk sebagai akibat dibangunnya bendungan.

### II.4 Fungsi Waduk

Dalam Pedoman Waduk Tunggal (2004), berdasarkan fungsinya, waduk dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

- a) Waduk eka guna (*single purpose*)

Waduk eka guna adalah waduk yang dioperasikan untuk memenuhi satu kebutuhan, misalnya kebutuhan air irigasi, air baku, atau PLTA. Pengoperasian waduk eka guna lebih mudah karena tidak terjadi konflik dalam pengoperasiannya atau konflik

kepentingan. Pada waduk eka guna pengoperasian hanya mempertimbangkan pemenuhan satu kebutuhan.

b) Waduk multi guna (*multi purpose*)

Waduk multi guna adalah waduk yang dioperasikan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, misalnya memenuhi kebutuhan air irigasi, air baku, dan PLTA. Kombinasi dari berbagai kebutuhan dimaksudkan untuk mengoptimalkan fungsi waduk dan meningkatkan kelayakan pembangunan suatu waduk. Hal yang harus diperhatikan dalam mengoperasikan waduk multiguna adalah konflik kepentingan terutama bila potensi sumber airnya terbatas. Konflik kepentingan terjadi karena setiap jenis kebutuhan memiliki persyaratan optimum yang berbeda. Sebagai contohnya, PLTA mempertahankan muka air tinggi agar didapatkan energi listrik yang besar, sedangkan irigasi tidak mempertimbangkan TMA tetapi volume air yang dikeluarkan. Contoh lain konflik adalah waduk yang mempunyai fungsi pembangkitan tenaga listrik dan pengendalian banjir. Pola operasi waduk untuk pengendalian banjir mengusahakan agar waduk sebelum musim penghujan dalam kondisi kosong sedangkan waduk yang berfungsi untuk PLTA mempertahankan muka air agar tetap tinggi. Pola operasi yang digunakan dalam kondisi ini adalah kompromi antara berbagai kebutuhan meskipun tidak akan diperoleh hasil yang maksimal.

## **II.5 Karakteristik Waduk**

Karakteristik waduk yang diperlukan dalam penyusunan pola operasi suatu waduk adalah data fisik waduk seperti lebar dan elevasinya pelimpah, ada/tidak adanya pintu di atas pelimpah, data *outlet* dari waduk, data elevasi maksimum pengoperasian, data tampungan mati dan tampungan efektif, serta data hubungan antara elevasi – luas dan volume dari waduk. Data hubungan antara elevasi-luas dan elevasi-volume didapatkan dari hasil pengukuran/pemeruman kedalaman waduk yang perlu dilakukan secara rutin.

## **II.6 Penyusunan Pola Operasi Waduk**

Pola operasi waduk adalah patokan operasional bulanan suatu waduk yang mana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus mengikuti ketentuan agar elevasinya terjaga sesuai dengan rancangan (**Pd T-25-2004-A**).

### II.6.1 Persamaan Dasar Dalam Simulasi Waduk

Persamaan dasar simulasi neraca air di waduk merupakan fungsi dari masukan, keluaran dan tampungan waduk yang dapat disajikan dalam persamaan sebagai berikut:

$$I - O = ds/dt \quad \text{II-I}$$

Dengan

I = Masukan

O = Keluaran

$ds/dt = \Delta S$  Perubahan Tampungan

Atau secara rinci dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$S_{t+1} = S_t + I_t + R_t - E_t - L_t - O_t - O_{st}$$

Dengan:

$S_t$  adalah tampungan waduk pada periode t

$S_{t+1}$  adalah tampungan waduk pada periode t+1

$I_t$  adalah masukan waduk pada periode t

$R_t$  adalah hujan yang jatuh di atas permukaan waduk, pada periode t

$E_t$  adalah kehilangan air akibat evaporasi pada periode t

$L_t$  adalah kehilangan air akibat rembesan dan bocoran

$O_t$  adalah total kebutuhan air

$O_{st}$  adalah keluaran dari pelimpah

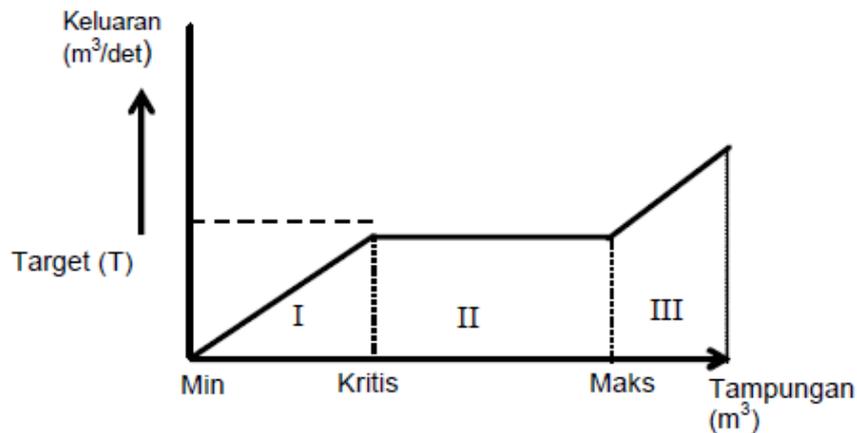
### II.6.2 Pendekatan Dalam Pola Operasi Waduk

Pendekatan yang dapat digunakan di dalam pengoperasian waduk adalah sebagai berikut.

- a) Pola pengoperasian dengan pendekatan tahunan (*one year return*) artinya waduk pada awal operasi dalam kondisi penuh dan untuk periode satu tahun operasi waduk diusahakan kembali penuh.
- b) Pola pengoperasian dengan pendekatan beberapa tahun (*multi years return*) artinya waduk pada awal operasi dalam kondisi penuh dan tidak merupakan suatu keharusan/target bahwa pada akhir operasi dalam satu tahun elevasinya kembali seperti pada awal operasi. Elevasi muka air dalam kondisi penuh kembali setelah beberapa tahun operasi.

## II.7 Metode Dalam Penyusunan Pola Operasi Waduk

### II.7.1 Pola Konvensional



Gambar II-7 Kurva operasi waduk konvensional

Pada pola konvensional waduk dioperasikan dengan ketentuan seperti pada Gambar II-2 sebagai berikut:

- apabila tampungan di waduk pada kondisi I (antara tampungan minimum pengoperasian dan kondisi awal kritis), keluaran air dari waduk lebih kecil dari target (kebutuhan).
- apabila tampungan berada pada kondisi II, keluaran air dari waduk sesuai dengan kebutuhan air yang diperlukan atau sesuai target
- apabila tampungan pada kondisi III dimana volume tampungan sama atau lebih besar dari tampungan maksimum, keluaran air dari waduk besarnya sama dengan kebutuhan/target ditambah dengan besarnya debit yang terbuang melalui pelimpah.

“Pola operasi yang optimal menjaga agar terjadi limpasan air di atas pelimpah dan tidak adanya pengurangan kebutuhan akibat tampungan yang cenderung menurun di bawah ambang kritis”.

### II.7.2 Metode Simulasi

Dalam metode ini muka air waduk disimulasikan dengan berbagai kondisi tipe masukan (*inflow*) dan karakteristik waduk sehingga didapatkan kurva/ambang pola pengoperasian. Skema model simulasi dapat dilihat pada Gambar II.2. Ada tiga ambang batas yang akan ditentukan dari hasil simulasi yaitu suatu ambang batas untuk pengoperasian waduk pada kondisi basah, ambang batas untuk kondisi normal dan ambang batas untuk kondisi kering.

Dengan diketahuinya ketiga ambang tersebut maka pengeluaran air dari waduk dapat dikendalikan sehingga tidak sampai waduk dalam kondisi yang sangat kritis pada akhir operasi dan diusahakan agar waduk penuh kembali pada akhir operasi sebelum masuk pada tahun pengoperasian selanjutnya.

Dalam tahap operasional, pengoperasian waduk/keluaran air dari waduk sangat tergantung pada elevasi waduk pada tiap akhir periode (mingguan, bulanan). Untuk kondisi muka air masih dalam ambang basah dan normal, pengeluaran air sesuai dengan target. Apabila muka air waduk telah mencapai ambang kering maka pengeluaran air perlu dikurangi sesuai dengan prioritas yang telah diatur dalam undang-undang 17 tahun 2019 tentang SDA.

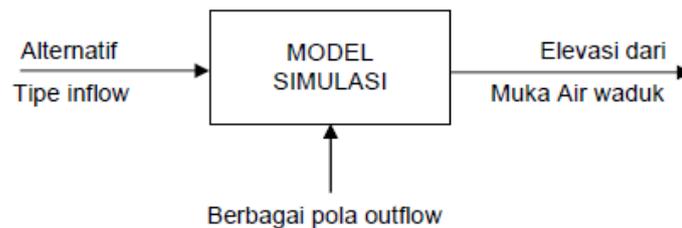
Kelebihan dari metode simulasi adalah :

- a) Dapat mensimulasi masukan data dalam jumlah yang cukup banyak.
- b) Dapat membandingkan beberapa manajemen kebijaksanaan.

Sedangkan kekurangan dari metode ini adalah :

- a) Proses harus dilakukan dengan cara coba-coba.
- b) Memerlukan lebih banyak waktu dan dana.
- c) Tidak dapat memberikan hasil yang optimal.

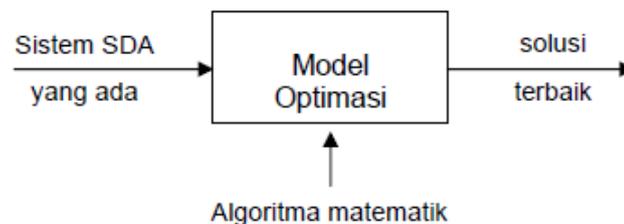
Pada gambar II-3 disajikan skema model simulasi waduk



Gambar II-8 Skema model simulasi

### II.7.3 Metode Optimasi

Operasi pemanfaatan sumber daya air yang optimal merupakan aspek yang sangat penting dalam pendayagunaan sumber daya air khususnya pada perencanaan operasi waduk. Prinsip dari metode optimasi dapat dilihat pada Gambar II-4 dibawah ini:



Gambar II-9 Skema Model Optimasi

Ada tiga tahapan dalam mempersiapkan model optimasi, yaitu :

- a) Mengidentifikasi fungsi objektif.  
Fungsi objektif mengukur efektivitas atau kegunaan yang menghubungkan beberapa kombinasi dari variabel. Fungsi objektif merupakan fungsi yang dioptimasi baik maksimum atau minimum. Contoh fungsi objektif adalah minimum kekurangan (*minimum shortage*), atau maksimum keuntungan.
- b) Mengidentifikasi *decision variable* secara kuantitatif dan menentukan ketelitiannya.
- c) Mengidentifikasi faktor-faktor tertentu yang membatasi (*decision variable*), tahapan ini akan menghasilkan persamaan kendala (*constraints*) yaitu persamaan aljabar atau ketidaksamaan atau dalam beberapa kasus sama dengan persamaan differensial dimana persamaan tersebut harus dipenuhi dalam menentukan nilai maksimum atau minimum dari fungsi objektif.

Program teknik optimasi yang dapat digunakan adalah Program Linier, Non Linier, dan DiNrecaik. Pemilihan suatu teknik optimasi sangat tergantung pada karakteristik waduk yang ditinjau, ketersediaan data, tujuan, dan kendala (*constraints*) yang ada.

## II.8 Prosedur Dalam Pembuatan Pola Operasi Dan Pengoperasian Waduk Tunggal

Prosedur penyusunan/pembuatan pola operasi waduk:

- 1) tentukan/hitung besarnya *inflow* (hasil observasi/sintetis) yang akan masuk ke waduk untuk berbagai kondisi tahun kering, normal, dan basah.
- 2) tentukan hubungan antara elevasi-luas dan volume dari suatu waduk yang senantiasa diperbaharui karena adanya pendangkalan akibat sedimentasi.
- 3) tentukan kondisi fisik dari suatu waduk (*dead storage*, *effective storage*, dan *flood storage*).
- 4) tentukan rencana pola operasi waduknya untuk periode tahunan atau periode beberapa tahun.
- 5) tentukan besarnya *outflow* yang akan dikeluarkan dari suatu waduk tunggal atau waduk multiguna (hasil dari penjumlahan kebutuhan air hilir yang harus dilayani dari waduk tersebut)

- 6) hitung besarnya volume tampungan dengan persamaan dasar neraca air  

$$St+1 = St + It + Rt - Et - Lt - Ot - Ost$$
(dimana t adalah periode operasi). Dengan hubungan elevasi - volume tampungan, tentukan TMA waduk setiap waktu (t)
- 7) mensimulasikan tinggi muka air untuk berbagai tipe kondisi *inflow* (basah, kering, normal) dengan pola *outflow* sesuai target (hasil dari penghitungan kebutuhan air) untuk mendapatkan ambang batas TMA kondisi basah, normal dan kering. Contoh simulasi dilakukan untuk berbagai kondisi sebagai berikut :

Tabel II-1 Contoh simulasi tinggi muka air berbagai kondisi

	Simulasi	Akual Operasi
Kondisi Inflow	Outflow	Outflow
Tahun Basah	Target	Target
Tahun Normal	Target	Target
Tahun Kering	Target	<Target

- 8) Bilamana TMA pada akhir operasi tidak dapat kembali seperti TMA pada saat awal operasi maka pola *outflow* diubah-ubah sehingga diperoleh besaran *outflow* yang memenuhi syarat batasan muka air untuk kondisi kering.
- 9) Dari hasil simulasi didapat ambang batas dan pola *outflow* untuk operasi pada tahun basah, tahun normal, dan tahun kering

## II.9 Pengoperasian Waduk Tunggal

Prosedur ini digunakan untuk pengoperasian waduk dengan pendekatan tahunan (*one year return*)

- 1) tentukan bulan awal pengoperasian dan elevasi waduk saat akan dioperasikan
- 2) operasikan waduk sesuai dengan target kebutuhan untuk waduk eka guna/multiguna selama durasi waktu (bulanan/mingguan)
- 3) periksa elevasi muka air di waduk pada akhir bulan/minggu
- 4) apabila elevasi di waduk masih di ambang basah atau normal, lanjutkan pengoperasian waduk sesuai dengan target kebutuhan untuk bulan/minggu selanjutnya

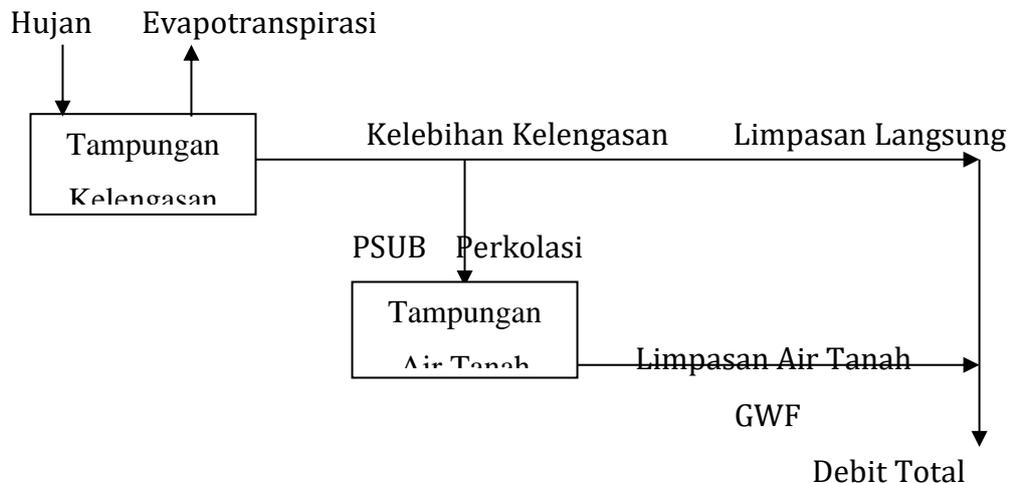
- 5) apabila elevasi waduk berada pada ambang kering, operasikan waduk sesuai dengan kondisi pola outflow kering atau kurang besarnya *outflow* sesuai dengan prioritas.
- 6) Pada akhir tahun operasi usahakan muka air kembali seperti pada saat awal operasi.

## II.10 Model Hidrologi Hujan-Limpasan

Pada penelitian ini, model hidrologi hujan-limpasan yang digunakan adalah model NRECA

### II.10.1 Model NRECA

Ketersediaan air dapat dihitung dengan menggunakan Model NRECA yang dikembangkan oleh Crawford. NRECA digunakan untuk memperkirakan debit bulanan dari hujan bulanan. Konsep model NRECA memerlukan input utama data hujan dan evapotranspirasi aktual yang diilustrasikan pada gambar II-10



Gambar II-10 Diagram Model Hujan Limpasan NRECA

Debit aliran permukaan dapat diketahui dari pengukuran langsung pada suatu aliran permukaan, namun dari hasil pengamatan di lapangan ternyata kondisi aliran sungai tidak memungkinkan untuk diukur secara langsung, sehingga perlu dilakukan simulasi untuk mengetahui besarnya debit aliran. Dalam simulasi ini diperlukan data curah hujan, evapotranspirasi dan karakteristik daerah pengaliran yang akan diperkirakan debit alirannya.

Aliran permukaan maupun di bawah permukaan merupakan hasil dari siklus hidrologi. Hujan yang turun di permukaan bumi akan segera diikuti dengan proses terjadinya aliran permukaan dan sebagian dari hujan tersebut ada yang meresap ke dalam tanah. Aliran yang

meresap akan bergerak sebagai *subsurface flow* dan akan masuk ke aliran-aliran utama seperti sungaidan memberikan aliran kontinu. Pada aliran yang tak tercatat besaran alirannya, catatan curah hujan dan penguapan dapat dijadikan sebagai dasar perhitungan aliran yang terjadi.

Metoda perhitungan yang dilakukan dalam model limpasan NRECA ini menggunakan data hujan bulanan dan evapotranspirasi untuk menghitung debit bulanan yang terjadi. Persamaan dasar keseimbangan air yang digunakan: :

$$RO = P - AE + \Delta S$$

Dimana :

- P = presipitasi
- AE = penguapan aktual
- $\Delta S$  = perubahan tampungan
- RO = aliran permukaan

Beberapa parameter karakteristik daerah tangkapan yang digunakan dalam model limpasan ini diuraikan sebagai berikut :

NOMINAL (*Index soil moisture storage capacity* pada daerah tangkapan)

PSUB (*Persentase runoff* yang mengalir pada jalur *subsurface*)

GWF (*Persentase air yang masuk menjadi aliran air tanah*)

Karakteristik-karakteristik tersebut dapat diperkirakan dengan cara sebagaimana berikut :

NOMINAL

$100 + C \cdot (\text{hujan tahunan rata-rata})$ , dimana :

$C = 0.2$  , untuk daerah dengan hujan sepanjang tahun

$C < 0.2$  , untuk daerah dengan hujan musiman.

Hujan NOMINAL dapat dikurangi hingga 25 % untuk daerah dengan tetumbuhan terbatas dan penutup tanah yang tipis.

PSUB

PSUB = 0.5, untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa

$0.5 < \text{PSUB} \leq 0.9$  , untuk daerah dengan akuifer permeabel yang besar

$0.3 \leq \text{PSUB} < 0.5$  , untuk daerah dengan akuifer terbatas dan lapisan tanah yang tipis.

GWF

GWF = 0.5, untuk daerah tangkapan hujan yang normal/biasa,

0.5 < GWF ≤ 0.8, untuk daerah yang memiliki aliran menerus yang kecil,

0.2 ≤ GWF < 0.5, untuk daerah yang memiliki aliran menerus yang dapat diandalkan.

Pemilihan parameter karakteristik NOMINAL, PSUB dan GWF dilakukan dengan coba-coba sehingga koefisien korelasi antara debit aktual dan model mendekati satu. Langkah Perhitungan mencakup 18 tahap yang dinyatakan dengan contoh pada tabel berikut. Perhitungan dapat dilakukan kolom per kolom dari kolom (1) hingga (18) berikut ini :

Tabel II-2 Langkah perhitungan metode NRECA

KOLOM	KETERANGAN
1	Nama bulan Januari sampai Desember
2	Presipitasi (hujan) bulanan rata-rata (mm)
3	Evapotranspirasi potensial (PET) (mm)
4	Penyimpanan kadar kelembaban tanah ( <i>moisture storage</i> ) (mm) Harga kelembaban tanah ditetapkan dengan coba-coba dan sebagai kondisi awal dan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. $Moisture\ Storage\ (i) = Moisture\ Storage\ (i-1) + \Delta\ Storage\ (i-1)$
5	Rasio penyimpanan ( <i>Storage Ratio</i> ) $Storage\ Ratio\ (i) = \frac{Moisture\ Storage\ (i)}{NOMINAL}$
6	Rasio Presipitasi (R <sub>b</sub> )/Evapotranspirasi potensial = kolom (2)/kolom (3)
7	Rasio AET/PET AET = Evapotranspirasi aktual. Rasio ini didapat dengan bantuan grafik 1, tergantung dari nilai R <sub>b</sub> /PET
8	$AET(i) = \left( \frac{AET(i)}{PET(i)} \right) \times PET(i)$ . Harga ini didapatkan dari perkalian kolom (3) dan (7)
9	Neraca air (water balance) = R <sub>b</sub> - AET (kolom (2) - kolom (8))
10	Rasio kelebihan kelembaban tanah ( <i>excess moisture ratio</i> ).

KOLOM	KETERANGAN
	1. Bila neraca air pada kolom (9) positif, maka harga kelebihan kelembaban tanah didapatkan dengan bantuan graafik 2. Jika harga kesetimbangan air negatif, maka harga rasio ini sama dengan nol
11	Kelebihan kelembaban tanah ( <i>excess moisture</i> ) didapatkan dengan mengalikan harga kolom (10) dengan (9) $Excess\ Moisture(i) = Excess\ Moisture\ Ratio(i) \times Water\ Balance(i)$
12	Perubahan tampungan = kolom (9) – kolom (11) $Delta\ Storage(i) = Water\ Balance(i) - Excess\ Moisture(i)$
13	Pengisian air tanah ( <i>recharge to groundwater</i> ). Harga pengisian air tanah didapatkan dengan mengalikan PSUB dengan kolom 11. $Recharge\ to\ Ground\ Water(i) = PSUB \times Excess\ moisture(i)$
14	Tampungan awal air tanah ( <i>begin storage GW</i> ). Harga tampungan awal air tanah ditetapkan sebagai kondisi awal dan digunakan pada perhitungan selanjutnya.
15	Tampungan akhir air tanah ( <i>end storage Ground Water</i> ). Harga tampungan akhir air tanah didapatkan dari penjumlahan antara kolom (13) dan kolom (14). $End\ Storage\ GW(i) = Recharge\ to\ GW(i) + Begin\ Storage\ GW(i)$
16	Aliran air tanah ( <i>GW flow</i> ). Harga ini didapatkan dari perkalian antara GWF dengan kolom (15)
17	<i>Direct Flow</i> . Harga <i>direct flow</i> didapatkan dari pengurangan antara kolom (11) dengan kolom (13)
18	Debit Total. = kolom (16) + kolom (17)
19	Debit pengamatan ( <i>observed discharge</i> ). Harga debit pengamatan digunakan untuk proses kalibrasi model.

## II.11 Kebutuhan Air

Ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air pada dasarnya berasal dari air hujan (*atmosferik*), air permukaan dan air tanah. Hujan yang jatuh di atas permukaan pada suatu

Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Wilayah Sungai (WS) sebagian akan menguap kembali sesuai dengan proses iklimnya, sebagian akan mengalir melalui permukaan dan sub permukaan masuk ke dalam saluran, sungai atau danau dan sebagian lagi akan meresap jatuh ke tanah sebagai pengisian kembali (*recharge*) pada kandungan air tanah yang ada (Anonim, 2006).

Secara keseluruhan jumlah air di planet bumi ini relatif tetap dari masa ke masa (Suripin, 2002). Ketersediaan air yang merupakan bagian dari fenomena alam, sering sulit untuk diatur dan diprediksi dengan akurat. Hal ini karena ketersediaan air mengandung unsur variabilitas ruang (*spatial variability*) dan variabilitas waktu (*temporal variability*) yang sangat tinggi. Konsep siklus hidrologi adalah bahwa jumlah air di suatu luasan tertentu di hamparan bumi dipengaruhi oleh masukan (*input*) dan keluaran (*output*) yang terjadi. Kebutuhan air di kehidupan kita sangat luas dan selalu diinginkan dalam jumlah yang cukup pada saat yang tepat. Oleh karena itu, analisis kuantitatif dan kualitatif harus dilakukan secermat mungkin agar dapat dihasilkan informasi yang akurat untuk perencanaan dan pengelolaan sumberdaya air.

Untuk perencanaan pemanfaatan air, pengamatan permukaan air sungai dilaksanakan di lokasi rencana bangunan air, seperti bendungan dan bangunan-bangunan pengambilan air dll. (Sosrodarsono, 2006).

## II.12 Penggunaan Air Baku

Total kebutuhan air baku tergantung dari jumlah penduduk yang dilayani, dan beberapa faktor, antara lain industri , pelayanan umum , dll. Semua hal itu sudah diatur dalam peraturan Dirjen PU Cipta Karya tahun 2007.

Adapun kebutuhan Air Minum secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Kebutuhan domestik
2. Kriteria yang digunakan
  - Lihat hasil survey kebutuhan prasarana
  - Pemakaian air untuk SR= 120 l/org/hr
  - Pemakaian untuk HU/TA = 60 l/org/hr (standar pelayanan minimum)
3. Kebutuhan non-domestik
4. Kebutuhan industri dengan kriteria pemakaian air = 0,1 – 0,3 l/ha/hr
5. Kebutuhan niaga dengan kriteria pemakaian air= 900 l/niaga/hr (niaga kecil) dan 5000 l/niaga/hr (niaga besar)

6. Kebutuhan fasilitas umum (pendidikan, kantor pemerintahan, dsb) dengan kriteria pemakaian air = 10% - 15 % dari kebutuhan domestik
7. Prediksi dilakukan 15 – 20 tahun ke depan sesuai dengan Rencana Induk SPAM
8. Kriteria untuk pemakaian air maksimum = 1,15 pemakaian /hari
9. Pemakaian air untuk jam puncak = 1,5 – 1,7 pemakaian hari maksimum
10. Kebutuhan hotel = 3 m<sup>3</sup>/kamar/hari

Jumlah Penduduk (jiwa)	Jenis Kota	Jumlah Kebutuhan Air (l/org/hari)
> 2.000.000	Metropolitan	> 210
1.000.000-2.000.000	Metropolitan	150-210
500.000-1.000.000	Besar	120-150
100.000-500.000	Besar	100-120
20.000-100.000	Sedang	90-100
3.000-20.000	kecil	60-100

Sumber: Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU.

### II.13 Penduduk

Laju pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah penduduk di suatu wilayah tertentu setiap tahunnya. Kegunaannya adalah memprediksi jumlah penduduk suatu wilayah di masa yang akan datang.

Rumus laju pertumbuhan penduduk, yaitu

$$r = \{(P_t/P_0)^{(1/t)} - 1\} \times 100 \quad \text{II-II}$$

dimana:

r = laju pertumbuhan penduduk

P<sub>t</sub> = Jumlah penduduk pada tahun ke -t

P<sub>0</sub> = Jumlah penduduk pada tahun dasar

t = selisih tahun P<sub>t</sub> dengan P<sub>0</sub>

#### II.13.1 Laju Pertumbuhan Penduduk Geometrik

Laju pertumbuhan penduduk geometrik menggunakan asumsi bahwa laju pertumbuhan penduduk sama setiap tahunnya. Rumus laju pertumbuhan penduduk geometrik adalah sebagai berikut.

$$P_t = P_0 (1+r)^t \quad \text{II-III}$$

atau

$$r = \left( \frac{Pt}{Po} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

II-IV

Keterangan:

Pt = Jumlah penduduk pada tahun t

Po = Jumlah penduduk pada tahun dasar

t = jangka waktu

r = laju pertumbuhan penduduk. Jika nilai  $r > 0$ , artinya pertumbuhan penduduk positif atau terjadi penambahan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Jika  $r < 0$ , artinya pertumbuhan penduduk negatif atau terjadi pengurangan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya. Jika  $r = 0$ , artinya tidak terjadi perubahan jumlah penduduk dari tahun sebelumnya.

## II.14 Irigasi

Dalam (Mawardi, 1989), sistem Irigasi merupakan upaya yang dilakukan oleh manusia untuk memperoleh air dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk mengairi lahan pertanian guna menunjang produksi pertanian.. Upaya ini meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Terkait prasarana irigasi, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik, agar sistem irigasi yang dibangun merupakan irigasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sesuai fungsinya mendukung produktivitas usaha tani. Berdasarkan Permen PUPR Nomor 30 Tahun 2015 tentang Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi yang dimaksud dengan irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

Dalam sistem irigasi sangat erat kaitannya dengan penyediaan dan penggunaan air irigasi. Penyediaan air irigasi adalah penentuan volume air per satuan waktu yang dialokasikan dari suatu sumber air untuk suatu daerah irigasi yang didasarkan waktu, jumlah, dan mutu sesuai dengan kebutuhan untuk menunjang pertanian dan keperluan lainnya. Sedangkan penggunaan air irigasi adalah kegiatan memanfaatkan air dari petak tersier untuk mengairi lahan pertanian pada saat diperlukan.

## II.15 Debit Andalan

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi, dengan kemungkinan

terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). (Kriteria Perencanaan Irigasi KP-01,2013)

Untuk menghitung debit andalan digunakan data debit hasil pencatatan AWLR (*Automatic Water Level Record*) atau pencatatan debit di bendung. Debit andalan ditentukan untuk periode tengah – bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai. Dalam menentukan debit andalan dengan menghitung persen keandalan, diperoleh dari nilai  $m/n$  yang dinyatakan dalam %, dimana  $m$  adalah nomor urut dan  $n$  adalah jumlah data.

## II.16 Jenis-Jenis Turbin Air

Turbin merupakan peralatan mekanik yang mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik (putaran). Air yang memiliki tekanan dan kecepatan tertentu menumbuk sudut-sudut turbin dan memutar *runner* turbin sehingga berputar dengan daya yang sebanding dengan daya dari potensi air. Turbin atau kincir adalah komponen utama dalam proses pembangkitan tenaga listrik, turbin berfungsi sebagai pemutar generator.

- **Turbin Impuls** : Adalah turbin yang bekerja karena aliran air. Energi potensial air diubah menjadi energi kinetik pada nozle. Air keluar nozle yang mempunyai kecepatan tinggi membentur sudu turbin. Setelah membentur sudu arah kecepatan aliran berubah sehingga terjadi perubahan momentum (impulse). Akibatnya roda turbin akan berputar. Turbin impuls adalah turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nosel tekanannya adalah sama dengan tekanan atmosfer sekitarnya. Semua energi tinggi tempat dan tekanan ketika masuk ke sudu jalan turbin dirubah menjadi energi kecepatan.
- **Turbin Pelton**. Untuk pembangkit skala besar membutuhkan head lebih kurang 150 meter tetapi untuk skala mikro head 20 meter sudah mencukupi.
- **Turbin Turgo**. Dapat beroperasi pada head 30 s/d 300 m. Seperti turbin pelton turbin turgo merupakan turbin impulse, tetapi sudunya berbeda
- **Turbin Crossflow**. Salah satu jenis turbin impuls ini juga dikenal dengan Nrecaa Turbin Michell-Banki yang merupakan penemunya. Selain itu juga disebut Turbin Osberger yang merupakan perusahaan yang memproduksi turbin crossflow. Turbin crossflow dapat dioperasikan pada debit 20 litres/sec hingga  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$  dan head antara 1 s/d 200 m.

- **Turbin Reaksi** : Sudu pada turbin reaksi mempunyai profil khusus yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan air selama melalui sudu. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga *runner* (bagian turbin yang berputar) dapat berputar. Turbin yang bekerja berdasarkan prinsip ini dikelompokkan sebagai turbin reaksi. Runner turbin reaksi sepenuhnya tercelup dalam air dan berada dalam rumah turbin.
- **Turbin francis.** Turbin Francis merupakan salah satu turbin reaksi. Turbin dipasang diantara sumber air tekanan tinggi di bagian masuk dan air bertekanan rendah di bagian keluar. Turbin Francis menggunakan sudu pengarah. Sudu pengarah mengarahkan air masuk secara tangensial.
- **Turbin Kaplan dan propeller** merupakan turbin reaksi aliran aksial. Turbin ini tersusun dari propeller seperti pada perahu..Propeller tersebut biasanya mempunyai tiga hingga enam sudu.

Tabel II-3 Klasifikasi Turbin Air

<b>Turbin Runner</b>	<b>High Head (more than 100m / 325 ft)</b>	<b>Medium Head (20 to 100 m/60 to 325 ft)</b>	<b>Low Head (5 to 20 m/16 to 60 ft)</b>	<b>Ultra-Low Head (less than 5 m/16 ft)</b>
Impulse	Pelton Turgo	Cross-flow Turgo Multi- Jet Pelton	Cross-Flow Multi-Jet Turgio	Water Wheel
Reaction	-	Francis Pump- as- Turbin	Propeller Kaplan	Propeller Kaplan

Sumber: (Diktat Kuliah Bangunan Tenaga air, UGM 2015)

Tabel II-4 Tabel Variasi Head Operasi Turbin

<b>Jenis Turbin</b>	<b>Variasi Head, m</b>
Kaplan dan Propeller	$2 < H < 20$
Francis	$10 < H < 350$
Pelton	$50 < H < 1000$
Crossflow	$6 < H < 100$
Turgo	$50 < H < 250$

Sumber: (Diktat Kuliah Bangunan Tenaga air, UGM 2015)

**Output turbin** dihitung dengan formula:

$$P = 9.81 \times Q \times H \times \eta_t$$

II-V

Dimana:

Q = Debit air, m<sup>3</sup>/s

H = Efektif head, m

$\eta_t$  = efisiensi turbin

0,8-0,85 untuk turbin pelton

0,8-0,9 untuk turbin francis

0,7-0,8 untuk turbin crossflow

0,8-0,9 untuk turbin properlkaplan

## II.17 Optimasi Waduk Metode Linear Programming

Program Linier merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimalkan keuntungan dan meminimumkan biaya (Siringoringo, 2005 dalam Joubert, 2011).

Program linier merupakan salah satu teknik optimasi yang tergabung dalam *mathematical programming*. Menurut Jayadi (2000) bahwa prosedur umum penyelesaian model matematis diawali dengan mendefinisikan komponen persoalan berikut:

1. *Decision variable* (variabel keputusan) : sebagai besaran yang akan dicari nilainya;
2. *Parameters* : ukuran-ukuran bernilai tetap dan dapat diterapkan dalam perhitungan seperti harga, biaya, *benefit* dan lain-lain;
3. *Constrain* : sebagai faktor pembatas/kendala yang perlu dirumuskan secara matematik;
4. *Objectif function* : adalah pernyataan kuantitatif dari kasus optimasi.

Program linier memiliki tiga unsur dasar yaitu fungsi tujuan, fungsi kendala, dan prosedur iteratif untuk menemukan penyelesaian optimum. Persamaan yang dapat diselesaikan dengan menggunakan program linier adalah untuk tujuan mengoptimalkan dengan keterbatasan sumber daya yang dinyatakan dalam persamaan (=) atau pertidaksamaan (</>).

Untuk mendapatkan hasil yang optimal, persyaratan yang harus dipenuhi adalah dengan menyelesaikan persoalan secara matematis tersebut harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Variabel keputusan tidak negatif.
2. Adanya fungsi tujuan (*objective function*) dari variabel keputusan dan dapat digambarkan dalam satu set fungsi linier.
3. Keterbatasan sumber daya maupun sumber dapat pula digambarkan dalam satu set fungsi linier.

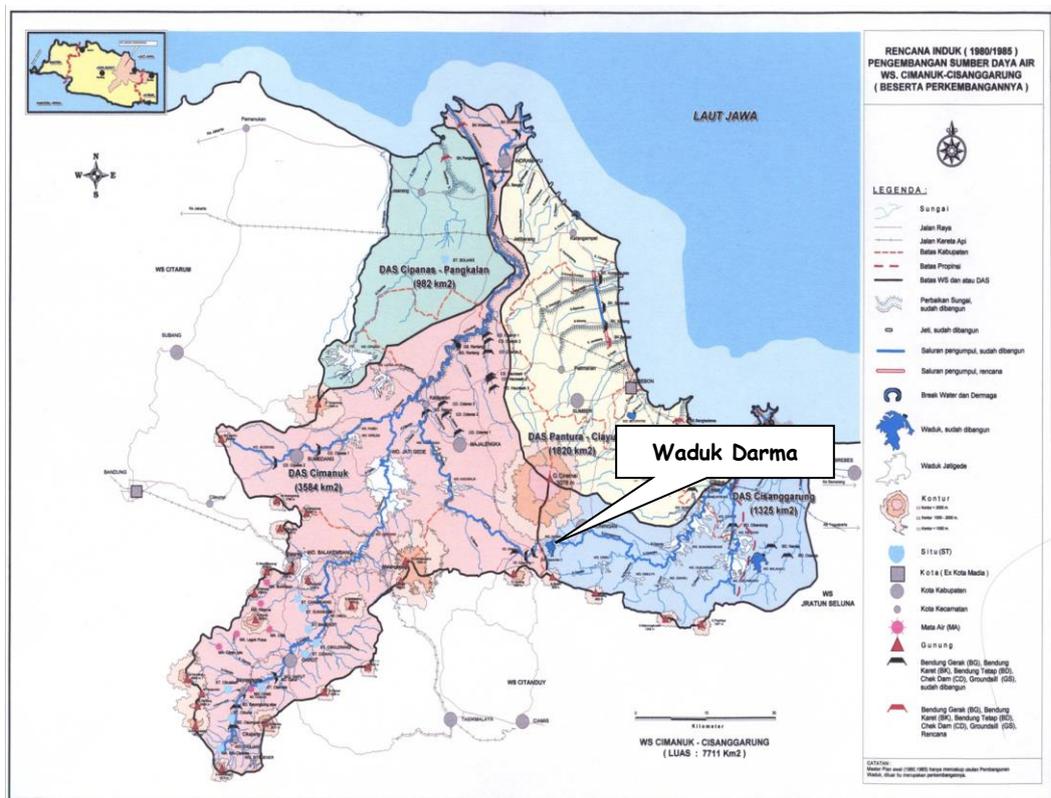
Secara umum bentuk persamaan matematika dari Program Linier adalah sebagai berikut:

- Fungsi tujuan (Max/Min):  $Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$   
 $c_j$  = koefisien dari setiap unit kegiatan ke-j yang dilakukan  
 $x_j$  = besaran/nilai dari kegiatan ke-j  
 Nilai fungsi tujuan Z merupakan akibat dari sejumlah n aktifitas yang dilakukan.
- Fungsi Kendala:  $a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n \leq b_i$   
 $a_{ij}$  = besarnya sumberdaya ke-i yang dipergunakan untuk setiap unit kegiatan ke-j  
 $b_i$  = ketersediaan sumberdaya ke-i
- Fungsi Kendala Non-Negativitas:  $x_i \geq 0$

## Bab III Metodologi Penelitian

### III.1 Deskripsi dan Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini diambil contoh salah satu waduk di Indonesia yaitu Waduk Darma yang berada di Jawa Barat. Waduk Darma merupakan salah satu waduk buatan yang berada pada daerah aliran sungai Cisanggarung bagian hulu. Secara administratif terletak di Kecamatan Darma Kabupaten Kuningan Propinsi Jawa Barat. Luas Waduk Darma mencapai 425 hektar dan dapat menampung air maksimum 58.978.571,106 m<sup>3</sup> yang digunakan untuk menyuplai lahan seluas 22.060 hektar. Waduk buatan ini dibangun dengan cara membendung aliran sungai Cisanggarung dan beberapa anak sungainya seperti Kali Cikalapa, Kali Cilame, Kali Cilandak, Kali Cimuncang dan Kali Cinangka, serta beberapa sumber mata air seperti Cibuntu, Balong Beunteur dan Citambang.



Gambar III-1 Lokasi Waduk Darma



Gambar III-2 DAS Waduk Darma

### III.2 Data Teknics Bendungan Darma

- Umum
 

Lokasi	
Desa/Kecamatan	: Darma/Kadu Gede
Kabupaten	: Kuningan
Provinsi	: Jawa Barat
Manfaat	: Irigasi 22.316 ha
Tahun Pelaksanaan Konstruksi	: 1969-1962
- Hidrologi
 

Luas <i>Catchment Area</i>	: 23.50 km <sup>2</sup>
Curah Hujan tahunan	: 2545 mm
- Waduk
 

Elevasi muka air (MA) banjir	: el.+713.40 m, 410 ha
MA Normal	: el.+ 712.50 m, 397 ha
MA Minimum	: el.+697.00 m, 20 ha
Volume Waduk MA Banjir	: 40,52 juta m <sup>3</sup>
Volume Waduk MA Normal	: 37,90 juta m <sup>3</sup>
Volume Waduk MA Mati	: 4.00 juta m <sup>3</sup>
Volume Waduk MA Efektif	: 33.90 juta m <sup>3</sup>
- Bendungan
 

Tipe	:Urugan Batu, membran baja
Elevasi <i>crest</i> bendungan	: El. + 714 m
Panjang bendungan	: 445,00 m
Lebar <i>crest</i> bendungan	: 12,5 m
Tinggi bendungan <i>max</i>	: 37,5 m
Volume tubuh bendungan	: 165.000 m <sup>3</sup>

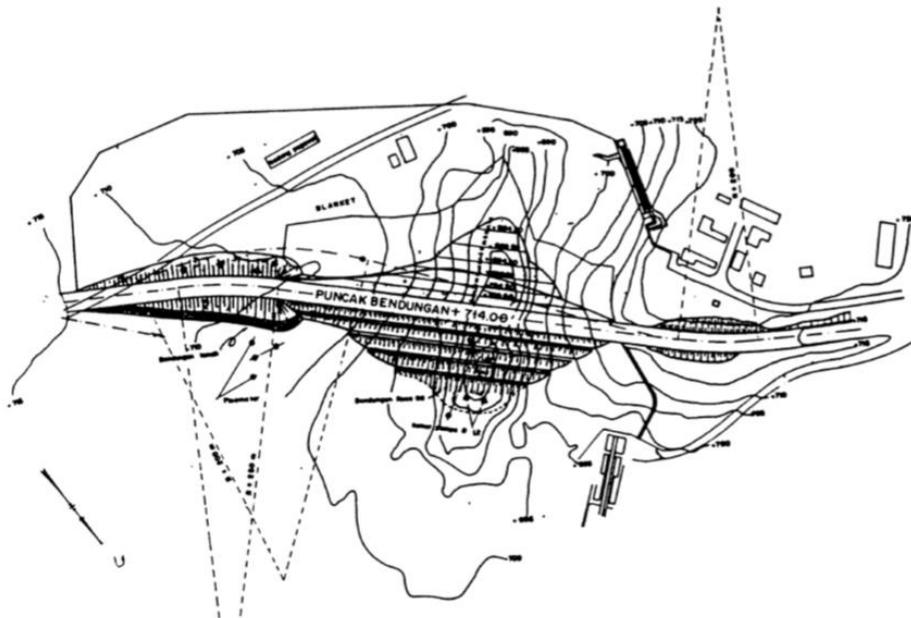
- Pelimpah
 

Tipe	: Ogee tanpa pintu
Elevasi mercu ( <i>Crest</i> )	: El. 712,50 m
Banjir desain	: 132,40 m <sup>3</sup> /d
Kala Ulang	: 1000 thn
Kapasitas	: 125,00 m <sup>3</sup> /d
Panjang Mercu	: 30 m
  
- Bangunan Pengeluaran Irigasi
 

Tipe	: Konduit
Bentuk	: Lingkaran
Garis Tengah	: 1,75 m
Jumlah	: 1 bh
Panjang	: 180 m
Tipe Alat Operasi	: Katup
Kapasitas	: 25,00 m <sup>3</sup> /d
  
- Instrumentasi Pisometer
 

Alat Ukur Aliran	: 8 bh pipa tegak
	: 1 bh, V-Notch
	: 1 bh, Cipoletti
Patok Geser	: 9 bh
  
- Kondisi
 

Membran beton di lereng udik tubuh bendungan pernah pecah, kemudian diganti baja tahun 1972



Gambar III-3 Tata Letak Bendung Darma

Sumber: Bendungan Besar di Indonesia 1995



### III.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini, merupakan tahap pengumpulan data yang akan digunakan untuk penelitian. Data yang digunakan adalah data sekunder. Pada penelitian ini data yang didapatkan dari beberapa sumber instansi yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Balai Besar Wilayah Sungai Cimanuk Cisanggarung, Badan Pusat Statistik, KNMI (*Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institut*) *Climate Explorer* dan lain lain. Data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data Pengamatan hujan

Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data hujan historis pada Das Waduk Darma tahun 2009-2018 dan juga data hujan prediksi dari KNMI (*Koninklijk Nederlands Meteorologisch Institut*) *Climate Explorer* hingga tahun 2050

2. Data tinggi muka air

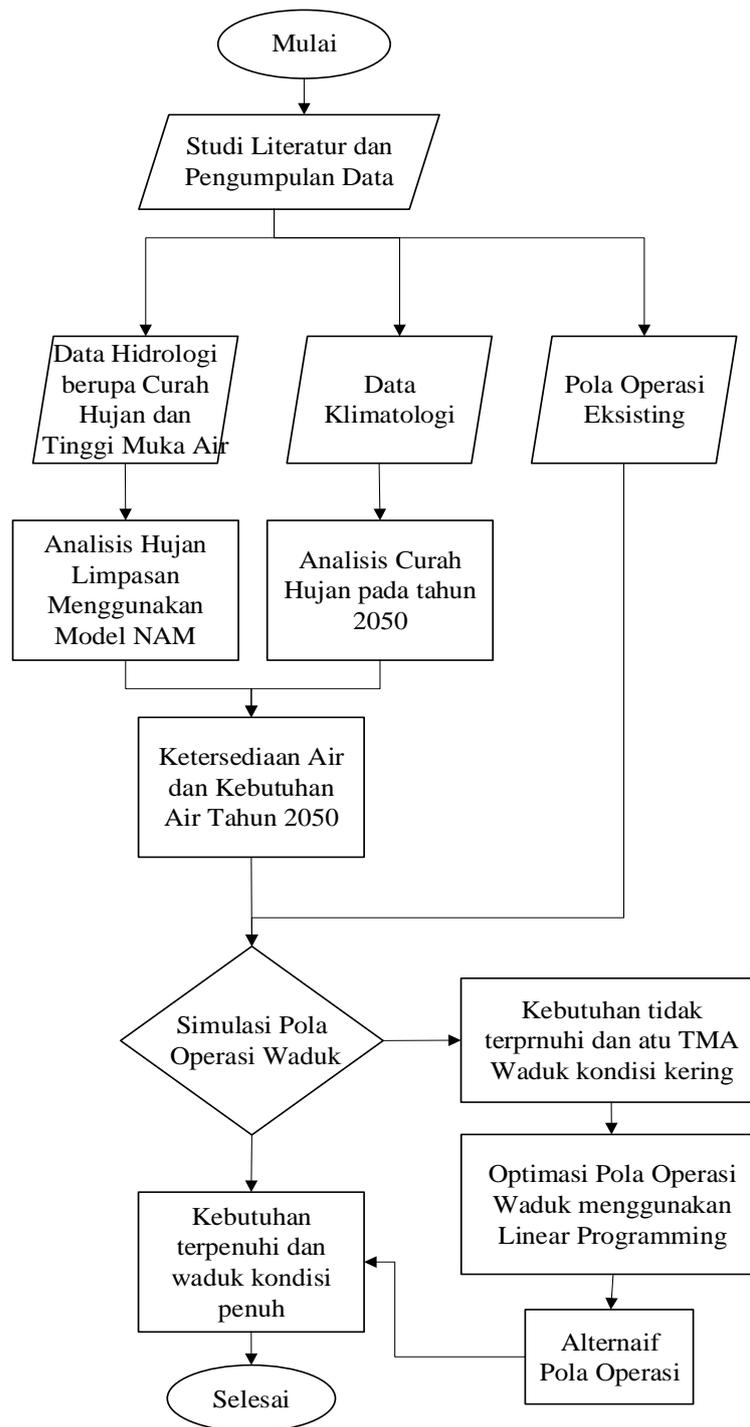
Data tinggi muka air yang digunakan adalah data TMA di Waduk Darma dengan periode 2009-2018, data TMA ini digunakan untuk perhitungan model hujan – limpasan metode Nreca sebagai data historis pembanding untuk hasil debit menggunakan metode Nreca.

3. Data klimatologi

Data klimatologi yang digunakan adalah data dari stasiun klimatologi terdekat yang ada di sekitar Waduk Darma yaitu stasiun klimatologi Jatiwangi

### III.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dibuat berdasarkan latar belakang masalah serta proses yang dilakukan dalam penelitian ini, secara umum, diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar III-7 Diagram Alir Penelitian

### III.5 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahap perhitungan untuk mendapatkan keluaran yang sesuai dengan tujuan penelitian ini. Tahap-tahap tersebut dijelaskan di bawah ini:

- a) Studi literatur

Dalam tahap ini, dilakukan sebanyak-banyaknya *review* hasil penelitian maupun jurnal-jurnal terdahulu dengan bahasan yang selaras dengan penelitian ini.

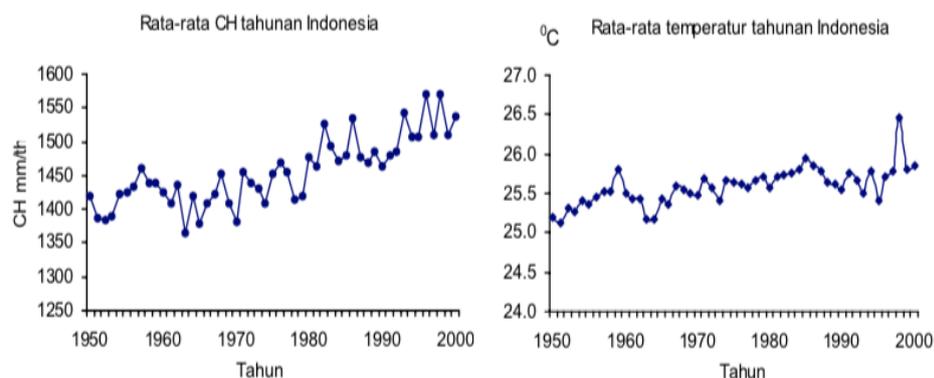
b) Analisis hidrologi

Dalam tahapan ini, dilakukan analisis hidrologi berupa perhitungan ketersediaan air menggunakan model perhitungan hujan limpasan NRECA, lalu dilakukan analisis kebutuhan air berdasarkan kebutuhan air Irigasi Waduk Darma.

Pemodelan hujan limpasan ini dilakukan berdasarkan dari data historis waduk yang dikaji, kemudian dijadikan model untuk memprediksi debit yang masuk ke dalam waduk menggunakan model dari data historis yang ada.

c) Analisis perubahan iklim

Analisa perubahan iklim yang terjadi ditujukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh perubahan iklim terhadap fluktuasi debit yang terjadi. Data klimatologi diambil dari stasiun klimatologi yang ada di wilayah studi. Pada gambar III-10 diambil contoh grafik perubahan iklim curah hujan dan suhu di Indonesia pada tahun 1950-2000. Pada penelitian ini pun akan dilakukan analisis perubahan iklim yang terjadi, khususnya perubahan iklim yang terjadi di pulau jawa.



Gambar III-8 Data Historis Kenaikan Curah Hujan dan Temperatur Tahunan di Indonesia Tahun 1950-2000 *Sumber: NOAA-CIRES (2005)*

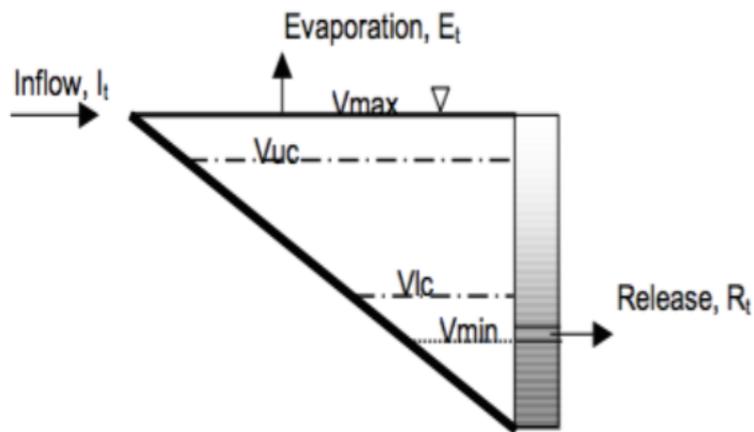
d) Evaluasi Pola Operasi Waduk

Pada tahapan ini, pola operasi waduk eksisting ditinjau kembali terhadap kebutuhan dan ketersediaan air di DAS, yang dimana pada kajian ini diambil contoh DAS Waduk Darma. Apabila kebutuhan air tidak mencukupi maka dilakukan kembali simulasi

optimasi penyusunan pola operasi waduk menggunakan metode Optimasi Linear Programming.

Simulasi operasi waduk bertujuan untuk meninjau sejauh mana tingkat keandalan atau kegagalan yang terjadi dari perilaku sistem pengoperasian waduk dalam memenuhi kebutuhan pelayanannya. Model simulasi akan menganalisis probabilitas keandalan atau kegagalan rencana operasi yang telah ditetapkan.

Berikut contoh optimasi waduk menggunakan *Linear Programming* pada penelitian yang dilakukan Annisa, 2019



Dimana:

$V_{uc}$  = Upper Critical Volume, (95% dari V Maksimal)

$V_{lc}$  = Lower Critical Volume ,

$V_{min}$  = Minimum Reservoir Volume ,

$V_{max}$  = Maximum Reservoir Volume ,

$V_{efek}$  = Volume efektif ,

**Fungsi Tujuan : Min (Max Shortage)**

$$Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n \quad \text{III-I}$$

$C_j$  = Koef dari setiap untuk kegiatan ke j yang dilakukan

$X_j$  = Besaran/nilai dari kegiatan ke j

$Z$  = Akibat dari sejumlah n aktifitas yang dilakukan

$$\text{Min } Z = \sum_j^n C_j \cdot X_j \quad \text{III-II}$$

**Fungsi Kendala :**

$$A_{i1}X_1 + A_{i2}X_2 + \dots + A_{in}X_n \leq b_i \quad \text{III-III}$$

$A_{ij}$  = Besarnya sumberdaya ke-I yang digunakan untuk setiap unit kegiatan ke-j

$B_i$  = Ketersediaan sumberdaya ke- $i$

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n A_{ij} X_{ij} \leq b_i$$

III-IV

$$X_{ij} \geq 0$$

Dari persamaan di atas maka di hasilkan beberapa scenario kondisi waduk yang digunakan sebagai pedoman dalam pengoperasian waduk, sebagai contoh pada kajian terdahulu:

### 1. Kondisi Inflow kering 80% (debit andalan)

Objective Function : Min (Max Shortage)

Constraint to :

- $V_t \leq V_{max}$
- $V_t \geq V_{min}$
- $V_t \text{ akhir} \leq 1.2 V \text{ awal}$
- $V_t \text{ akhir} \geq 0.95 V \text{ awal}$
- $V \text{ release} \leq V \text{ demand}$
- $V \text{ release} \geq 3.024 \text{ MCM}$
- $V \text{ awal} = V \text{ efektif}$
- $E = Q \text{ release} \cdot 2.72 \cdot HGR \cdot H_t \text{ (head net)} \cdot \text{Efisiensi Turbin}$

### 2. Kondisi Inflow normal 50% (debit andalan)

Objective Function : Min (Max Shortage)

Constraint to :

- $V_t \leq V_{max}$
- $V_t \geq V_{min}$
- $V_t \text{ akhir} \leq 1.2 V \text{ awal}$
- $V_t \text{ akhir} \geq 0.95 V \text{ awal}$
- $V \text{ release} \leq V \text{ demand}$
- $V \text{ release} \geq 3.024 \text{ MCM}$
- $V \text{ awal} = V \text{ efektif}$
- $E = Q \text{ release} \cdot 2.72 \cdot HGR \cdot H_t \text{ (head net)} \cdot \text{Efisiensi Turbin}$

### 3. Kondisi Inflow basah 20% (debit andalan)

Objective Function : Min (Max Shortage)

Constraint to :

- $V_t \leq V_{max}$
- $V_t \geq V_{min}$
- $V_t \text{ akhir} \leq 1.2 V \text{ awal}$
- $V_t \text{ akhir} \geq 0.95 V \text{ awal}$
- $V \text{ release} \leq V \text{ demand}$
- $V \text{ release} \geq 3.024 \text{ MCM}$
- $V \text{ awal} = V \text{ efektif}$
- $E = Q \text{ release} \cdot 2.72 \cdot HGR \cdot H_t \text{ (head net)} \cdot \text{Efisiensi Turbin}$

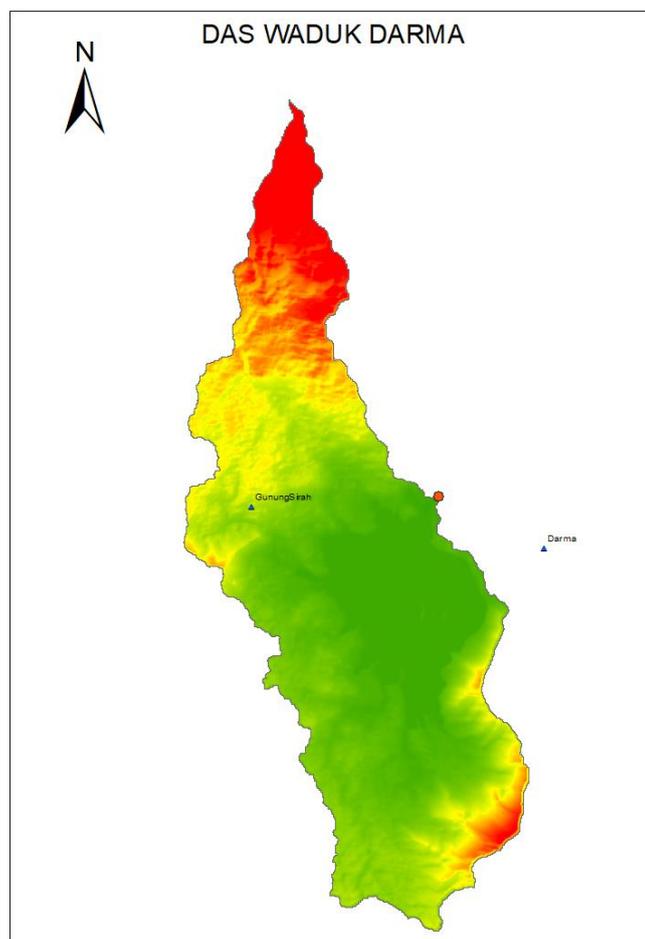
Pada formulasi di atas fungsi tujuan dan syarat (*constraint*) untuk *Linear Programming (LP)* memiliki formulasi yang sama. Yang membedakannya adalah inflow yang digunakan. Nilai release lebih besar atau sama dengan 3.024 MCM, merupakan minimal kebutuhan untuk air baku atau PDAM. Hal ini didasarkan menurut peraturan UUD No. 7 Tahun 2004, yang menunjukkan bahwa kebutuhan untuk air minum didahulukan, namun demikian nilai kebutuhan air minum khususnya untuk waduk Darma bernilai kecil dibandingkan dengan kebutuhan irigasi.

Pada formulasi untuk musim basah diberi syarat batas atau *constraint* dimana  $V_t$  tidak boleh lebih besar daripada UCL yaitu 95% dari  $V_{max}$ , yang diperuntukan bagi cadangan volume banjir. Dengan memberi batasan pengurangan air sebesar 5% saja sudah cukup menampung volume banjir di bulan-bulan tertentu. Hal ini dilakukan agar release yang ada dapat diatur dan tidak melebihi kapasitas tampungan sungai.

## Bab IV Analisis dan Pembahasan

### IV.1 Analisis Hujan Wilayah

Analisis hujan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data sekunder, yaitu data hujan yang berada di wilayah studi Waduk Darma.



Gambar IV-1 Stasiun Hujan DAS Waduk Darma

### IV.2 Pemodelan Hujan Limpasan menggunakan Model NRECA

Model hujan limpasan menggunakan data historis tahun 2015 di daerah aliran sungai Waduk Darma. Metode yang digunakan adalah dengan model NRECA. Hasil dari parameter yang digunakan menggunakan data tahun historis, akan digunakan kembali pada data tahun 2050. Berikut hasil pemodelan hujan limpasan menggunakan model NRECA:

Tabel IV-1 Parameter Model NRECA

<b>PSUB</b>	(0.3 - 0.9)	0.60
<b>GWF</b>	(0.2 - 0.8)	0.20
<b>Cr</b>	(0.4 - 0.9)	0.40
<b>Ra</b>	(Average)	2700
<b>Nom</b>	(Nominal)	640.00
<b>Wo-i</b>	(Initial)	800.00
<b>Gw-i</b>	(Initial)	200.00

Dimana:

**PSUB** = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 0 - 2) yang nilainya 0.3

**GWF** = parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan (kedalaman 2 - 10) yang nilainya 0.8

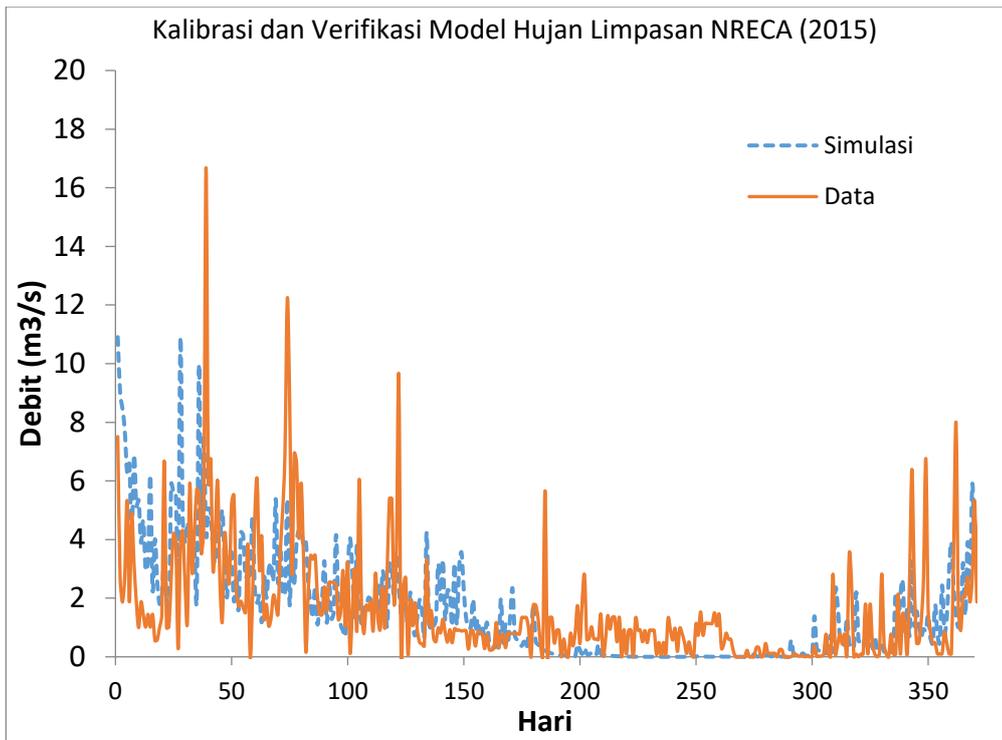
**Cr** = koefisien reduksi penguapan peluh diperoleh dari fungsi kemiringan lahan (lihat Tabel IV-2)

Tabel IV-2 Koef. Reduksi Penguapan Peluh

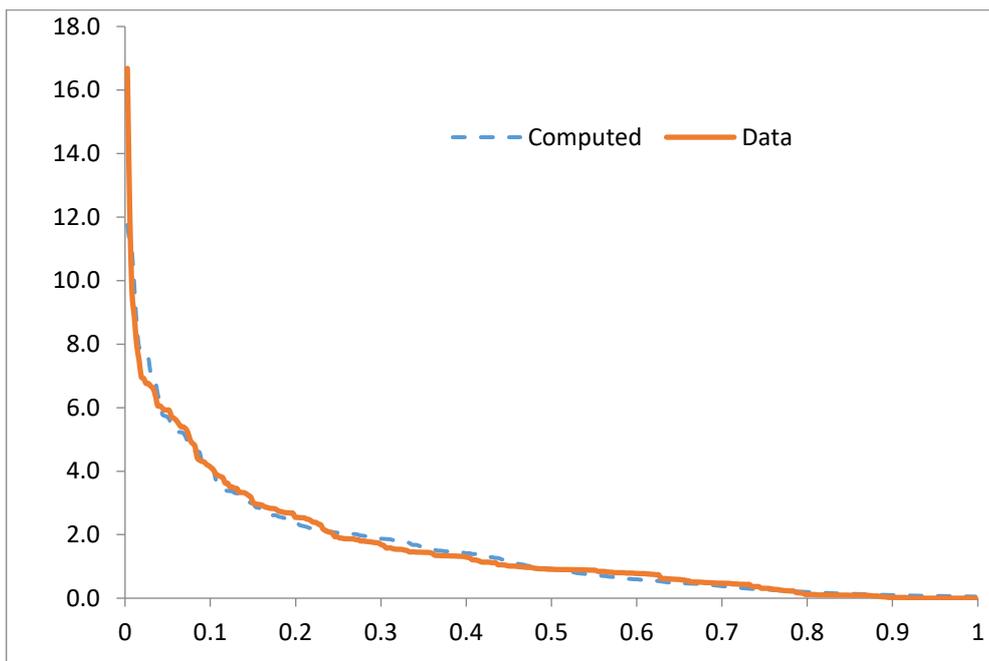
<i>Kemiringan (m/Km)</i>	<i>Koef. Reduksi</i>
<i>0 - 50</i>	<i>0,9</i>
<i>51 - 100</i>	<i>0,8</i>
<i>101 - 200</i>	<i>0,6</i>
<i>&gt; 200</i>	<i>0,4</i>

**Ra** = rata-rata hujan tahunan

**Nom** =  $100 + 0.2 Ra$



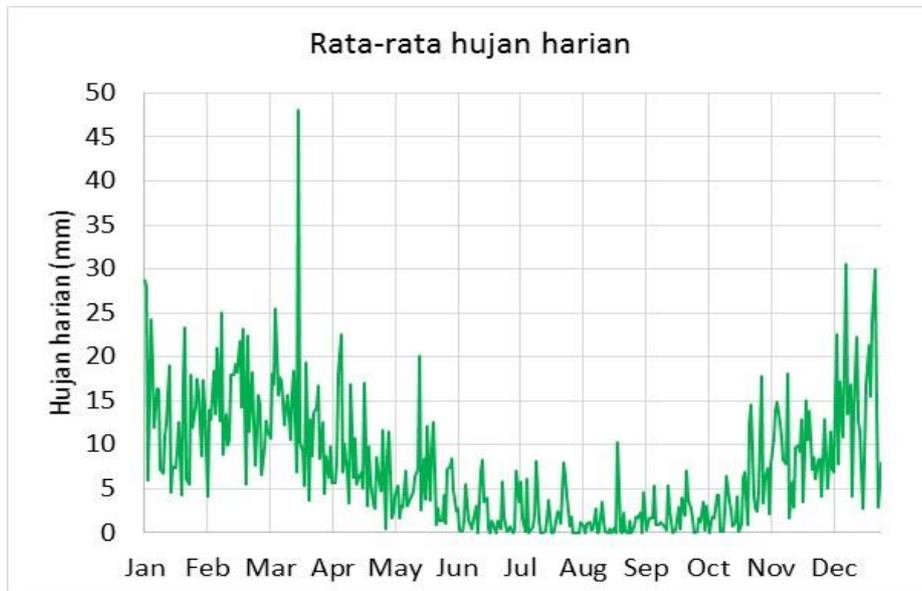
Gambar IV-2 Grafik Hasil Pemodelan Hujan Limpasan Model NRECA



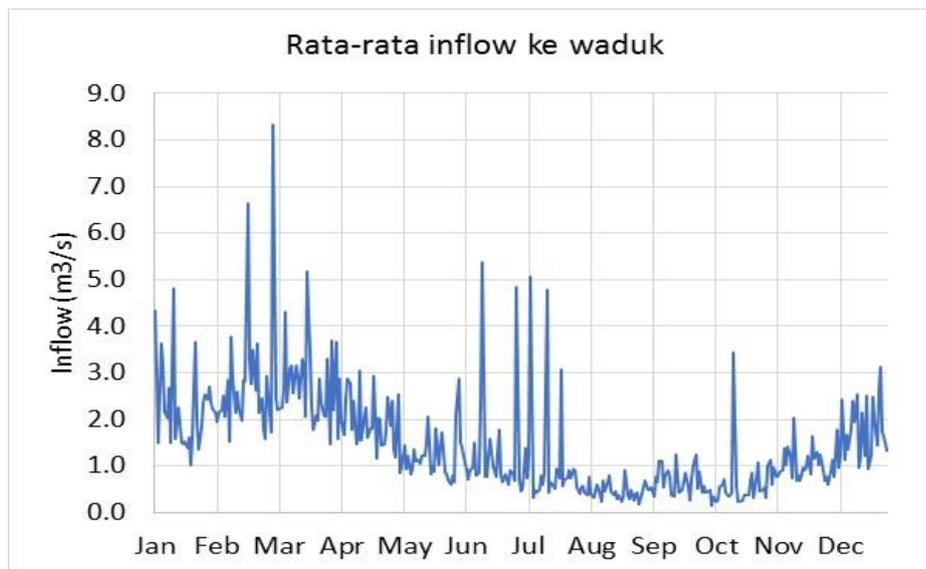
Gambar IV-3 Kurva *flow duration curve* data historis tahun 2015

### IV.3 Data Historis Operasi Waduk

Berdasarkan data historis waduk setengah bulanan yang didapat dari BBWS Cimanuk Cisanggarung, profil debit inflow yang masuk ke waduk memiliki pola yang sangat mirip dengan pola hujan harian. Hal ini bisa dilihat pada gambarl IV-4 dan gambarl IV-5

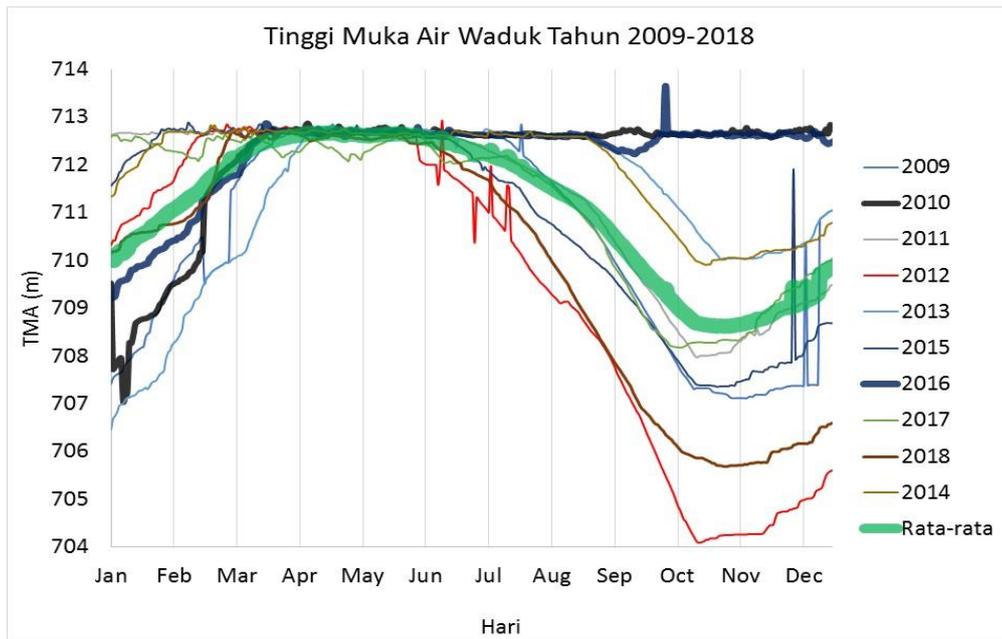


Gambar IV-4 Rata-rata Hujan Harian



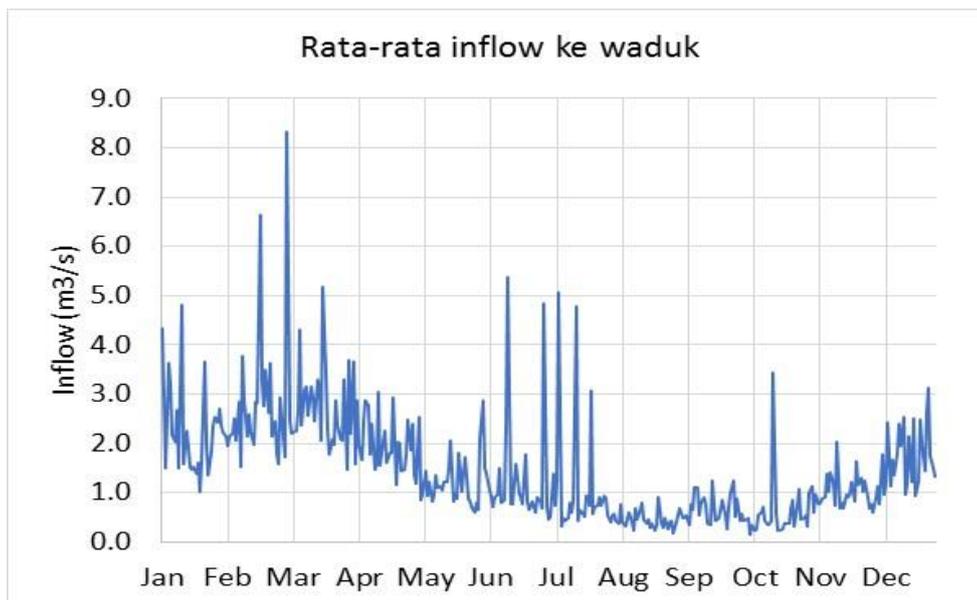
Gambar IV-5 Rata-rata Inflow Masuk Ke Waduk

Sedangkan berdasarkan data rata-rata muka air waduk historis tahun 2009-2018, muka air waduk berada pada elevasi maksimum selama  $\pm$  2,5 bulan dalam satu tahun yaitu sekitar pertengahan bulan maret sampai bulan juni.



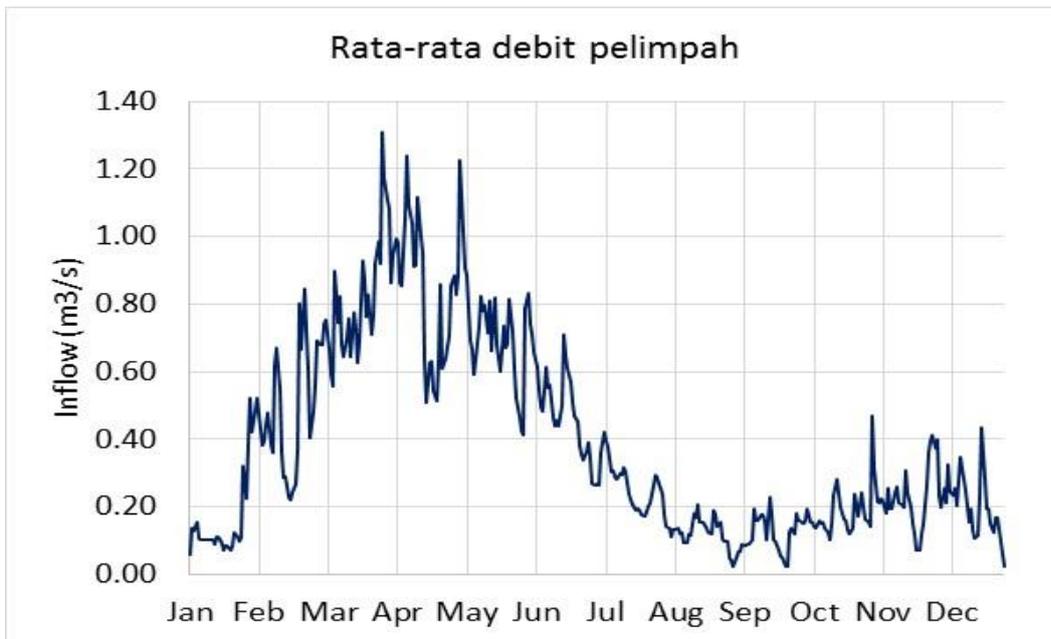
Gambar IV-6 TMA Waduk historis tahun 2009-2018

Muka air waduk pada elevasi puncak dipertahankan hingga awal musim kemarau (Juni) yang bertujuan agar muka air waduk pada tahun selanjutnya bisa kembali pada elevasi semula.

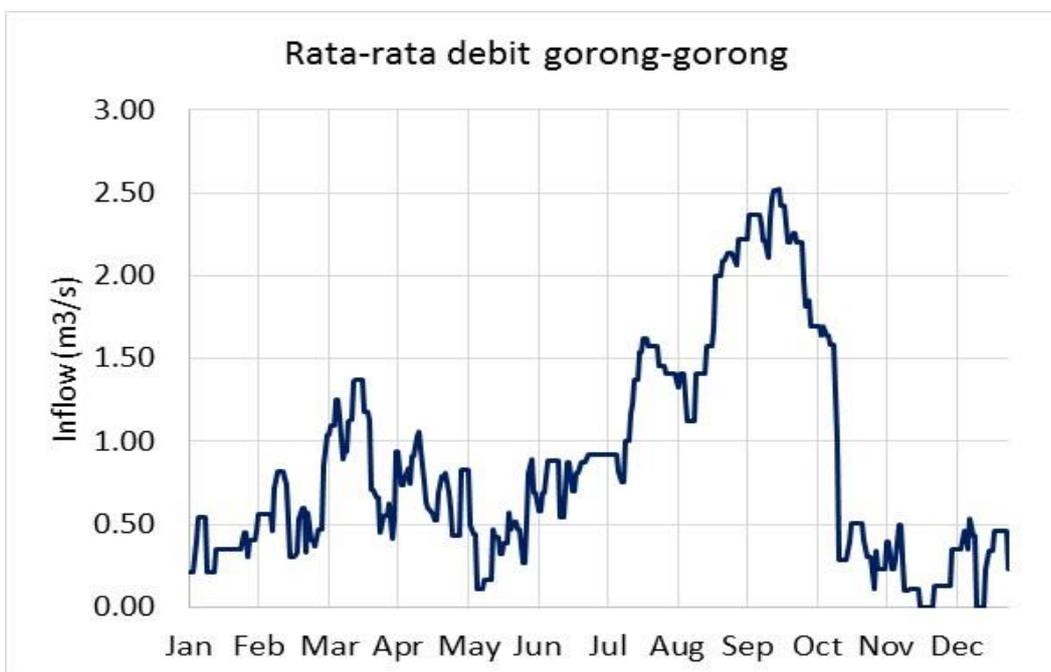


Gambar IV-7 Inflow rata-rata yang masuk ke waduk

Sedangkan pada pertengahan bulan maret sampai bulan juni, muka air waduk di pertahankan pada kondisi penuh dan juga berpotensi melimpah (*spill*), debit waduk banyak dikeluarkan melalui gorong-gorong pada bulan Juli-Oktober (musim tanam III)



Gambar IV-8 Inflow Rata-rata Debit Pelimpah



Gambar IV-9 Debit rata-rata pengeluaran melalui gorong-gorong

#### IV.4 Model Global Proyeksi Perubahan Iklim

Pada studi ini, data proyeksi iklim didapat dari permodelan *Coupled Model Intercomparison Project 5* (CMIP 5) yang berfungsi untuk:

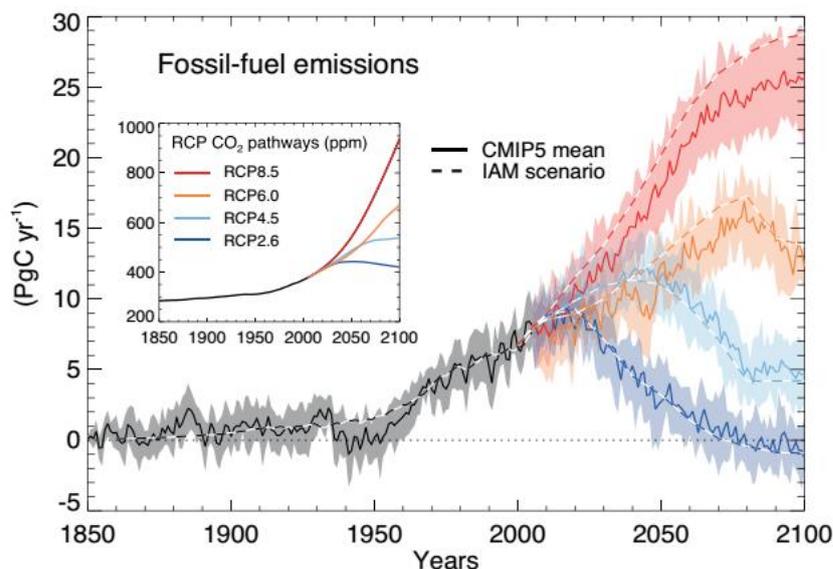
1. Mengevaluasi seberapa realistis model waktu lampau yang disimulasikan,

2. Menyediakan proyeksi dari perubahan iklim ke depan dalam dua skala waktu, yaitu jangka pendek (hingga 2035) dan jangka panjang (hingga 2100 dan lebih)
3. Menangkap beberapa perbedaan faktor yang berpengaruh di beberapa model, termasuk memperhitungkan beberapa masukan seperti pengaruh awan-awan dan siklus karbon.

CIMP mempunyai beberapa input skenario *representative concentration pathways* (RCP) yang digunakan untuk menghasilkan data GCM. Skenario RCP merupakan skenario yang dimodelkan berdasarkan estimasi tingginya tingkat emisi gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) hingga tahun 2100. Estimasi tingkat emisi gas karbon dioksida ini berdasarkan asumsi mengenai aktifitas ekonomi, sumber daya alam, pertumbuhan populasi dan beberapa faktor sosio-ekonomi lainnya (Fadli,2019).

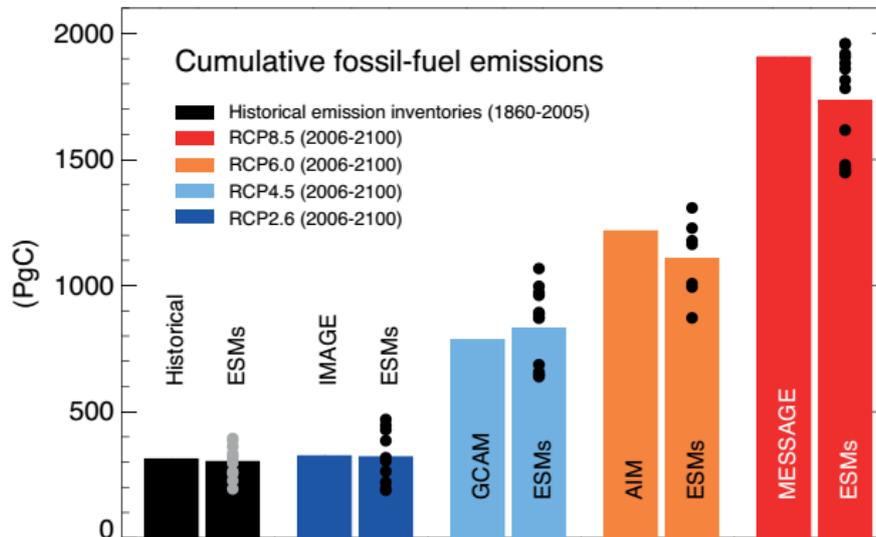
Skenario RCP terbagi atas empat macam/tingkatan, yaitu RCP 2.6 (strategi mitigasi agresif, kadar emisi gas 490 ppm); RCP 4.5 (menengah-rendah, kadar emisi gas 650 ppm); RCP 6 (menengah-tinggi, kadar emisi gas 850 ppm); dan RCP 8.5 (*business as usual*, kadar emisi gas 1370 ppm) (Fadli,2019).

Skenario ini disimulasikan oleh beberapa pusat riset perubahan iklim, menghasilkan nilai rata-rata emisi karbon (garis tegas) dan variabilitasnya (garis arsir).



Gambar IV-10 Data Emisi menggunakan 4 tingkatan skenario RCP

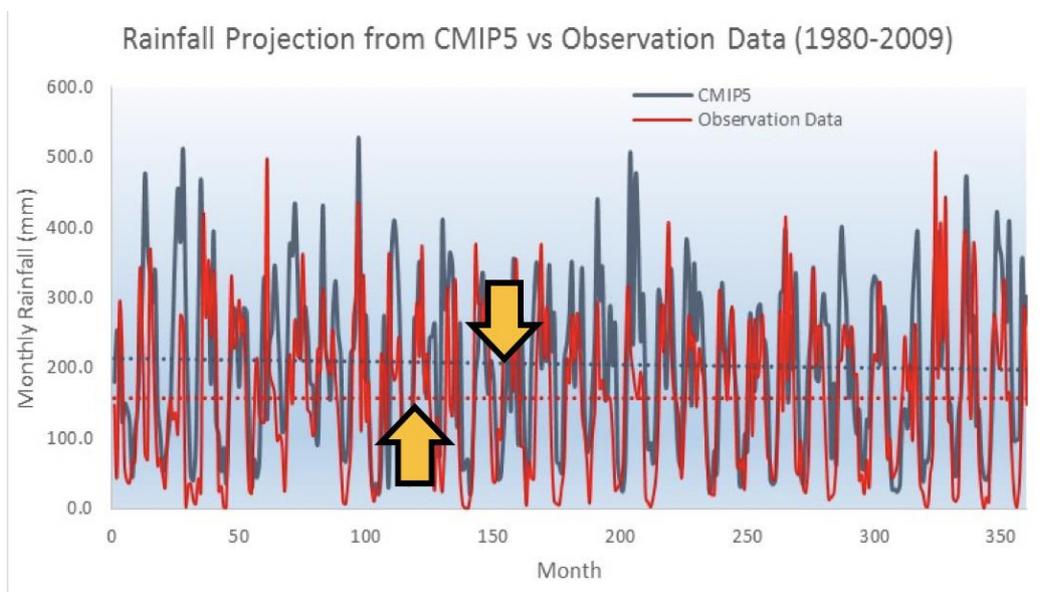
Emisi kumulatif merepresentasikan kondisi historis (1860–2005), dimana simulasi CMIP dilakukan untuk memproyeksi kondisi satu abad mendatang (2006–2100).



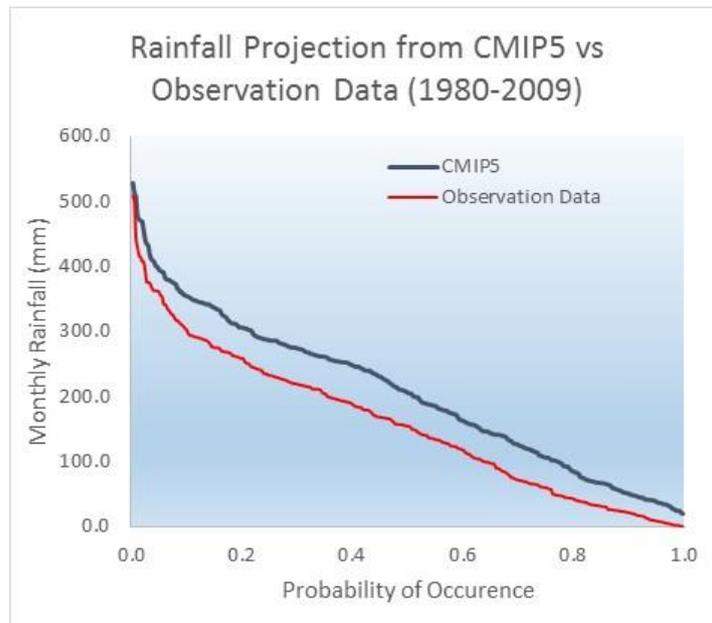
Gambar IV-11 Data Emisi Kumulatif menggunakan simulasi CIMP emoot skenario

#### IV.5 Koreksi Bias Output Model Global untuk kasus local/regional

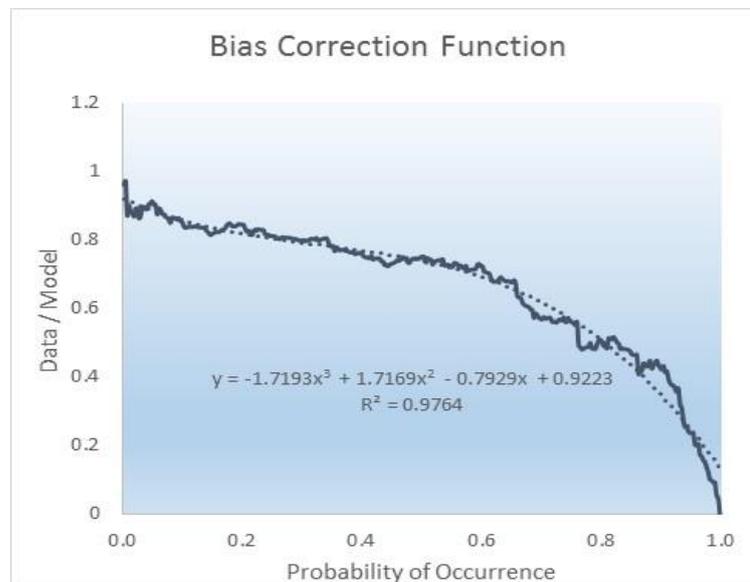
Data hujan yang digunakan sebagai koreksi adalah data hujan pada tahun 1980-2009, data hujan dikalibrasi terhadap data hujan historis. Berikut adalah grafik hasil koreksi data hujan prediksi.



Gambar IV-12 Data curah hujan proyeksi vs data observasi (1980-2009)

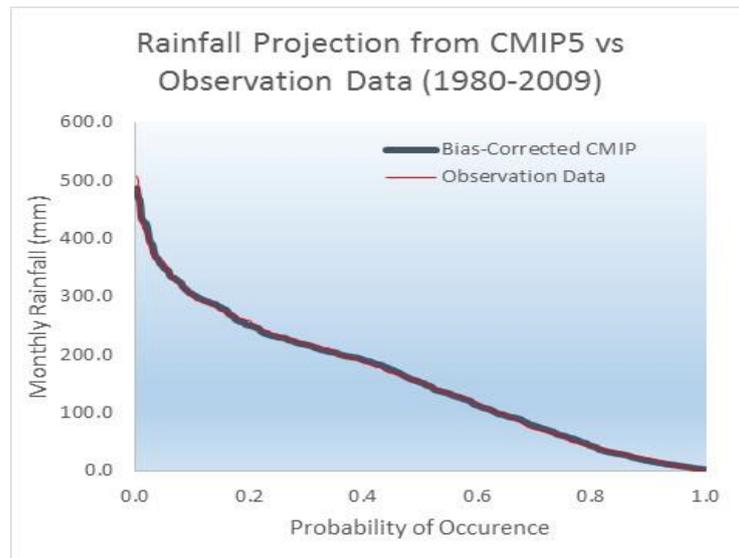


Gambar IV-13 Flow Duration Curve CIMIP5 vs Data Observasi



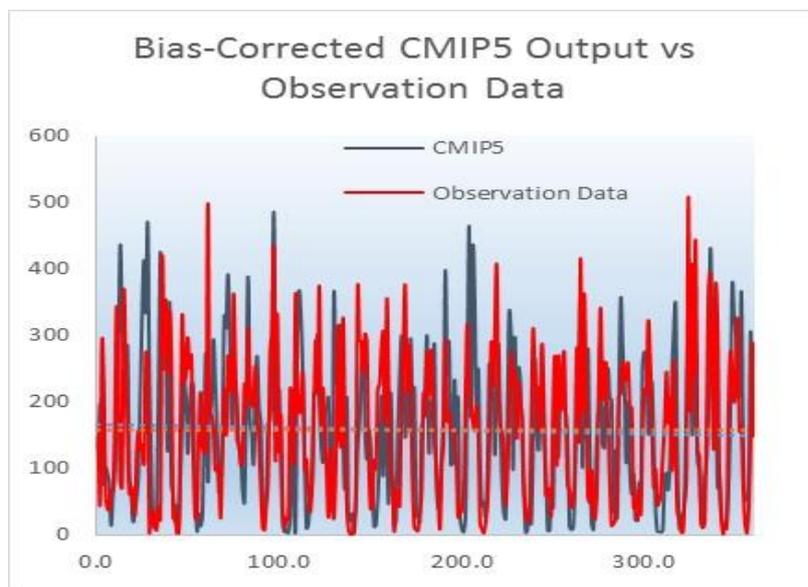
Gambar IV-14 Rumus Koreksi Data Hujan Prediksi

Setelah didapatkan rumus koreksi data yaitu  $y = -1,7193x^3 + 1,7169x^2 - 0,7929x + 0,9223$  dengan nilai  $r^2 = 0,9764$ , maka data proyeksi yang diperoleh di kalibrasi terlebih dahulu menggunakan rumus tersebut, sehingga diperoleh nilai FDC seperti pada gambar IV-15.



Gambar IV-15 Flow Duration Curve CIMIP5 vs Data Observasi setelah koreksi

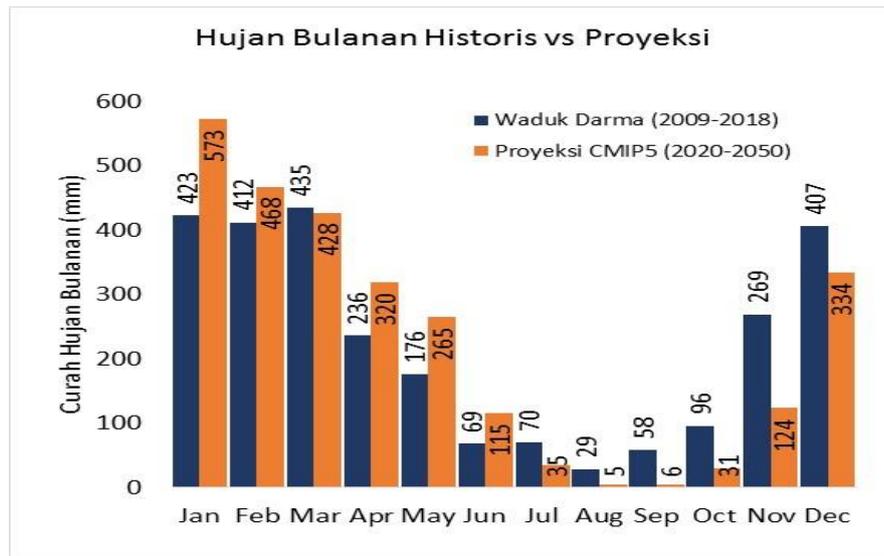
Berikut data hujan hasil koreksi menggunakan rumus koreksi:



Gambar IV-16 Data Hujan prediksi setelah di koreksi.

#### IV.6 Proyeksi Hujan berdasarkan model CIMIP5

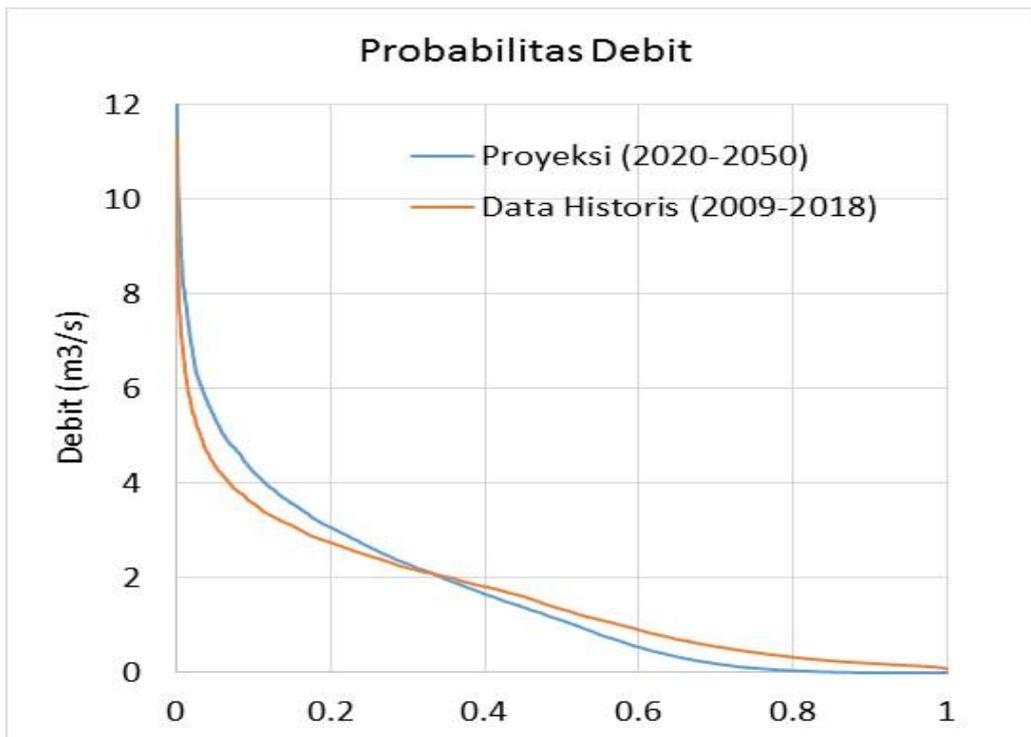
Proyeksi hujan berdasarkan model CMIP scenario 8.5 mengindikasikan adanya perubahan distribusi hujan di musim hujan (semakin lebat) dan musim kemarau (semakin kering)



Gambar IV-17 Proyeksi Hujan

#### IV.7 Proyeksi debit dengan input model CIMP5

Debit proyeksi di dapatkan dari data curah hujan proyeksi menggunakan model Nreca yang sudah di kalibrasi sesuai dengan data curah hujan historis, berikut hasil debit proyeksi.



Gambar IV-18 Probabilitas debit proyeksi vs data historis

Dari gambar IV-8, terdapat potensi pengurangan **debit rendah (andalan)** dan peningkatan **debit tinggi (banjir)** di masa mendatang akibat dampak perubahan iklim. Dengan melihat kondisi hujan yang diproyeksikan berubah, maka terdapat potensi air melimpas dan kekeringan yang meningkat

## BAB V KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa terdapat potensi terjadinya peningkatan periode musim kering di masa mendatang, seperti terlihat dari trend data curah hujan pada beberapa dekade terakhir dan juga berdasarkan trend model iklim global. Perubahan pola hujan tersebut dapat berdampak pula pada debit inflow waduk. Untuk kasus Waduk Darma, bahwa debit andalan Q80 yang dihitung menggunakan model hujan limpasan dengan input data hujan historis mencapai sekitar  $0,33\text{m}^3/\text{s}$ . Adapaun proyeksi debit di masa depan yang disimulasikan menggunakan data model global untuk tahun 2030-2050 memberikan nilai debit andalan sekitar  $0.05\text{ m}^3/\text{s}$ .

Pada kajian ini, faktor manusia yang juga dominan namun belum dipertimbangkan adalah perubahan tata guna lahan dan peningkatan kebutuhan air. Jika kedua faktor di atas diakomodir, maka penurunan debit andalan di masa depan diperkirakan akan semakin tinggi.

Untuk menghadapi potensi kekeringan akibat perubahan pola distribusi hujan, maka diperlukan review terhadap sistem operasi waduk serta manajemen pemenuhan kebutuhan agar didapatkan pola operasi waduk yang meminimalisir air yang tidak termanfaatkan .

## DAFTAR PUSTAKA

- Admadhani, Dianindya Novita., Alexander Tunggul Sutan., dan Liliya Dewi Susanawati. (2013): Analisis Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Untuk Daya Dukung Lingkungan (Studi Kasus Kota Malang), Jurnal Sumberdaya Alan dan Lingkungan.
- Alam, Md.Shahabul., Willems,Patrick., dan Alam, Md. Masud. (2014): *Comparative Assesment of Urban Flood Risk due to Urbanization and Climate chance in the Turnhout Valley of Belgium*, ABC Journal of advanced Research, volume 3, No.1
- Annisa, Gita Oktarina Nur. (2019): Kajian Pola Operasi Waduk Jatigede Akibat Perubahan Iklim. Thesis, Program Studi Pascasarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung
- Fadli, Dicky Muhamad. (2019): Prediksi Limpasan Akibat Perubahan Iklim Dan Tataguna Lahan Pada Das Majalaya, Thesis, Program Studi Pascasarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung
- Fuadah, Rulliana Sholohatul., Sukadi dan Mardiani. (2017): Analisis Perubahan Tata Guna Lahan di Sub DAS Cimanuk Hulu Terhadap Fluktuasi Debit Banjir. Skripsi, Program Studi Teknik Sipil-Sl, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia
- Hafezparast, Maryam., Araghinejad,Shahab., Fatemi, Sayed Ehsan dan Bressers, Hanse.(2013): A Conceptual Rainall-Runoff Model Using the Auto Calibrated NRECA Models in the Srisoo River. Hydrology Current Research, 4.1
- Hilmi,Moh., Masrevaniah,Aniek., dan Soetopo Widandi. (2010): Optimasi Pola Operasi Waduk Pelaparado Di Kabupaten Bima Provinsi NTB. Jurnal Teknik Pengairan Volume 3 Nomor 2
- Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A., and Maskell, K. (1996): *Climate Change 1995; The Science of Climate Change*. IPCC, University Press, Cambridge
- Hulme,M. and N, Sheard, 1999. Climate Change Scenarios for Indonesia. Leaflet CRU and WWF. Climatic Research Unit. UEA, Norwich,UK.
- Irvani,Harvy., Bisri, Mohammad dan Soetopo, Widandi.
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assess- ment Report of the Intergoverenmental Panel

- on Climate Change (IPCC), M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge
- Kingston, D.G., Thompson, J.R., dan Kite, G. (2011): *Uncertainty in climate change projection of discharge for the Mekong River Basin*. Hydrology and Earth System Sciences, 15, 1458-1471.
- Las, I., Boer, R., Syahbudin, H., Pramudia, A., Susanti, E., Surmaini, K., Estiningtyas, W., Suciantini, Apriyatna, Y. 1999. Analisis peluang penyimpangan iklim dan ketersediaan air pada wilayah pengembangan IP padi 300. Laporan Penelitian ARMP-II, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor
- Madsen, H. (2000): *Automatic calibration of a conceptual rainfall-runoff model using multiple objectives*. Journal of hydrology 235 (2000) 276-288
- Middlekoop, H., Daamen, K., Gellens, D., Grabs, W., Kwadijk, J.C.J., Lang, H., Parnet, B.W.A.H., Schadler, B., Schulla, J., dan Wilke, K. (2001): Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the Rhine basin. Climate Change 49:105-128.
- Root, T.L., D.P. MacMynowski, M.D. Mastrandrea and S.H. Schneider. 2005. Human-modified temperatures induce species changes: combined attribution. Proceedings of the National Academy of Sciences 102: 7465 – 7469
- Saefulloh, Dony Faturochman. (2018): Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Inflow Banjir Di Bendungan Jatigede. Seminar Nasional Komite Nasional Indonesia untuk Bendungan Besar (KNIBB-Inacold), Mataram 2018
- Salinger, M.J. 2005. Climate variability and change: past, present, and future over view. Climate Change 70: 9–29.
- Sari, Indra Kusuma., Lily Montarcih Limantara dan Dwi Priyantoro (2010): Analisa Ketersediaan dan Kebutuhan Air Pada DAS Sampean. Thesis, Program Magister Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
- Sarkar, Archana., dan Kumar, Rakesh. (2012): *Artificial Neural Network for Event Based Rainfall-Runoff Modelling*, 4, 891-897.
- Shamsudin, Supiah., Hashim, Normala. (2012): *Rainfall Runoff Simulation Using Mike11 NRECA*. Journal of Civil Engineering Vol.15 No.2
- Sofyan, Siti Astycha Ananda (2017): Optimasi Operasi Waduk Jatigede Menggunakan Linear Programming dan Chance Constraint Non Linear Programming. Thesis, FTSL, Institut Teknologi Bandung

- Subagyono,K dan Surmaini,E.,2007. Pengelolaan Sumberdaya Iklim Dan Air Untuk Antisipasi Perubahan Iklim. JURNAL METEOROLOGI DAN GEOFISIKA, Vol. 8 No.1 Juli 2007 : 27 -
- Sumiyati., Sudira,Putu., dan Susanto, Sahid. (2003): Analisis Ketersediaan Air Sebuah DAS Menggunakan Model NRECA (Nedbor Afstromings Model), Agritech Vol.23 No. 3, 146-151
- Susandi,A. Bencana Perubahan Iklim Global dan Proyeksi Perubahan Iklim Indonesia. Kelompok Keahlian Sains Atmosfer Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung
- Wardhana, Mohammad Setya., Yudianto,Doddi., dan Wicaksono, Albert.(2014): Aplikasi Model NRECA (Nedbor Afstromnings Model) Pada DAS Cikapunduk Hulu dengan Outlet Maribaya, Seminar Nasional Teknik Sumber Daya Air. 251
- IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergoverenmental Panel on Climate Change (IPCC), M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, and C.E. Hanson (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge

## **LAMPIRAN**

Data Operasi Waduk Darma tahun 2019

Foto kondisi lapangan Waduk Darma



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISINGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMANUK - CISINGGARUNG  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788, Email: opclmanuk@yahoo.com**

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Loka : Bandung Darma  
Bulan : 1 s/d 15 Januari  
Tahu : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00			PEMBACAAN SIANG JAM 12.00			PEMBACAAN SORE JAM 17.00			OUTFLOW						Ket	
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan	Rembesan		Pelimpah (Ouperlaat) (m <sup>2</sup> /det)	P D A M Kuningan (m <sup>2</sup> /det)		Jumlah (m <sup>2</sup> /det)
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	16	706.85	2,796,075	17,112,706	2,796,075	17,112,706	706.85	2,796,075	17,112,706	-	0.013	-	-	0.084	0.084	-	-
2	17	706.88	2,800,155	17,195,116	2,800,155	17,195,116	706.88	2,800,155	17,195,116	-	0.014	-	-	0.084	0.084	-	-
3	18	706.93	2,806,955	17,332,466	2,806,955	17,332,466	706.94	2,808,315	17,359,936	-	0.015	-	-	0.159	0.159	-	-
4	19	706.98	2,813,755	17,469,816	2,813,755	17,469,816	706.98	2,813,755	17,469,816	-	0.016	-	-	0.084	0.084	25	-
5	20	706.99	2,815,115	17,497,286	2,815,115	17,497,286	706.99	2,815,115	17,497,286	-	0.017	-	-	0.084	0.084	26	-
6	21	707.00	2,816,475	17,524,756	2,816,475	17,524,756	707.00	2,816,475	17,524,756	-	0.018	-	-	0.082	0.082	62	-
7	22	707.02	2,821,472	17,584,529	2,821,472	17,584,529	707.02	2,821,472	17,584,529	-	0.019	-	-	0.156	0.156	16	-
8	23	707.03	2,824,122	17,613,999	2,824,122	17,613,999	707.03	2,824,122	17,613,999	-	0.020	-	-	0.084	0.084	2	-
9	24	707.03	2,824,122	17,613,999	2,824,122	17,613,999	707.03	2,824,122	17,613,999	-	0.021	-	-	0.084	0.084	-	-
10	25	707.05	2,829,422	17,672,939	2,829,422	17,672,939	707.06	2,832,072	17,702,409	-	0.022	-	-	0.159	0.159	4	-
11	26	707.11	2,845,322	17,849,759	2,847,972	17,879,229	707.13	2,850,622	17,908,699	-	0.023	-	-	0.084	0.084	11	-
12	27	707.19	2,866,522	18,085,519	2,866,522	18,085,519	707.19	2,866,522	18,085,519	-	0.024	-	-	0.084	0.084	-	-
13	28	707.22	2,874,472	18,173,929	2,874,472	18,173,929	707.22	2,874,472	18,173,929	-	0.025	-	-	0.084	0.084	-	-
14	29	707.25	2,882,422	18,262,339	2,882,422	18,262,339	707.25	2,882,422	18,262,339	-	0.026	-	-	0.159	0.159	2	-
15	30	707.25	2,882,422	18,262,339	2,882,422	18,262,339	707.25	2,882,422	18,262,339	-	0.027	-	-	0.084	0.084	2	-
31																	
Jumlah		10,606	42,498,828	265,251,490	10,606	42,501,478	265,280,960	10,606	42,508,138	265,367,370	0.000	0.000	0.000	0.000	1.555	1.555	150
Rata - Rata		707.05	2,833,255	17,683,433	707	2,833,432	17,685,397	707	2,833,876	17,691,158	0.000	0.000	0.000	0.104	0.104	10	-

Mengetahui  
Koord. Bandung Darma

Darma, 15 Januari 2019  
Pencatat



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMANUK - CISANGGARUNG**  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788 , Email:opcimanuk@yahoo.com

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Loka : Bendungan Darma  
Bulan : 16 s/d 31 Januari  
Tahu : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00				PEMBACAAN SIANG JAM 12.00				PEMBACAAN SORE JAM 17.00				OUTFLOW						Ket		
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan	Rembesan Rockfill (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan Babalan (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Ouperlaat) (m <sup>2</sup> /det)	P.P.A.M Kuningan (m <sup>2</sup> /det)		Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	Cuauh Hujan (mm)
1	707.33	2,903,622	18,498,099	707.33	2,903,622	18,498,099	707.34	2,906,272.00	18,527,568.51	707.42	2,927,472	18,763,329	5	6	7	8	9	10	11	12	
2	707.35	2,908,922	18,557,039	707.35	2,908,922	18,557,039	707.35	2,908,922	18,557,039	707.44	2,932,772	18,822,269	-	0.013	-	-	0.077	0.090	43		
3	707.36	2,911,572	18,586,509	707.36	2,911,572	18,586,509	707.36	2,911,572	18,586,509	707.45	2,935,422	18,851,739	-	0.013	-	-	0.061	0.074	1		
4	707.38	2,916,872	18,645,449	707.38	2,916,872	18,645,449	707.38	2,916,872	18,645,449	707.45	2,935,422	18,851,739	-	0.013	-	-	0.084	0.097	1		
5	707.40	2,922,172	18,704,389	707.40	2,922,172	18,704,389	707.40	2,922,172	18,704,389	707.54	2,959,272	19,116,969	-	0.013	-	-	0.075	0.088	3		
6	707.42	2,927,472	18,763,329	707.42	2,927,472	18,763,329	707.42	2,927,472	18,763,329	707.54	2,959,272	19,116,969	-	0.013	-	-	0.084	0.095	5		
7	707.44	2,932,772	18,822,269	707.44	2,932,772	18,822,269	707.44	2,932,772	18,822,269	707.54	2,959,272	19,116,969	-	0.013	-	-	0.084	0.095	9		
8	707.45	2,935,422	18,851,739	707.45	2,935,422	18,851,739	707.45	2,935,422	18,851,739	707.54	2,959,272	19,116,969	-	0.013	-	-	0.084	0.097	3		
9	707.45	2,935,422	18,851,739	707.45	2,935,422	18,851,739	707.45	2,935,422	18,851,739	707.54	2,959,272	19,116,969	-	0.013	-	-	0.073	0.086	-		
10	707.54	2,959,272	19,116,969	707.54	2,959,272	19,116,969	707.54	2,959,272	19,116,969	707.55	2,961,922	19,146,439	-	0.013	-	-	0.073	0.086	25		
11	707.55	2,961,922	19,146,439	707.55	2,961,922	19,146,439	707.55	2,961,922	19,146,439	707.56	2,964,572	19,175,909	-	0.013	-	-	0.159	0.172	2		
12	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	-	0.013	-	-	0.073	0.086	-		
13	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	-	0.013	-	-	0.075	0.088	-		
14	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.56	2,964,572	19,175,909	707.57	2,967,222	19,205,379	-	0.013	-	-	0.082	0.095	-		
15	707.57	2,967,222	19,205,379	707.57	2,967,222	19,205,379	707.57	2,967,222	19,205,379	707.57	2,967,222	19,205,379	-	0.013	-	-	0.159	0.172	-		
31	707.59	2,972,522.00	19,264,318.51	707.59	2,972,522	19,264,319	707.60	2,975,172.00	19,293,788.51	707.60	2,975,172.00	19,293,788.51	-	0.013	-	-	0.084	0.097	6		
Jumlah	11,320	47,048,902	302,541,386	11,320	47,048,902	302,541,386	11,320	47,054,202	302,600,326	11,320	47,054,202	302,600,326	0.000	0.208	0.000	0.000	0.000	1.411	1.619	101	
Rata - Rata	707.47	2,940,556	18,908,837	707.47	2,940,556	18,908,837	707.47	2,940,888	18,912,520	707.47	2,940,888	18,912,520	0.000	0.013	0.000	0.000	0.088	0.101	6		

Mengetahui  
Koord. Bendungan Darma

Darma, 31 Januari 2019  
Pencatat

Dodo Wardoyo, ST.  
NIP : 198306112014121002

Ahmad Mansubun Z.



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMAENUK - CISANGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMAENUK - CISANGGARUNG**  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788 , Email:opcimanuk@yahoo.com

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
Bulan : 1 s/d 28 Februari  
Tahun : 2019

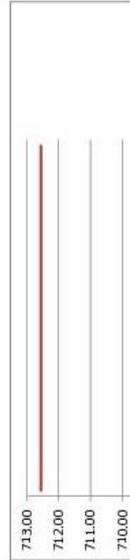
Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00				PEMBACAAN SIANG JAM 12.00				PEMBACAAN SORE JAM 17.00				OUTFLOW				Ket		
	TMA (+...-m)	Luas Mula Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		TMA (+...-m)	Luas Mula Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		TMA (+...-m)	Luas Mula Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Beban Rockfill (m <sup>2</sup> /det)	Beban (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Overlast) (m <sup>2</sup> /det)		PDA M Kumangan (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah Hujan (mm)
1	2	3	4		2	3	4		2	3	4		5	6	7	8	9	10	12
1	16	707.63	2,983,122	19,382,199	707.63	2,983,122	19,382,199	19,411,669	707.64	2,985,772.00	19,411,669	-	-	0.013	0.001	-	0.074	0.088	2.4
2	17	707.67	2,993,722	19,500,079	707.67	2,993,722	19,500,079	19,529,549	707.68	2,996,772.00	19,529,549	-	-	0.013	0.001	-	0.070	0.084	2.2
3	18	707.71	3,004,322	19,617,959	707.72	3,006,972	19,647,429	19,706,369	707.74	3,012,772.00	19,706,369	-	-	0.013	0.001	-	0.146	0.160	6
4	19	707.79	3,025,522	19,853,719	707.80	3,028,172	19,883,189	19,883,189	707.80	3,028,172.00	19,883,189	-	-	0.013	0.001	-	0.067	0.081	1.1
5	20	707.82	3,033,472	19,942,129	707.82	3,033,472	19,942,129	20,001,069	707.84	3,038,772.00	20,001,069	-	-	0.013	0.001	-	0.084	0.098	7
6	21	707.89	3,052,022	20,148,419	707.90	3,054,672	20,177,889	20,266,299	707.93	3,062,622.00	20,266,299	-	-	0.013	0.002	-	0.075	0.090	1.3
7	22	707.95	3,067,922	20,325,239	707.96	3,070,572	20,354,709	20,413,649	707.98	3,075,872.00	20,413,649	-	-	0.013	0.002	-	0.119	0.134	2.6
8	23	708.04	3,092,439	20,601,834	708.05	3,094,839	20,633,834	20,665,834	708.06	3,097,739.00	20,665,834	-	-	0.013	0.002	-	0.077	0.092	1.4
9	24	708.24	3,140,439	21,241,834	708.26	3,145,239	21,305,834	21,369,834	708.28	3,150,039.00	21,369,834	-	-	0.013	0.002	-	0.075	0.090	1.0
10	25	708.34	3,164,439	21,561,834	708.36	3,169,239	21,625,834	21,689,834	708.38	3,174,039.00	21,689,834	-	-	0.013	0.002	-	0.133	0.148	1.7
11	26	708.43	3,186,039	21,849,834	708.45	3,190,839	21,913,834	22,009,834	708.48	3,198,039.00	22,009,834	-	-	0.013	0.002	-	0.084	0.099	4
12	27	708.57	3,219,639	22,297,834	708.57	3,219,639	22,297,834	22,329,834	708.58	3,220,939.00	22,329,834	-	-	0.021	0.006	-	0.074	0.101	1.7
13	28	708.60	3,226,839	22,393,834	708.60	3,226,839	22,393,834	22,393,834	708.60	3,226,839.00	22,393,834	-	-	0.021	0.006	-	0.075	0.102	2
14	29	708.62	3,231,639	22,457,834	708.62	3,231,639	22,457,834	22,489,834	708.63	3,234,039.00	22,489,834	-	-	0.021	0.006	-	0.142	0.169	2
15	30	708.70	3,250,839	22,713,834	708.70	3,250,839	22,713,834	22,745,834	708.71	3,253,339.00	22,745,834	-	-	0.021	0.006	-	0.074	0.101	6
16	16	708.73	3,258,039	22,809,834	708.73	3,258,039	22,809,834	22,809,834	708.73	3,258,039.00	22,809,834	-	-	0.021	0.006	-	0.077	0.104	-
17	17	708.74	3,260,439	22,841,834	708.74	3,260,439	22,841,834	22,873,834	708.75	3,262,839.00	22,873,834	-	-	0.021	0.006	-	0.077	0.104	-
18	18	708.83	3,282,039	23,129,834	708.83	3,282,039	23,129,834	23,161,834	708.84	3,284,439.00	23,161,834	-	-	0.021	0.006	-	0.077	0.104	2.0
19	19	708.88	3,294,039	23,289,834	708.88	3,294,039	23,289,834	23,321,834	708.89	3,296,439.00	23,321,834	-	-	0.021	0.006	-	0.069	0.096	1.1
20	20	708.90	3,296,839	23,353,834	708.90	3,296,839	23,353,834	23,353,834	708.90	3,298,839.00	23,353,834	-	-	0.021	0.006	-	0.063	0.090	-
21	21	709.01	3,324,853	23,710,483	709.02	3,326,653	23,744,583	23,812,783	709.04	3,330,253.00	23,812,783	-	-	0.021	0.006	-	0.077	0.104	4.3
22	22	709.08	3,337,453	23,949,183	709.09	3,339,253	23,983,283	24,017,383	709.10	3,341,053.00	24,017,383	-	-	0.021	0.006	-	0.074	0.101	1.7
23	23	709.14	3,348,253	24,153,783	709.15	3,350,053	24,187,883	24,187,883	709.15	3,350,053.00	24,187,883	-	-	0.021	0.006	-	0.070	0.097	2.0
24	24	709.19	3,357,253	24,324,283	709.19	3,357,253	24,324,283	24,358,383	709.20	3,359,053.00	24,358,383	-	-	0.021	0.006	-	0.070	0.097	1.3
25	25	709.23	3,364,453	24,460,683	709.23	3,364,453	24,460,683	24,494,783	709.24	3,366,253.00	24,494,783	-	-	0.021	0.006	-	0.061	0.088	4
26	26	709.27	3,371,653	24,597,083	709.27	3,371,653	24,597,083	24,597,083	709.27	3,371,653.00	24,597,083	-	-	0.021	0.006	-	0.146	0.173	0
27	27	709.29	3,375,253	24,665,283	709.29	3,375,253	24,665,283	24,665,283	709.29	3,375,253.00	24,665,283	-	-	0.021	0.006	-	0.072	0.099	1
28	28	709.31	3,378,853	24,733,483	709.31	3,378,853	24,733,483	24,733,483	709.31	3,378,853.00	24,733,483	-	-	0.021	0.006	-	0.066	0.093	1
Jumlah		19,839.60	89,923,835	623,907,844	19,839.74	89,956,635	624,552,024	625,294,694	19,840.04	90,028,385	625,294,694	-	-	0.50	0.12	-	2.37	2.98	391.00
Rata - Rata		708.56	3,211,566	22,282,423	708.56	3,212,737	22,298,287	22,331,953	708.57	3,215,299	22,331,953	-	-	0.02	0.00	-	0.08	0.11	13.96

Mengetahui  
Koord. Bendungan Darma

Dodo Wardoyo, ST.  
NIP. 19830612014121002

Darma, 28 Februari 2019  
Pencatat

Ahmad Mansubun Z.





**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMAANUK - CISANGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMAANUK - CISANGGARUNG**  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788 , Email:opcimanuk@yahoo.com

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
Bulan : 1 s/d 15 Maret  
Tahun : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00			PEMBACAAN SIANG JAM 12.00			PEMBACAAN SORE JAM 16.00			OUTFLOW							
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan	Pelimpah (Overbat) (m <sup>2</sup> /det)	P D A M Kuntungan (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket	
1	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	709.33	3.382,453	24.801,683	709.33	3.382,453	24.801,683	709.33	3.382,453	24.801,683	-	0,021	0,006	-	0,074	0,074	-	-
2	709.36	3.387,853	24.903,983	709.36	3.387,853	24.903,983	709.36	3.387,853	24.903,983	-	0,021	0,006	-	0,074	0,074	3	-
3	709.39	3.393,253	25.006,283	709.39	3.393,253	25.006,283	709.40	3.395,053	25.040,383	-	0,021	0,006	-	0,133	0,133	19	-
4	709.44	3.402,253	25.176,783	709.44	3.402,253	25.176,783	709.44	3.402,253	25.176,783	-	0,021	0,006	-	0,067	0,067	15	-
5	709.46	3.405,853	25.244,983	709.46	3.405,853	25.244,983	709.46	3.405,853	25.244,983	-	0,021	0,006	-	0,067	0,067	-	-
6	709.49	3.411,253	25.347,283	709.49	3.411,253	25.347,283	709.50	3.413,053	25.381,383	-	0,021	0,006	-	0,084	0,084	7	-
7	709.54	3.420,253	25.517,783	709.54	3.420,253	25.517,783	709.55	3.422,053	25.551,883	-	0,021	0,006	-	0,142	0,142	22	-
8	709.56	3.423,853	25.585,983	709.56	3.423,853	25.585,983	709.56	3.423,853	25.585,983	-	0,021	0,006	-	0,067	0,067	-	-
9	709.58	3.427,453	25.654,183	709.59	3.429,253	25.688,283	709.59	3.429,253	25.688,283	-	0,021	0,006	-	0,074	0,074	5	-
10	709.72	3.452,653	26.131,583	709.72	3.452,653	26.131,583	709.73	3.454,453	26.165,683	-	0,021	0,006	-	0,139	0,139	57	-
11	709.75	3.458,053	26.233,883	709.75	3.458,053	26.233,883	709.77	3.461,653	26.302,083	-	0,021	0,006	-	0,070	0,070	-	-
12	709.81	3.468,853	26.438,483	709.81	3.468,853	26.438,483	709.81	3.468,853	26.438,483	-	0,021	0,006	-	0,084	0,084	26	-
13	709.83	3.472,453	26.506,683	709.83	3.472,453	26.506,683	709.83	3.472,453	26.506,683	-	0,021	0,006	-	0,074	0,074	1	-
14	709.85	3.476,053	26.574,883	709.85	3.476,053	26.574,883	709.85	3.476,053	26.574,883	-	0,021	0,006	-	0,139	0,139	-	-
15	709.94	3.492,253	26.881,783	709.95	3.494,053	26.915,883	709.97	3.497,653	26.984,083	-	0,021	0,006	-	0,074	0,074	42	-
31																	
Jumlah	10,644	51,474,795	386,006,248	10,644	51,478,395	386,074,448	10,644	51,492,795	386,347,248	0,000	0,000	0,000	0,000	1,358	1,358	197	-
Rata - Rata	709.60	3.431.653	25.733.750	709.60	3.431.893	25.738.297	709.61	3.432.853	25.756.483	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.091	13	-

Mengetahui  
Koord. Bendungan Darma

Darma, 15 Maret 2019  
Pencatat



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMANUK - CISANGGARUNG  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788 , Email:opcimanuk@yahoo.com**

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Loka : Bendungan Darma  
Bulan : 16 s/d 31 Maret  
Tahun : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00			PEMBACAAN SIANG JAM 12.00			PEMBACAAN SORE JAM 16.00			OUTFLOW					Ket		
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan	Pelimpah (Overbat) (m <sup>2</sup> /det)	P D A M Kuntungan (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)		Curah Hujan (mm)	
1	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	710.04	3.510.383	27.230.828	710.06	3.513.863	27.302.608	710.07	3.515.603	27.338.498	-	0.021	0.006	-	0.074	0.101	39	
2	710.14	3.527.783	27.589.728	710.14	3.527.783	27.589.728	710.15	3.529.523	27.625.618	-	0.021	0.006	-	0.077	0.104	26	
3	710.18	3.534.743	27.733.288	710.18	3.534.743	27.733.288	710.19	3.536.483	27.769.178	-	0.024	0.007	-	0.146	0.177	1	
4	710.21	3.539.963	27.840.958	710.21	3.539.963	27.840.958	710.21	3.539.963	27.840.958	-	0.024	0.007	-	0.067	0.098	-	
5	710.25	3.546.923	27.984.518	710.25	3.546.923	27.984.518	710.26	3.548.663	28.020.408	-	0.024	0.007	-	0.070	0.101	8	
6	710.28	3.552.143	28.092.188	710.28	3.552.143	28.092.188	710.29	3.553.883	28.128.078	-	0.024	0.007	-	0.084	0.115	8	
7	710.31	3.557.363	28.199.858	710.31	3.557.363	28.199.858	710.31	3.557.363	28.199.858	-	0.024	0.007	-	0.142	0.173	7	
8	710.34	3.562.583	28.307.528	710.34	3.562.583	28.307.528	710.34	3.562.583	28.307.528	-	0.024	0.007	-	0.077	0.108	12	
9	710.37	3.567.803	28.415.198	710.37	3.567.803	28.415.198	710.38	3.569.543	28.451.088	-	0.024	0.007	-	0.077	0.108	9	
10	710.40	3.573.023	28.522.868	710.41	3.574.763	28.558.758	710.43	3.578.243	28.630.538	-	0.024	0.007	-	0.142	0.173	1	
11	710.47	3.585.203	28.774.098	710.47	3.585.203	28.774.098	710.49	3.588.683	28.845.878	-	0.024	0.007	-	0.070	0.101	12	
12	710.58	3.604.343	29.168.888	710.60	3.607.823	29.240.668	710.62	3.611.303	29.312.448	-	0.024	0.007	-	0.084	0.115	53	
13	710.83	3.647.843	30.066.138	710.83	3.647.843	30.066.138	710.84	3.649.583	30.102.028	-	0.024	0.007	-	0.077	0.108	65	
14	710.88	3.656.543	30.245.588	710.88	3.656.543	30.245.588	710.88	3.656.543	30.245.588	-	0.024	0.007	-	0.142	0.173	1	
15	710.91	3.661.763	30.353.258	710.91	3.661.763	30.353.258	710.91	3.661.763	30.353.258	-	0.024	0.007	-	0.074	0.105	-	
31	710.92	3.663.503	30.389.148	710.92	3.663.503	30.389.148	710.92	3.663.503	30.389.148	-	0.024	0.007	-	0.077	0.108	-	
Jumlah	11.367	57.291.908	458.914.082	11.367	57.300.608	459.093.532	11.367	57.323.228	459.560.102	0.000	0.378	0.110	0.000	1.480	1.968	242	
Rata - Rata	710.44	3.580.744	28.682.130	710.45	3.581.288	28.693.346	710.46	3.582.702	28.722.506	0.000	0.024	0.007	0.000	0.092	0.123	15.125	

Mengetahui  
Koord. Bendungan Darma

Darma, 31 Maret 2019  
Pencatat



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISINGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMANUK - CISINGGARUNG**  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8600788 , Email:opcimanuk@yahoo.com

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Lokasi : Bandung Darma  
Bulan : 1 s/d 15 April  
Tahun : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00			PEMBACAAN SIANG JAM 12.00			PEMBACAAN SORE JAM 17.00			OUTFLOW						Ket	
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan	Pelimpah (Overbat) (m <sup>2</sup> /det)	P D A M Kuringan (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	Curah Hujan (mm)		
1	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	16	710.98	3.673,943	30,604,488	710.98	3.673,943	30,604,488	710.98	3.673,943	30,604,488	-	0.041	0.020	-	0.065	0.065	20
2	17	711.00	3.677,423	30,676,268	711.00	3.677,423	30,676,268	711.00	3.677,423	30,676,268	-	0.041	0.020	-	0.070	0.070	-
3	18	711.03	3.682,189	30,788,683	711.03	3.682,189	30,788,683	711.03	3.682,189	30,788,683	-	0.041	0.020	-	0.129	0.129	-
4	19	711.05	3.684,969	30,863,623	711.05	3.684,969	30,863,623	711.05	3.684,969	30,863,623	-	0.041	0.020	-	0.067	0.067	-
5	20	711.12	3.694,699	31,125,913	711.12	3.694,699	31,125,913	711.13	3.696,089	31,163,383	-	0.041	0.020	-	0.063	0.063	15
6	21	711.21	3.707,209	31,463,143	711.23	3.709,989	31,538,083	711.24	3.711,379	31,575,553	-	0.041	0.020	-	0.060	0.060	14
7	22	711.33	3.723,889	31,912,783	711.33	3.723,889	31,912,783	711.34	3.725,279	31,950,253	-	0.041	0.020	-	0.126	0.126	-
8	23	711.38	3.730,839	32,100,133	711.39	3.732,229	32,137,603	711.40	3.733,619	32,175,073	-	0.041	0.020	-	0.065	0.065	27
9	24	711.69	3.773,929	33,261,703	711.72	3.778,099	33,374,113	711.74	3.780,879	33,449,053	-	0.041	0.020	-	0.063	0.063	73
10	25	711.84	3.794,779	33,823,753	711.84	3.794,779	33,823,753	711.85	3.796,169	33,861,223	-	0.052	0.020	-	0.113	0.113	39
11	26	711.96	3.811,459	34,273,393	711.96	3.811,459	34,273,393	711.97	3.812,849	34,310,863	-	0.052	0.025	-	0.058	0.058	35
12	27	712.05	3.826,500	34,612,000	712.05	3.826,500	34,612,000	712.05	3.826,500	34,612,000	-	0.052	0.025	-	0.049	0.049	24
13	28	712.11	3.837,720	34,838,560	712.11	3.837,720	34,838,560	712.11	3.837,720	34,838,560	-	0.052	0.025	-	0.054	0.054	7
14	29	712.15	3.845,200	34,989,600	712.15	3.845,200	34,989,600	712.16	3.847,070	35,027,360	-	0.052	0.025	-	0.106	0.106	3
15	30	712.20	3.854,550	35,178,400	712.21	3.856,420	35,216,160	712.24	3.862,030	35,329,440	-	0.052	0.025	-	0.053	0.053	19
31																	
Jumlah		10,673	56,319,297	490,512,440	10,673	56,329,507	490,775,020	10,673	56,348,107	491,225,820	0.000	0.000	0.000	1.139	1.139	276	
Rata - Rata		711.54	3.754,620	32,700,829	711.54	3.755,300	32,718,335	711.55	3.756,540	32,748,388	0.000	0.000	0.000	0.076	0.076	18	

Mengetahui  
Koord. Bandung Darma

Darma, 15 April 2019  
Pencatat



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMAANUK - CISINGGARUNG  
SATUAN KERJA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUMBER DAYA AIR CIMAANUK - CISINGGARUNG**  
Jalan Ahmad Yani Kav.1 Cirebon, Telepon : (0231) 8800788 , Email:opcimanuk@yahoo.com

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Loka : Bendungan Darma  
Bulan : 16 s/d 30 April  
Tahun : 2019

Tanggal	PEMBACAAN PAGI JAM 07.00				PEMBACAAN SIANG JAM 12.00				PEMBACAAN SORE JAM 17.00				OUTFLOW				Ket			
	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	Luas Muka Air (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	Rembesan Rockfill (m <sup>2</sup> /det)	Babahan (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Overbat) (m <sup>2</sup> /det)		P D A M Kuringan (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	Curah Hujan (mm)
1	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	712.28	3.869.510	35.480.480	712.29	3.871.380	35.518.240	712.30	3.873.250	35.556.000	-	-	0.052	0.025	-	0.056	0.000	0.000	17	-	-
2	712.37	3.886.340	35.820.320	712.37	3.886.340	35.820.320	712.39	3.890.080	35.895.840	-	-	0.052	0.025	-	0.054	0.000	0.000	39	-	-
3	712.44	3.899.430	36.084.640	712.45	3.901.300	36.122.400	712.45	3.901.300	36.122.400	-	-	0.052	0.025	-	0.126	0.000	0.000	-	-	-
4	712.47	3.905.040	36.197.920	712.47	3.905.040	36.197.920	712.48	3.906.910	36.235.680	-	-	0.052	0.025	-	0.065	0.000	0.000	-	-	-
5	712.50	3.910.650	36.311.200	712.50	3.910.650	36.311.200	712.56	3.922.406	36.544.270	-	-	0.052	0.025	-	0.074	0.000	0.000	-	-	-
6	712.55	3.920.000	36.500.000	712.55	3.920.000	36.500.000	712.55	3.920.000	36.500.000	-	-	0.052	0.025	-	0.063	0.000	0.000	-	-	-
7	712.58	3.926.706	36.625.700	712.58	3.926.706	36.625.700	712.58	3.926.706	36.625.700	-	-	0.052	0.025	0.048	0.126	0.000	0.000	-	-	-
8	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	-	-	0.052	0.025	0.241	0.051	0.000	0.000	-	-	-
9	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	-	-	0.052	0.025	0.339	0.058	0.000	0.000	3	-	-
10	712.63	3.937.456	36.829.450	712.63	3.937.456	36.829.450	712.63	3.937.456	36.829.450	-	-	0.052	0.025	0.478	0.119	1.304	0.000	6	-	-
11	712.67	3.946.056	36.992.630	712.66	3.943.906	36.951.820	712.65	3.941.756	36.911.020	2.068	2.068	0.052	0.025	1.304	0.056	1.690	0.000	-	-	-
12	712.63	3.937.456	36.829.450	712.63	3.937.456	36.829.450	712.63	3.937.456	36.829.450	2.068	2.068	0.052	0.025	0.386	0.053	0.725	0.000	51	-	-
13	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	-	-	0.052	0.025	0.339	0.056	0.442	0.000	-	-	-
14	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	-	-	0.052	0.025	0.103	0.116	0.489	0.000	-	-	-
15	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	-	-	0.052	0.025	0.386	0.053	0.386	0.000	15	-	-
31																				
Jumlah	10.688	58.804.424	547.411.406	10.688	58.806.014	547.446.116	10.688	58.823.100	547.789.426	4.136	0.000	0.000	2.518	1.124	5.036	131				
Rata - Rata	668.01	3.675.277	34.213.213	668.01	3.675.376	34.215.382	668.02	3.676.444	34.236.839	0.259	0.000	0.000	0.157	0.070	0.315	8.188				

Mengetahui  
Koord. Bendungan Darma

Darma, 30 April 2019  
Pencatat



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
 Email: bhs@sumdam.kemprasana.go.id

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Mei  
 Tahun : 2019

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH			PEMBELAN						INFLOW (m <sup>3</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket	
	TMA (t <sub>masuk</sub> )	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t <sub>masuk</sub> )	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t <sub>masuk</sub> )	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	VOLUME RATA-RATA (t <sub>masuk</sub> )	Gomng <sup>2</sup> (Time) (m <sup>3</sup> /det)	Bembesan Maidam (m <sup>3</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>3</sup> /det)	Pelimpah (Overspill) (m <sup>3</sup> /det)	P D A M (m <sup>3</sup> /det)	(m <sup>3</sup> /det)	(m <sup>3</sup> /det)	(m <sup>3</sup> /det)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21			
1	16	712.78	3.969.706	37.441.780	712.77	3.967.556	37.401.070	712.75	3.963.256	37.319.470	37.387.440	3.271	0.064	0.035	3.793	0.070	7.233	-7.559	107			
2	17	712.71	3.954.656	37.155.970	712.71	3.954.656	37.155.970	712.70	3.952.506	37.115.120	37.142.553	3.271	0.064	0.035	2.093	0.061	5.524	3.308	6			
3	18	712.67	3.946.056	36.992.630	712.66	3.943.906	36.951.820	712.64	3.939.606	36.870.230	36.938.226	3.271	0.064	0.035	1.452	0.086	4.908	1.891	14			
4	19	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	712.56	3.922.406	36.544.270	36.734.336	3.271	0.058	0.025	0.533	0.056	3.943	2.832	-			
5	20	712.59	3.928.856	36.666.430	712.57	3.924.556	36.584.980	712.56	3.922.406	36.544.270	36.598.560	3.271	0.058	0.025	-	0.049	3.403	0.943	-			
6	21	712.54	3.918.130	36.462.240	712.54	3.918.130	36.462.240	712.54	3.918.130	36.462.240	36.462.240	-	0.058	0.025	-	0.056	2.363	-	-			
7	22	712.57	3.924.556	36.584.980	712.57	3.924.556	36.584.980	712.57	3.924.556	36.584.980	36.584.980	-	0.058	0.025	0.048	0.106	0.237	-1.421	22			
8	23	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	712.60	3.931.006	36.707.170	36.707.170	-	0.058	0.025	0.074	0.056	0.213	-1.414	2			
9	24	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	36.747.920	-	0.058	0.025	0.231	0.060	0.374	-0.472	-			
10	25	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	36.788.680	-	0.058	0.025	0.542	0.093	0.718	-0.472	-			
11	26	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	36.788.680	-	0.058	0.025	0.542	0.056	0.681	0.000	-			
12	27	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	36.788.680	-	0.058	0.025	0.542	0.061	0.686	0.000	-			
13	28	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	36.788.680	-	0.058	0.025	0.651	0.056	0.790	0.000	-			
14	29	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	712.62	3.935.306	36.788.680	36.788.680	-	0.058	0.025	0.651	0.103	0.837	0.000	-			
15	30	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	712.61	3.933.156	36.747.920	36.747.920	-	0.058	0.025	0.472	0.056	0.611	0.472	-			
31	Jumlah																			0.000	-	-
Jumlah											28.355	13.888	14.403	26.624	17.025	30.297	0.472	151.000	-			
Rata - Rata											1.890	0.926	0.960	1.775	1.135	2.020	0.031	100.67	-			

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Mengetahui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 Mei 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
Email: bhs@sumhara.kemprasum.go.id

Lokasi : Bendungan Darma  
Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Mei  
Tahun : 2019

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			JUMLAH			Pengeluaran						INFLOW (m <sup>3</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket		
	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	VOLUME RATA-RATA (+.....m)	Goings (True) (m <sup>3</sup> /det)	Rembasan Mendalam (m <sup>3</sup> /det)	Sadale-dam (m <sup>3</sup> /det)	Pelimpah (Onggokan) (m <sup>3</sup> /det)	P O AM (m <sup>3</sup> /det)				Jumlah (m <sup>3</sup> /det)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	16	712.63	3.937,456	36.829,450	712.63	3.937,456	36.829,450	712.63	3.937,456	36.829,450	-	0,045	0,023	0,959	0,053	1,080	-0,944	20	-	
2	17	712.62	3.935,306	36.788,680	712.62	3.935,306	36.788,680	712.62	3.935,306	36.788,680	-	0,045	0,023	0,651	0,065	0,784	425,79	-	-	
3	18	712.62	3.935,306	36.788,680	712.62	3.935,306	36.788,680	712.62	3.935,306	36.788,680	-	0,045	0,023	0,651	0,119	0,838	425,79	-	-	
4	19	712.61	3.933,156	36.747,920	712.61	3.933,156	36.747,920	712.61	3.933,156	36.747,920	-	0,045	0,023	0,651	0,056	0,775	425,32	-	-	
5	20	712.61	3.933,156	36.747,920	712.61	3.933,156	36.747,920	712.61	3.933,156	36.747,920	-	0,045	0,023	0,651	0,039	0,758	425,32	-	-	
6	21	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	-	0,045	0,023	0,542	0,056	0,666	424,85	-	-	
7	22	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	-	0,045	0,023	0,386	0,106	0,560	424,85	-	-	
8	23	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	-	0,045	0,023	0,136	0,056	0,124	424,85	-	-	
9	24	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	-	0,045	0,023	0,249	0,053	0,370	424,85	-	-	
10	25	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	712.60	3.931,006	36.707,170	-	0,045	0,023	0,249	0,106	0,423	424,85	-	-	
11	26	712.58	3.926,706	36.625,700	712.58	3.926,706	36.625,700	712.57	3.924,556	36.612,126	2,500	0,045	0,023	0,103	0,056	2,727	423,91	-	-	
12	27	712.54	3.918,130	36.462,240	712.54	3.918,130	36.462,240	712.54	3.918,130	36.462,240	2,500	0,045	0,023	-	0,053	2,621	422,02	-	-	
13	28	712.52	3.914,390	36.386,720	712.52	3.914,390	36.386,720	712.52	3.914,390	36.386,720	2,500	0,045	0,023	-	0,060	2,628	421,14	-	-	
14	29	712.50	3.910,650	36.311,200	712.50	3.910,650	36.311,200	712.50	3.910,650	36.311,200	1,008	0,045	0,023	-	0,129	1,205	420,27	-	-	
15	30	712.48	3.906,910	36.235,680	712.48	3.906,910	36.235,680	712.48	3.906,910	36.235,680	1,008	0,045	0,023	-	0,063	1,139	419,39	-	-	
31	712.47	3.905,040	36.197,920	712.47	3.905,040	36.197,920	712.47	3.905,040	36.197,920	585,644,393	22,524	13,720	14,368	20,092	17,129	17,833	-6353,125	20,000	-	
Jumlah										585,644,393	22,524	13,720	14,368	20,092	17,129	17,833	-6353,125	20,000	-	
Rata - Rata										36,602,775	1,408	0,858	0,898	1,256	1,071	1,189	-423,542	1,333	-	

Mengetahui  
Koordinator Lapangan

Menyetujui,  
Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 31 Mei 2019  
Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 205875-205876 Cirebon-45132  
 Email: bhw@kemppu.go.id

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Juli  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH			PENGELUARAN						Curah Hujan (mm)	Ket
	TMA (t-mmm)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t-mmm)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t-mmm)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	VOLUME RATA-RATA (t-mmm)	Volume (m <sup>3</sup> )	Gomng <sup>2</sup> (Time) (m <sup>2</sup> /det)	Berbaban Meindam (m <sup>2</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Operasi) (m <sup>2</sup> /det)	P O AM (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	INFLOW (m <sup>2</sup> /det)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	
1	16	711.86	3.797.559	33.898.693	711.86	3.797.559	33.898.693	711.86	3.797.559	33.898.693	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
2	17	711.84	3.794.779	33.823.753	711.83	3.793.389	33.786.283	711.80	3.789.219	33.675.873	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
3	18	711.76	3.785.659	33.523.993	711.75	3.782.269	33.486.523	711.74	3.780.879	33.449.053	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
4	19	711.72	3.778.099	33.374.113	711.72	3.778.099	33.374.113	711.72	3.778.099	33.374.113	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	1.735			
5	20	711.71	3.776.709	33.336.643	711.71	3.776.709	33.336.643	711.71	3.776.709	33.336.643	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.434	22		
6	21	711.69	3.773.929	33.261.703	711.69	3.773.929	33.261.703	711.67	3.771.149	33.186.763	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
7	22	711.64	3.766.979	33.074.353	711.62	3.764.199	32.999.413	711.60	3.761.419	32.924.473	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.168			
8	23	711.58	3.758.639	32.849.533	711.57	3.757.249	32.812.063	711.55	3.754.469	32.737.123	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.602			
9	24	711.52	3.750.299	32.624.713	711.52	3.750.299	32.624.713	711.51	3.748.909	32.587.243	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.602			
10	25	711.49	3.746.129	32.512.303	711.49	3.746.129	32.512.303	711.49	3.746.129	32.512.303	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	1.301			
11	26	711.47	3.743.349	32.437.363	711.47	3.743.349	32.437.363	711.46	3.741.959	32.399.893	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
12	27	711.45	3.740.569	32.362.423	711.44	3.739.179	32.324.953	711.42	3.736.399	32.290.013	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	0.867			
13	28	711.4	3.733.619	32.175.073	711.39	3.732.229	32.137.603	711.36	3.728.059	32.025.193	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.168			
14	29	711.35	3.726.669	31.987.723	711.33	3.725.889	31.912.783	711.32	3.722.489	31.875.313	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.168			
15	30	711.29	3.718.329	31.762.903	711.28	3.716.939	31.725.433	711.26	3.714.159	31.690.493	2.528	0.030	0.018	-	0.084	2.660	2.602			
31	Jumlah										49.920	13.450	14.270	15.000	17.260	39.900	25.588	22.000		
	Rata - Rata										3.328	0.887	0.951	1.000	1.151	2.660	1.706	1.467		

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Mengetahui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 Juli 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT  
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR  
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
Email: bhs@sumhutan.kempras.go.id

Lokasi : Bendungan Darma  
Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Mei  
Tahun : 2019

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....ml)	Gorong (True) (m <sup>2</sup> /det)	Pengelakan				INFLOW (m <sup>2</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket		
	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )			Rembasan Meleak (m <sup>2</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Onggitan) (m <sup>2</sup> /det)	P O A M (m <sup>2</sup> /det)				Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	16	712.31	3.875,120	35.593,760	712.31	3.875,120	35.593,760	712.31	3.875,120	35.593,760	-	0,045	0,023	-	0,075	0,143	0,874	-	-	-
2	17	712.3	3.873,250	35.556,000	712.3	3.873,250	35.556,000	712.3	3.873,250	35.556,000	-	0,045	0,023	-	0,075	0,143	0,44	-	-	-
3	18	712.29	3.871,380	35.518,240	712.29	3.871,380	35.518,240	712.29	3.871,380	35.518,240	2,068	0,045	0,023	-	0,075	2,211	0,44	-	-	-
4	19	712.24	3.862,030	35.329,440	712.24	3.862,030	35.329,440	712.24	3.862,030	35.329,440	2,068	0,030	0,020	-	0,075	2,193	2,19	-	-	-
5	20	712.22	3.858,290	35.253,920	712.22	3.858,290	35.253,920	712.22	3.858,290	35.253,920	2,068	0,030	0,020	-	0,084	2,202	0,87	-	-	-
6	21	712.20	3.854,550	35.178,400	712.20	3.854,550	35.178,400	712.20	3.854,550	35.178,400	2,068	0,030	0,020	-	0,084	2,202	0,87	-	-	-
7	22	712.15	3.845,200	34.989,600	712.15	3.845,200	34.989,600	712.15	3.845,200	34.989,600	2,068	0,030	0,020	-	0,075	2,193	2,19	-	-	-
8	23	712.13	3.841,460	34.914,080	712.13	3.841,460	34.914,080	712.13	3.839,590	34.876,320	2,068	0,030	0,020	-	0,084	2,202	0,87	-	-	-
9	24	712.10	3.835,850	34.800,800	712.10	3.835,850	34.800,800	712.09	3.833,980	34.763,040	2,068	0,030	0,020	-	0,075	2,193	1,31	-	-	-
10	25	712.07	3.830,240	34.687,520	712.07	3.830,240	34.687,520	712.05	3.825,500	34.612,000	2,068	0,030	0,020	-	0,075	2,193	1,31	-	-	-
11	26	712.03	3.822,760	34.536,480	712.03	3.822,760	34.536,480	712.02	3.820,890	34.498,720	2,068	0,030	0,020	-	0,075	2,193	1,75	-	-	-
12	27	712.00	3.817,019	34.423,273	712.00	3.817,019	34.423,273	711.99	3.815,629	34.385,803	2,068	0,030	0,020	-	0,084	2,202	1,31	-	-	-
13	28	711.96	3.811,459	34.273,393	711.95	3.810,669	34.235,923	711.94	3.808,679	34.198,453	2,068	0,030	0,018	-	0,084	2,200	1,73	-	-	-
14	29	711.93	3.807,289	34.160,983	711.92	3.805,899	34.123,513	711.91	3.804,509	34.086,043	2,068	0,030	0,018	-	0,084	2,200	1,30	-	-	-
15	30	711.88	3.800,339	33.973,633	711.87	3.798,949	33.936,163	711.86	3.797,559	33.898,693	2,068	0,030	0,018	-	0,084	2,200	2,17	-	-	-
31	Jumlah																			
										522,989,111	38,884	13,495	14,303	15,000	17,188	28,870	19,626	0,000		
										32,686,819	2,430	0,843	0,894	0,938	1,074	1,925	1,308	0,000		

Mengetahui  
Koordinator Lapangan

Mengetahui,  
Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 30 Juni 2019  
Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 205875-205876 Cirebon-45132  
 Email: bhw@kemppu.go.id

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Juni  
 Tahun : 2019

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME RATA-RATA (+.....ml)	Gomng <sup>2</sup> (Time) (m <sup>2</sup> /det)	PENGELUARAN				INFLOW (m <sup>2</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket		
	TMA (.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )			Bermbesan Meleak (m <sup>2</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Operasi) (m <sup>2</sup> /det)	P D A M (m <sup>2</sup> /det)				Jumlah (m <sup>2</sup> /det)	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	
1	16	712.46	3.903.170	36.160.160	712.46	3.903.170	36.160.160	712.46	3.903.170	36.160.160	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.437			
2	17	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	1.008	0.045	0.023	-	0.084	1.160	0.874			
3	18	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.000			
4	19	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	712.44	3.899.430	36.084.640	1.008	0.045	0.023	-	0.084	1.160	0.000			
5	20	712.43	3.897.560	36.046.880	712.43	3.897.560	36.046.880	712.43	3.897.560	36.046.880	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.437			
6	21	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.437			
7	22	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.000			
8	23	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	712.42	3.895.690	36.009.120	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.000			
9	24	712.40	3.891.950	35.933.600	712.40	3.891.950	35.933.600	712.40	3.891.950	35.933.600	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.874			
10	25	712.39	3.890.080	35.895.840	712.39	3.890.080	35.895.840	712.39	3.890.080	35.895.840	1.008	0.045	0.023	-	0.084	1.160	0.437			
11	26	712.38	3.888.210	35.858.080	712.38	3.888.210	35.858.080	712.37	3.886.340	35.820.320	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.437			
12	27	712.36	3.884.470	35.782.560	712.36	3.884.470	35.782.560	712.36	3.884.470	35.782.560	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.874			
13	28	712.36	3.884.470	35.782.560	712.36	3.884.470	35.782.560	712.35	3.882.600	35.744.800	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.000			
14	29	712.34	3.880.730	35.707.040	712.34	3.880.730	35.707.040	712.34	3.880.730	35.707.040	1.008	0.045	0.023	-	0.075	1.151	0.874			
15	30	712.33	3.878.860	35.669.280	712.33	3.878.860	35.669.280	712.33	3.878.860	35.669.280	1.008	0.045	0.023	-	0.084	1.160	0.437			
31	Jumlah										27.120	13.675	14.345	15.000	17.161	17.301	6.119	0.000		
	Rata - Rata										1.808	0.912	0.956	1.000	1.144	1.153	0.408	0.000		

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Menyetujui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 Juni 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
 Email: bhw@kemppu.go.id

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 16 s/d 31 Juli  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SOBRE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....ml)	Pengeluaran					Curah Hujan (mm)	Ket								
	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	IMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		Gorong (True) (m <sup>2</sup> /det)	12	13	14	15			P D AM (m <sup>2</sup> /det)	16	17	18	19	20	21	
1	16	711.25	3.712,769	31.613,023	711.24	3.711,379	31.575,563	711.22	3.708,599	31.500,613	2.528	0.024	0.012	-	0.084	2.648	1.73	-	-	-	-	-			
2	17	711.19	3.704,429	31.388,203	711.17	3.701,649	31.313,263	711.16	3.700,259	31.275,793	2.528	0.024	0.012	-	0.084	2.648	2.60	-	-	-	-	-			
3	18	711.14	3.697,479	31.200,853	711.13	3.696,089	31.163,383	711.12	3.694,699	31.125,913	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	2.17	-	-	-	-	-			
4	19	711.1	3.691,919	31.050,973	711.08	3.689,139	30.976,033	711.06	3.686,359	30.901,093	2.528	0.024	0.012	-	0.130	2.694	1.73	-	-	-	-	-			
5	20	711.05	3.684,969	30.863,623	711.04	3.683,579	30.826,153	711.02	3.680,799	30.751,213	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	2.17	-	-	-	-	-			
6	21	710.98	3.673,943	30.604,488	710.98	3.673,943	30.604,488	710.98	3.673,943	30.604,488	2.528	0.024	0.012	-	0.130	2.694	3.00	-	-	-	-	-			
7	22	710.96	3.670,463	30.532,708	710.96	3.670,463	30.532,708	710.95	3.668,723	30.496,818	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	0.83	-	-	-	-	-			
8	23	710.94	3.666,983	30.460,928	710.94	3.666,983	30.460,928	710.93	3.665,243	30.425,038	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	0.83	-	-	-	-	-			
9	24	710.91	3.661,763	30.353,258	710.90	3.660,023	30.317,368	710.89	3.658,283	30.281,478	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	1.25	-	-	-	-	-			
10	25	710.87	3.654,803	30.209,698	710.86	3.653,063	30.173,808	710.86	3.653,063	30.173,808	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	1.66	-	-	-	-	-			
11	26	710.84	3.649,583	30.102,028	710.83	3.647,843	30.066,138	710.82	3.646,103	30.030,248	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	1.25	-	-	-	-	-			
12	27	710.79	3.640,883	29.922,578	710.78	3.639,143	29.886,688	710.76	3.635,663	29.814,908	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	2.08	-	-	-	-	-			
13	28	710.75	3.633,923	29.779,018	710.74	3.632,183	29.743,128	710.73	3.630,443	29.707,238	2.528	0.024	0.012	-	0.069	2.633	1.66	-	-	-	-	-			
14	29	710.71	3.626,963	29.635,458	710.70	3.625,223	29.599,568	710.68	3.621,743	29.527,788	2.528	0.024	0.012	-	0.130	2.694	1.66	-	-	-	-	-			
15	30	710.67	3.620,003	29.491,898	710.67	3.620,003	29.491,898	710.65	3.616,523	29.420,118	2.528	0.024	0.009	-	0.130	2.691	1.66	-	-	-	-	-			
31	710.63	3.613,043	29.348,338	710.62	3.611,303	29.312,448	710.61	3.609,563	29.276,558	710.61	52.448	13.384	14.186	15.000	17.439	42.457	27.947	0.000	-	-	-	-			
Jumlah											3.278	0.836	0.887	0.938	1.090	2.820	1.863	0.000							
Rata - Rata											-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Mengetahui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 31 Juli 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISINGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206857. Fax. (0231) 206875-205876 Cirebon-45132  
 Email: bbesar@kwasair.go.id

**LAPORAN SETENGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Oktober  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SANG			SORE			JUMLAH VOLUME RATA-RATA (t-.....m)	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	PENGELUARAN				INFLOW (m <sup>3</sup> /det)	Cerah Hijau (mm)	Ket																					
	TMA (t-.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t-.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t-.....m)	LMA (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )			Rembesan Mandam (m <sup>3</sup> /det)	Rembesan Saddle-dam (m <sup>3</sup> /det)	Pelimpah (Objektif) (m <sup>3</sup> /det)	P D A M (m <sup>3</sup> /det)				Jumlah (m <sup>3</sup> /det)																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																			
1	706.57	2.757.995	16.343.546	706.56	2.756.635	16.316.076	706.54	2.753.915	16.261.136	16.306.919	2.068	0.011	0.000	-	0.069	2.148	-	-	-	-																			
2	706.52	2.751.195	16.206.195.52	706.51	2.749.835	16.178.726	706.49	2.747.115	16.123.786	16.169.569	1.008	0.011	0.000	-	0.069	1.088	-	-	-	-																			
3	706.45	2.741.675	16.013.905.52	706.44	2.740.315	15.986.436	706.44	2.740.315	15.986.436	15.995.592	1.008	0.011	0.000	-	0.130	1.149	-	-	-	-																			
4	706.42	2.737.595	15.931.495.52	706.42	2.737.595	15.931.495.52	706.38	2.732.155	15.821.616	15.894.869	1.008	0.011	0.000	-	0.069	1.088	-	-	-	-																			
5	706.39	2.733.515	15.840.85.52	706.38	2.732.155	15.821.616	706.37	2.730.795	15.794.146	15.794.146	1.008	0.011	0.000	-	0.069	1.088	-	-	-	-																			
6	706.36	2.729.435	15.766.675.52	706.35	2.728.075	15.739.206	706.34	2.726.715	15.711.736	15.739.206	1.008	0.011	0.000	-	0.130	1.149	-	-	-	-																			
7	706.33	2.725.355	15.684.265.52	706.33	2.725.355	15.684.265.52	706.32	2.723.995	15.656.796	15.675.109	1.008	0.011	0.000	-	0.069	1.088	-	-	-	-																			
8	706.3	2.721.275	15.601.855.52	706.29	2.719.915	15.574.386	706.29	2.719.915	15.574.386	15.583.542	1.008	0.008	0.000	-	0.069	1.085	-	-	-	-																			
9	706.27	2.717.195	15.519.445.52	706.26	2.715.835	15.491.976	706.25	2.714.475	15.464.506	15.491.976	1.008	0.008	0.000	-	0.069	1.085	-	-	-	-																			
10	706.24	2.713.115	15.437.35.52	706.24	2.713.115	15.437.35.52	706.24	2.713.115	15.437.35.52	15.437.35.52	1.008	0.008	0.000	-	0.130	1.146	-	-	2	-																			
11	706.24	2.713.115	15.437.35.52	706.23	2.711.755	15.409.566	706.22	2.710.395	15.382.096	15.409.566	1.008	0.008	0.000	-	0.130	1.146	-	-	5	-																			
12	706.19	2.706.315	15.299.686	706.19	2.706.315	15.299.686	706.19	2.706.315	15.299.686	15.299.686	1.008	0.008	0.000	-	0.130	1.146	-	-	-	-																			
13	706.17	2.703.595	15.244.746	706.16	2.702.235	15.217.276	706.16	2.702.235	15.217.276	15.226.432	1.008	0.008	0.000	-	0.069	1.085	-	-	-	-																			
14	706.14	2.699.515	15.162.336	706.14	2.699.515	15.162.336	706.13	2.698.155	15.134.866	15.153.179	1.008	0.008	0.000	-	0.069	1.085	-	-	-	-																			
15	706.11	2.695.435	15.079.926	706.1	2.694.075	15.052.456	706.08	2.691.355	14.997.516	15.043.299	1.008	0.008	0.000	-	0.069	1.085	-	-	-	-																			
31	Jumlah																			234.220.123	16.180	0.141	-	1.340	17.661	-	7.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Rata - Rata																			15.614,675	1.079	0.009	-	0.089	1.177	-	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Mengetahui  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 Oktober 2019  
 Petugas Operasi

NIP.

NIP.

NIP.



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 205875-205876 Cirebon-45132  
 E-mail: bbsw@bbsw.balairda.go.id

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 16 s/d 31-September  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....m <sup>3</sup> )	Pengeluaran						INFLOW (m <sup>3</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket			
	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (t.....m)	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		Merembas (m <sup>3</sup> /det)	Merembas Sadle dalam (m <sup>3</sup> /det)	Pelimpah (Operasi) (m <sup>3</sup> /det)	P.O.A.M (m <sup>3</sup> /det)	Jumlah (m <sup>3</sup> /det)							
1	707.43	2.930.122	18.792.799	707.41	2.924.822	18.733.859	707.38	2.916.872	18.645.449	11	12	13	14	15	16	18	19	-	-	21		
2	707.36	2.911.572	18.586.509	707.34	2.906.272	18.527.569	707.32	2.900.972	18.468.629	18.527.569	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
3	707.29	2.893.022	18.380.219	707.27	2.887.722	18.321.279	707.25	2.882.422	18.262.339	18.321.279	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
4	707.22	2.874.472	18.173.929	707.21	2.869.172	18.144.459	707.2	2.865.172	18.114.989	18.144.459	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
5	707.19	2.866.522	18.085.519	707.17	2.861.222	18.026.579	707.15	2.855.922	17.967.639	18.026.579	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
6	707.10	2.842.672	17.820.289	707.09	2.840.022	17.790.819	707.07	2.834.722	17.731.879	17.780.995	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
7	707.06	2.832.072	17.702.409	707.05	2.829.422	17.672.939	707.03	2.824.122	17.613.999	17.663.115	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
8	707.01	2.818.822	17.555.059	707.00	2.816.475	17.524.756	706.99	2.815.115	17.497.286	17.525.700	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
9	706.98	2.813.755	17.469.816	706.97	2.812.395	17.442.346	706.96	2.811.035	17.414.876	17.442.346	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
10	706.94	2.808.315	17.359.936	706.92	2.805.955	17.304.996	706.89	2.801.515	17.222.586	17.295.839	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
11	706.89	2.801.515	17.222.586	706.87	2.798.795	17.167.646	706.84	2.794.715	17.085.236	17.158.489	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
12	706.81	2.790.635	17.002.826	706.79	2.787.915	16.947.886	706.76	2.783.835	16.865.476	16.938.729	2.068	0.013	-	-	0.130	2.211	-	-	-	-		
13	706.73	2.779.055	16.783.066	706.71	2.776.335	16.728.126	706.68	2.772.255	16.645.716	16.718.969	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
14	706.68	2.772.955	16.645.716	706.66	2.770.235	16.590.776	706.65	2.768.875	16.563.306	16.599.932	2.068	0.013	-	-	0.069	2.150	-	-	-	-		
15	706.63	2.766.155	16.508.366	706.62	2.764.795	16.480.896	706.6	2.762.075	16.425.956	16.471.739	2.068	0.011	-	-	0.130	2.209	-	-	-	-		
31	Jumlah										263.339.771	31.020	0.193	-	-	1.584	32.797	-	-	-	-	
	Rata - Rata										16.458.736	1.939	0.012	-	-	0.099	2.186	-	-	-	-	0.000

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Menyetujui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 30 September 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 205875-205876 Cirebon-45132  
 Email: bbsw@kemdpu.go.id

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 September  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....m <sup>3</sup> )	Gorong <sup>2</sup> (Tune) (m <sup>2</sup> /det)	PENGUARAN					INFLOW (m <sup>3</sup> /det)	Curah Hujan (mm)	Ket	
	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )			Bemban Maniam (m <sup>2</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Ojiper) (m <sup>2</sup> /det)	P O A M (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	
1	708.48	3.198.035	22.009.834	708.46	3.193.239	21.945.834	708.44	3.188.439	21.881.834	21.945.834	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
2	708.41	3.181.239	21.785.833.76	708.39	3.176.439	21.721.834	708.36	3.169.239	21.625.834	21.711.167	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
3	708.34	3.164.439	21.561.833.76	708.32	3.159.639	21.497.834	708.30	3.154.839	21.433.834	21.497.834	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.160	-	-	-	
4	708.27	3.147.639	21.337.833.76	708.25	3.142.839	21.273.834	708.23	3.138.039	21.209.834	21.273.834	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
5	708.21	3.133.239	21.145.833.76	708.19	3.128.439	21.081.834	708.17	3.123.639	21.017.834	21.081.834	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
6	708.14	3.116.439	20.921.833.76	708.12	3.111.639	20.857.834	708.10	3.106.839	20.793.834	20.857.834	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.160	-	-	-	
7	708.07	3.099.639	20.697.833.76	708.05	3.094.839	20.633.834	708.04	3.092.439	20.601.834	20.644.500	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
8	708	3.081.172	20.472.588.51	707.98	3.075.872	20.413.649	707.95	3.067.922	20.325.239	20.403.825	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
9	707.94	3.065.272	20.295.768.51	707.92	3.059.972	20.236.829	707.90	3.054.672	20.177.889	20.236.829	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
10	707.87	3.046.722	20.089.478.51	707.86	3.044.072	20.060.009	707.84	3.038.772	20.001.069	20.050.185	3.016	0.013	0.001	-	0.130	3.160	-	-	-	
11	707.81	3.030.822	19.912.659	707.79	3.025.522	19.853.719	707.76	3.017.572	19.765.309	19.843.895	3.016	0.013	0.001	-	0.130	3.160	-	-	-	
12	707.73	3.009.622	19.676.899	707.71	3.004.322	19.617.959	707.68	2.996.372	19.529.549	19.608.135	3.016	0.013	0.001	-	0.130	3.160	-	-	-	
13	707.66	2.991.072	19.470.609	707.64	2.985.772	19.411.669	707.61	2.977.822	19.323.259	19.401.845	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
14	707.58	2.969.872	19.234.849	707.56	2.964.572	19.175.909	707.53	2.956.622	19.087.489	19.166.085	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
15	707.51	2.951.322	19.028.559	707.49	2.946.022	18.965.619	707.46	2.938.072	18.881.209	18.959.795	3.016	0.013	0.001	-	0.069	3.099	-	-	-	
31	Jumlah										45.240	0.195	0.015	-	1.340	46.790	-	-	-	-
Rata - Rata										20.445.562	3.016	0.013	0.001	-	0.089	3.119	0.000	0.000	-	

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Menyetujui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 September 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMAHIK - CISANGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
 Email: bbrw@kemppu.go.id

Lokasi : Bandung Darma  
 Tanggal/Bulan : 16 s/d 31 Agustus  
 Tahun : 2019

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....m <sup>3</sup> )	Pengeluaran						Curah Hujan (mm)	Ket										
	TMA (.....m <sup>3</sup> )	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (.....m <sup>3</sup> )	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (.....m <sup>3</sup> )	IMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		Gerbang (Tipe I) (m <sup>3</sup> /det)	Mandam (m <sup>3</sup> /det)	Sadale-dam (m <sup>3</sup> /det)	Pelimpah (Onggokan) (m <sup>3</sup> /det)	P O A M (m <sup>3</sup> /det)	Jumlah (m <sup>3</sup> /det)			INFLOW (m <sup>3</sup> /det)									
1	16	709.62	3.434,653	25.790,583	709.61	3.432,853	25.756,483	709.59	3.429,253	25.688,283	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21								
2	17	709.55	3.422,053	25.551,883	709.53	3.418,453	25.483,683	709.51	3.414,853	25.415,483	25,483,683	3,016	0,019	0,009	-	0,084	3,128	-	-	-								
3	18	709.47	3.407,653	25.279,083	709.45	3.404,053	25.210,883	709.43	3.400,453	25.142,683	25,210,883	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
4	19	709.36	3.387,853	24.903,983	709.34	3.384,253	24.835,783	709.32	3.380,653	24.767,583	24,835,783	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
5	20	709.29	3.375,253	24.665,283	709.28	3.373,453	24.631,183	709.26	3.369,853	24.562,983	24,619,817	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
6	21	709.23	3.364,453	24.460,683	709.21	3.360,853	24.392,483	709.20	3.359,053	24.358,383	24,403,850	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
7	22	709.17	3.353,653	24.256,083	709.16	3.351,853	24.221,983	709.13	3.346,453	24.119,683	24,199,250	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
8	23	709.11	3.342,853	24.051,483	709.10	3.341,053	24.017,383	709.08	3.337,453	23.949,183	24,006,017	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
9	24	709.04	3.330,253	23.817,783	709.03	3.328,453	23.778,683	709.01	3.324,853	23.710,483	23,767,317	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
10	25	708.97	3.315,639	23.577,834	708.96	3.313,239	23.545,834	708.94	3.308,439	23.481,834	23,535,167	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
11	26	708.90	3.298,839	23.353,834	708.89	3.296,439	23.321,834	708.87	3.291,639	23.257,834	23,311,167	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
12	27	708.83	3.282,039	23.129,834	708.82	3.279,639	23.097,834	708.80	3.274,839	23.033,834	23,087,167	3,016	0,013	0,004	-	0,084	3,117	-	-	-								
13	28	708.77	3.267,639	22.937,834	708.76	3.265,239	22.905,834	708.73	3.259,039	22.809,834	22,884,500	3,016	0,013	0,003	-	0,084	3,116	-	-	-								
14	29	708.70	3.250,839	22.713,834	708.68	3.246,039	22.649,834	708.66	3.241,239	22.585,834	22,649,834	3,016	0,013	0,003	-	0,084	3,116	-	-	-								
15	30	708.63	3.234,039	22.489,834	708.62	3.231,639	22.457,834	708.6	3.226,839	22.395,834	22,447,167	3,016	0,013	0,003	-	0,084	3,116	-	-	-								
31	708.56	3.217,239	22.265,834	708.54	3.214,439	22.201,834	708.52	3.207,639	3.207,639	22,137,834	382,388,552	45,256	0,214	0,065	-	1,344	46,879	-	-	-								
Jumlah											23,899,284	2,829	0,013	0,004	-	0,084	3,125	0,000	0,000	0,000	-	-	-	-	-	-	-	-
Rata - Rata																												

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Menyetujui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 31 Agustus 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT**  
**DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**  
**BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIMANUK - CISINGGARUNG**  
 Jalan Pemuda No.40 Telp. (0231) 206657, Fax. (0231) 206875-206876 Cirebon-45132  
 E-mail: bbsw@bbsw.basri.go.id

**LAPORAN SETENGGAH BULANAN**

Lokasi : Bendungan Darma  
 Tanggal/Bulan : 1 s/d 15 Agustus  
 Tahun : 2019

Ha-1/2

Tanggal	PAGI			SIANG			SORE			JUMLAH VOLUME BATA-RATA (+.....m <sup>3</sup> )	PEGEUARAN						Curah Hujan (mm)	IN FLOW (m <sup>3</sup> /det)	Ket			
	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	TMA (+.....m)	LMA (m <sup>3</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )		Gorong <sup>2</sup> (Tunel) (m <sup>2</sup> /det)	Mandam (m <sup>2</sup> /det)	Saddle dam (m <sup>2</sup> /det)	Pelimpah (Ojiper/bat) (m <sup>2</sup> /det)	P O A M (m <sup>2</sup> /det)	Jumlah (m <sup>2</sup> /det)						
1	16	710.58	3.604.343	29.168.888	710.57	3.602.603	29.132.998	710.56	3.600.863	29.097.108	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21		
2	17	710.53	3.595.643	28.989.438	710.51	3.592.163	28.917.658	710.49	3.588.683	28.845.878	28.917.658	3.016	0.024	0.009	-	0.084	3.133	-	-	-		
3	18	710.45	3.581.723	28.702.318	710.44	3.579.983	28.666.428	710.42	3.576.503	28.594.648	28.654.465	3.016	0.024	0.009	-	0.084	3.133	-	-	-		
4	19	710.40	3.573.023	28.522.868	710.38	3.569.543	28.451.088	710.37	3.567.803	28.415.198	28.463.052	3.016	0.024	0.009	-	0.084	3.133	-	-	-		
5	20	710.34	3.562.583	28.307.528	710.33	3.560.843	28.271.638	710.31	3.557.363	28.199.858	28.259.675	3.016	0.024	0.009	-	0.084	3.133	-	-	-		
6	21	710.28	3.552.143	28.092.188	710.27	3.550.403	28.056.298	710.25	3.546.923	27.984.518	28.044.335	3.016	0.024	0.009	-	0.084	3.133	-	-	-		
7	22	710.22	3.541.703	27.876.848	710.21	3.539.963	27.840.958	710.19	3.536.483	27.769.178	27.828.995	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
8	23	710.16	3.531.263	27.661.508	710.14	3.527.783	27.589.728	710.13	3.526.043	27.553.838	27.601.692	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
9	24	710.09	3.519.083	27.410.278	710.08	3.517.343	27.374.388	710.04	3.510.383	27.230.828	27.338.498	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
10	25	709.99	3.501.253	27.052.283	709.98	3.499.453	27.018.183	709.96	3.495.853	26.949.983	27.006.817	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
11	26	709.94	3.492.253	26.881.783	709.92	3.488.653	26.813.583	709.9	3.485.053	26.745.383	26.813.583	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
12	27	709.84	3.474.253	26.540.783	709.82	3.470.653	26.472.583	709.8	3.467.053	26.404.383	26.472.583	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
13	28	709.78	3.464.453	26.336.183	709.77	3.461.653	26.302.083	709.75	3.458.053	26.233.883	26.290.717	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
14	29	709.73	3.454.453	26.165.683	709.71	3.450.853	26.097.483	709.69	3.447.253	26.029.283	26.097.483	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
15	30	709.67	3.445.653	25.961.083	709.66	3.441.853	25.926.983	709.63	3.436.453	25.824.683	25.904.250	3.016	0.019	0.009	-	0.084	3.128	-	-	-		
31	Jumlah										412.826.800	45.240	0.315	0.135	-	1.260	46.950	-	-	-	-	
Rata - Rata										27.521.787	3.016	0.021	0.009	-	0.084	3.130	0.000	0.000	-	-	-	-

Mengetahui  
 Koordinator Lapangan

Mengetahui,  
 Unit Pengelola Bendungan

Kuningan, 16 Agustus 2019  
 Petugas Operasi

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_

NIP. \_\_\_\_\_





Tubuh bendung Waduk Darma



Pintu stop log dan rel pintu



**Bandungan outlet berupa gorong-gorong**



**Pintu air di hilir outlet**



**Papan nama bangunan dan turbin (berada dalam kondisi rusak)**



**Penunjuk lokasi Waduk Darma dan bangunan spillway**