

Sistem Pengoperasian Waduk Marga Tiga Menggunakan Software Hec-ResSim.

Roni Wibowo

Roni Wibowo, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bandar Lampung

Email : roniwibowo2000@gmail.com Telp. +62 82181558157 (Roni Wibowo)

ABSTRAK

Roni Wibowo, 2022. Dalam upaya pengelolaan sumber daya air sebagai operator reservoir, Waduk Margatiga digunakan sebagai sumber air prospektif untuk menentukan besarnya nilai outflow yang diperlukan untuk air baku dan air irigasi untuk memenuhi kebutuhan air di areal pertanian. Model HEC-ResSim merupakan salah satu model hidrologi yang dapat diterapkan pada operasi reservoir. Untuk menghitung nilai outflow reservoir dari ketersediaan air di reservoir untuk kebutuhan air irigasi, penelitian ini bermaksud untuk memastikan apakah HEC-ResSim dapat memodelkan kegiatan reservoir.

Dengan memodelkan data debit aliran yang diperoleh dengan menggunakan program HEC-Ressim dan membandingkan keluaran dari Waduk Margatiga pada pola operasi yang digunakan dengan kebutuhan air Daerah Irigasi Margatiga pada pola operasi yang digunakan untuk tahun 2021.

Penelitian ini mendapatkan hasil berupa nilai Out-flow pada tahun 2021 bulan Januari sebesar 531,2 m³/det, Februari: 426,1 m³/det, Maret: 232,0 m³/det, April: 194,9 m³/det, Mei: 226,4 m³/det, Juni: 272,5 m³/det, juli: 180,7 m³/det, Agustus: 138,8 m³/det, September: 181,7 m³/det, Oktober: 297,5 m³/det, November: 418,6 m³/det, Desember: 379,9 m³/det.

Kata kunci : Waduk, HEC-ResSim, Pola Operasi Waduk, Outflow Ketersediaan Air, Kebutuhan Air

PENDAHULUAN

Waduk adalah tempat untuk menampung suplai udara yang selanjutnya akan dimanfaatkan untuk daerah tangkapan banjir, sebagai daerah resapan hujan, sebagai sumber air untuk irigasi, atau untuk mengubah debit aliran sungai..

Tujuan utama waduk adalah untuk menyimpan air saat debitnya tinggi sehingga dapat dimanfaatkan saat debitnya rendah. Masalah waduk memerlukan elemen perencanaan operasi dan pemeliharaan, sama seperti konstruksi besar lainnya. Simulasi dapat dijalankan menggunakan HEC-ResSim untuk menentukan sistem operasi yang baik. Diperkirakan bahwa data akan memungkinkan kita untuk menentukan pola operasi yang ideal..

Secara geografis, Kabupaten Lampung Timur terletak di garis bujur timur 105°15' 00" - 106°20'00" dan 4°37'00" - 5°37'00" garis Lintang Selatan. Program pembangunan Waduk salah satunya akan dilaksanakan di Propinsi Lampung yang merupakan salah satu lumbung beras nasional di luar pulau Jawa. Program tersebut salah satunya untuk mendukung pengembangan areal persawahan di Daerah Irigasi Rawa Jabung kanan (10.950 ha) dan Jabung kiri (5.638 ha) melalui Bendung Jabung dengan total luas 16.588 ha. Areal Daerah Irigasi

Rawa tersebut dikembangkan dengan rencana pembangunan Waduk Margatiga di Kabupaten Lampung Timur. Dengan pemanfaatan sumber daya air secara optimal maka dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat, khususnya untuk mengatasi kekurangan air bagi mata pencaharian masyarakat, kebutuhan air baku, dan Daerah Irigasi Rawa di bagian hilir Waduk Margatiga.

Intensitas tanaman pola tanam Padi-Padi-Palawija) akan meningkat seiring dengan selesainya penyediaan air irigasi. Pengoperasian Waduk Margatiga merupakan bagian penting dari pemenuhan kebutuhan tersebut di atas. HEC-ResSim dapat digunakan untuk merencanakan kegiatan reservoir. Pengambilan keputusan pada saat kejadian dapat dibantu dengan penggunaan HEC-ResSim. Pengelolaan waduk ini dapat direncanakan sedemikian rupa sehingga rencana pengairan tanaman masa yang akan datang segera terlaksana, sehingga kebutuhan air baku Kabupaten Margatiga dapat terpenuhi. Maka dari itu, pengelolaan Waduk Margatiga harus seefisien mungkin untuk menghindari kekurangan pasokan air baku Kabupaten Margatiga dan kegagalan penambahan pola tanam.

Oleh karena itu, HEC-ResSim berdampak pada seberapa baik operasi waduk disimulasikan, termasuk seberapa banyak air yang tersedia untuk irigasi dan memenuhi kebutuhan air baku.

Dengan memperhatikan latar belakang diatas, tujuan dari penelitian ini adalah apakah HEC-ResSim dapat secara akurat mensimulasikan pengoperasian waduk margatiga?.

DASAR TEORI

Tinjauan Pustaka

Pengoperasian Waduk

Menurut Krisanti (2006), waduk adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan air dengan tujuan tertentu yang biasanya dihasilkan dari sungai. Waduk merangkap sebagai danau, yang merupakan badan air dengan komposisi khusus berisi bentuk kehidupan yang beragam.

Kriteria berikut digunakan untuk menerapkan pedoman debit operasional waduk berdasarkan reservoir (Iqbal, 2015) :

1. Reservoir Storage (%), dapat diukur dengan dengan membagi kapasitas reservoir dengan kapasitas reservoir aktif.
2. Debit (%), dapat dihitung dengan memperhitungkan keadaan reservoir. Jika kondisi penyimpanan membaik, proporsi pelepasan kebutuhan juga akan meningkat.
3. Frekuensi pelayanan waduk, dapat diukur dengan membagi jumlah hari aliran terpenuhi dengan total pelayanan bendungan lalu dikali 100%.

Simulasi Waduk

Simulasi waduk adalah prosedur untuk mensimulasikan kondisi lapangan dengan menentukan sifat-sifat kapasitas waduk untuk mensuplai saluran irigasi dengan air. Neraca keseimbangan air yang dilihat dari kebutuhan dan ketersediaan air menjadi persamaan umum untuk simulasi pengoperasian waduk (Widyawati dan Elok, 2018).

Aplikasi HEC-ResSim

Pusat Rekayasa Hidrologi dari Korps Insinyur Angkatan Darat AS mengembangkan satu model simulasi reservoir, yang dikenal sebagai HEC-

ResSim, untuk membantu para insinyur dan perencana memprediksi bagaimana sistem reservoir akan berperilaku dalam studi pengelolaan air dan untuk mendukung operator reservoir dalam penjadwalan debit real-time dan operasi sehari-hari dalam keadaan darurat (Evans dan Joan, 2013).

Operator reservoir manusia harus menggunakan prosedur pengambilan keputusan yang dibuat oleh HEC-ResSim untuk mengontrol waktu pelepasan., itu suatu keunggulan tersendiri yang dimiliki HEC-ResSim dibandingkan model simulasi waduk lainnya. Menggabungkan perutean hidrologi untuk memperhitungkan pemutusan aliran dan redaman di sepanjang segmen aliran dengan perhitungan hidraulik untuk aliran melalui struktur kontrol, alat ini mensimulasikan perilaku fisik sistem waduk. Dengan seperangkat logika berbasis aturan asli yang dibuat khusus untuk menggambarkan proses pengambilan keputusan operasi reservoir, program HEC-ResSim dapat menggambarkan tujuan dan batasan operasional (Evans dan Joan, 2013).

Curah Hujan

Hujan merupakan faktor input terpenting dalam proses hidrologi, karena kenyataan bahwa semua curah hujan menghasilkan aliran baik sebagai aliran air tanah maupun sebagai limpasan permukaan (Agustianto,2014).

1. Curah Hujan Andalan

Setiap hujan yang turun ke bumi tidak semua dapat mendorong perkembangan tanaman. Sebagian dari presipitasi akan menguap selain menembus tanah dan menciptakan limpasan atau aliran di permukaan tanah. Analisis curah hujan efektif ini bertujuan untuk mengukur kuantitas air yang dibutuhkan untuk irigasi. Menurut rumus probabilitas untuk Metode California, curah hujan efektif bulanan untuk tanaman padi adalah 80% dari curah hujan minimum dengan durasi kembali tertentu dan probabilitas kegagalan 20% (curah hujan R80):

$$P = \frac{m}{n} \times 100\%$$

P = Peluang terjadi %
n = Jumlah data pengamatan
m = Nomor urut kejadian

2. Curah Hujan Efektif

Rumus hujan efektif adalah sebagai berikut:

$$Re \text{ Padi} = R80 \times 70\%$$

$$Re \text{ Palawija} = R80 \times 50\%$$

Dimana :

Re = Curah hujan efektif (mm/hari)

$R80$ = Curah hujan harian dengan probabilitas 80% selama setahun (mm/hari)

[Depertemen PU, 1986]

Kebutuhan Air

Kebutuhan Air Baku

Air dibutuhkan baik untuk keperluan rumah tangga maupun non-domestik, irigasi, industri, peternakan, perikanan, pemeliharaan sungai, dan banyak hal lainnya. Kebutuhan rumah tangga diklasifikasikan sebagai kebutuhan domestik, bukan kebutuhan non-domestik, yang meliputi kebutuhan pemerintah, bisnis, pariwisata, industri kecil, dan penggunaan lainnya. Untuk situasi sekarang dan tahun yang diantisipasi, kelipatan lima tahun digunakan untuk menghitung permintaan ini (Sulistiono dkk, 2014).

Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jenis	Domestik		Non Domestik
		(lt/org/hr)	(lt/org/hr)	Kehilangan Air (%)
Diatas 1.000.000	Metro	190	20-30	20-30
100.000 - 500.000	Sedang	130	20-32	20-32
20.000 - 100.000	Kecil	100	20-33	20-33
Kurang dari 20.000	Desa	80	20-30	20-34

Sumber : Badan Pusat Statistik

Evapotranspirasi

Rumus standar FAO digunakan dalam penelitian ini untuk menghitung evapotranspirasi. Untuk menghitung laju evapotranspirasi potensial digunakan persamaan standar FAO. Berdasarkan data sekunder yang digunakan dalam operasi bendung dan metode Modified Penman Method untuk memprediksi evapotranspirasi potensial (Eto).

$$Eto = c[W \times Rn + (1 - W) \times f(u) \times (e - ed)]$$

1. Tekanan Uap Jenuh (ea)

Menggunakan tabel evapotranspirasi penman tekanan uap jenuh dan tekanan suhu udara rata-rata (T) dalam C.

2. Tekanan uap nyata (ed)

$$Ed = ea \times \frac{Rh}{100}$$

3. Wind speed function

$$F(u) = 0,27 \times (1 + (U \times 0,846))$$

4. Weighting factor (W)

Menggunakan table 9 faktor pembobot penman

$$T = 34,19^{\circ}C$$

Dengan altitude +115 mdpl

Menggunakan Interpolasi

$$0 = 0,43$$

$$500 = 0,44$$

Menggunakan rumus interpolasi

$$(x - x1)$$

$$y = y1 + \frac{(x2 - x1)(y2 - y1)}{(x2 - x1)}$$

5. Radiasi ekstra terrestrial (ra)

6. Radiation shortwave (Rs)

$$R = Ra \times (0,25 + (0,5 \times \frac{n}{N}))$$

7. Radiation net shortwave (Rns)

$$Rns = (1 - \sigma) \times Rs$$

8. Fungsi Suhu f(T)

f(T) melihat dari table f(T)

9. Fungsi Penyinaran Matahari f(n/N)

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 \times \frac{n}{m}$$

10. Radiasi gelombang panjang (Rnl)

$$Rnl = f(T) \times f(ed) \times f(\frac{n}{N})$$

11. Radiasi netto (Rn)

$$Rn = Rns - Rnl$$

12. Faktor koreksi mengacu pada table

Tabel c

Bulan	c	Bulan	c
Januari	1.1	Juli	0.9
Februari	1.1	Agustus	1
Maret	1	September	1.1
April	0.9	Oktober	1.1
Mei	0.9	November	1.1
Juni	0.9	Desember	1.1

Sumber: Suhardjono:1989

Sehingga c pada bulan Januari 1.1

13. Evapotranspirasi (Eto)

$$Eto = c \{ W \times Rn + (1-W) \times f(u) \times (ea-ed) \}$$

Kebutuhan Air Irigasi

Jumlah air yang dibutuhkan untuk irigasi didefinisikan sebagai jumlah air yang dibutuhkan tanaman sehat untuk tumbuh di area yang luas saat tumbuh di tanah yang relatif lembab, subur, dan menawarkan kondisi lain yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman. Faktor evaporasi dapat mempengaruhi kebutuhan air tanaman

Banyak faktor penguapan mempengaruhi transpirasi, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung evapotranspirasi, yang pada gilirannya mempengaruhi kebutuhan air tanaman. Air disalurkan secara berkelompok untuk meningkatkan efisiensi, menurunkan kapasitas saluran pembawa, dan sering kali untuk mengubah layanan irigasi sebagai respons terhadap perbedaan aliran yang tersedia di daerah tangkapan air, seperti bendung di sungai (Purwanto, 2006).

- The need for clean water in the fields (NFR) Saat fase penyiapan lahan rumus NFR seperti berikut:

$$NFR_{Padi} = Etc - Re_{padi}$$

Sedangkan saat fase pertumbuhan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NFR_{padi} = Etc + P - Re + WLRNFR_{pol}$$

$$= Etc - Re_{pol}$$

- Kebutuhan air irigasi di pintu pengambilan

$$DR = \frac{NFR}{e.8,64}$$

Dimana :

Etc= Kebutuhan konsumtif (mm)

P = Kehilangan air akibat perkolasi (mm/hari)

Re = Curah Hujan efektif (mm/hari)

EI = Efisiensi Irigasi secara total (%)

WLR= Pergantian lapisan air(mm/hari)

NFR = Kebutuhan air di sawah(mm/hari)

DR = Kebutuhan air di pintupengambilan (l/dt/ha)

1/8,64=Angka konversi satuan darimm/hari ke lt/dt/ha

Penyiapan Lahan

Perhitungan jumlah air yang dibutuhkan untuk penyiapan lahan harus memperhatikan pola tanam, umur tanaman yang dapat dipanen, jenis tanaman,

efisiensi irigasi, lama penyinaran, dan faktor lainnya.

$$IR = M \left[\frac{e^k}{e^{k-1}} \right]$$

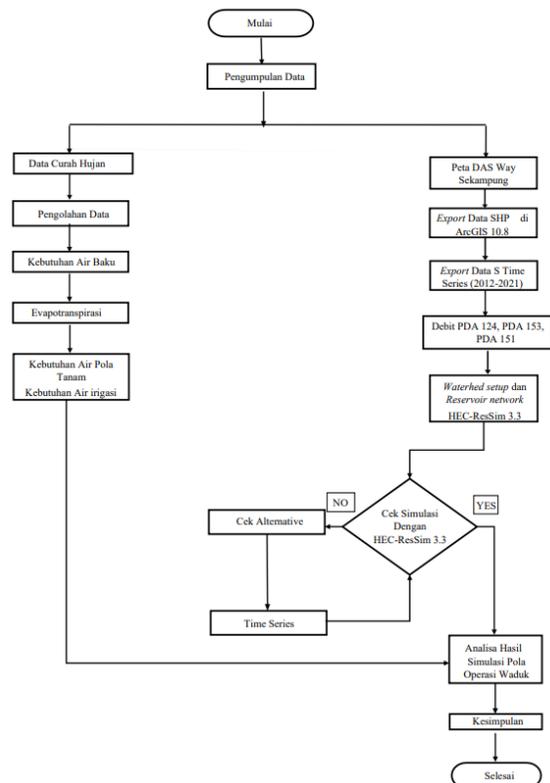
Keterangan:

IR = Kebutuhan air irigasi ditingkat persawahan (mm/hari)

e^k = Koefisien waktu penyiapan lahan dibagi kebutuhan air penjemuran

M = Kebutuhan air untuk mengganti kehilangan air akibat evaporasi dan perkolasi di sawah

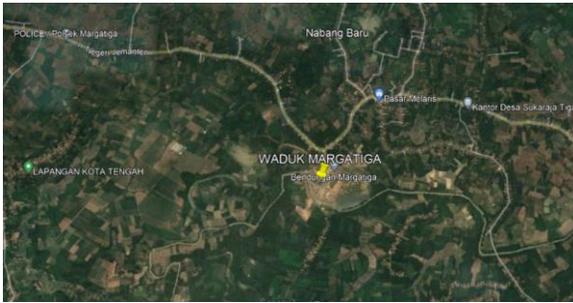
METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Diagram Alir Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Waduk Margatiga dekat dengan Desa Trisinar dan Desa Negeri Jemanteni, Kecamatan Margatiga, Kabupaten Lampung Timur, dan Provinsi Lampung. Dari Kota Bandar Lampung, lokasi ini dapat diakses melalui jalan darat dalam waktu sekitar 2,5 jam.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

(sumber : Goofle Earth , 2022)

Metode Penelitian

Penelitian tugas akhir ini secara lebih detail akan dibagi dalam beberapa tahapan kegiatan yang didasari oleh alur pikir sebagai berikut :

1. Melakukan study literatur terkait dengan pembahasan.
2. Melaksanakan pengumpulan data sebagai data awal berupa:
 - a. Shapefile (SHP) sungai. Data SHP sungai bisa didapatkan dengan cara melakukan *download* melalui situs info geospasial.
 - b. data hidrologi debit curah hujan wilayah margatiga Sungai Way Sekampung sebanyak 10 *time series* yaitu data tahun 2012-2021, dengan analisa Hidrologi untuk mendapatkan Debit *inflow* dan *outflow* yang direncanakan.
 - c. Peta DAS Way Sekampung dilokasi Lampung Timur.
3. Mengolah data peta DAS Way Sekampung menggunakan pemodelan geometri diproses dalam software ArcGIS versi 10.8 untuk digunakan pada pemodelan HEC-ResSim 3.3.
 - a. Setelah data sudah didapatkan berupa data peta wilayah margatiga dan peta DAS, maka Langkah selanjutnya data tersebut dimasukan keprogram ArcGIS 10.8.
 - b. Setelah semua data dimasukan kedalam ArcGIS 10.8 kita akan mengambil sungai utama (DAS Way Sekampung) dan anak sungai arah aliran sungai utama dan mendelete sungai yang tidak ada arah aliran ke DAS Way Sekampung.
 - c. Dengan cara klik editor dan muncul file baru yang akan disimpan selanjutnya pilih blok sungai yang akan dipilih sungai utama dan anak sungai dan klik simpan dalam format SHP.
4. Menentukan titik *reservoir* waduk dan *reservoir network* dan *simulation* di aplikasi

HEC- ResSim 3.3.

- a. Setelah hasil DAS yang berupa SHP data SHP akan diolah di aplikasi HEC-ResSim 3.3.
 - b. Selanjutnya kita akan menginpor data SHP untuk menentukan sungai yang akan diambil yang searah aliran DAS Way sekampung selanjutnya kita akan menentukan titik *reservoir* Waduk Margatiga dan menentukan titik-titik sungai.
 - c. Kemudian kita akan membuat *reservoir network* dengan cara menselaraskan aliran dari semua anak sungai ke aliran DAS Way Sekampung untuk menjadi satu aliran
 - d. Kemudian kita memasukan data *timeseries* yang sudah dibuat di HEC-DSSVue
 - e. mensimulasikan aliran DAS way Sekampung.
5. Menghitung air irigasi dan kebutuhan air baku yang diperlukan untuk penanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

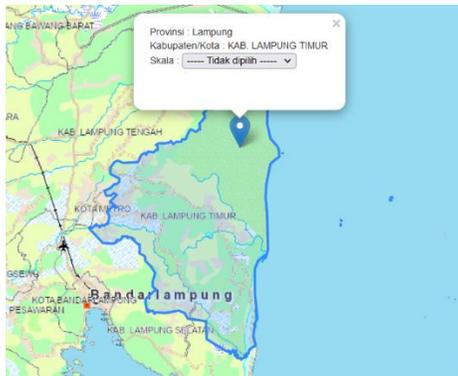
Hal pertama yang harus dilakukan dalam pembahasan ini adalah mengumpulkan data. data-data yang dimaksudkan sebagai berikut:

1. *Digital Elevation Model* (DEM).
2. GEOPASIAL INDONESIA
3. Peta DAS Way-Sekampung.
4. ArcGIS.
5. HEC-DSSVue
6. HEC-ResSim 3.3
7. Debit Sungai Way Sekampung.
8. Data Curah Hujan.
9. Kebutuhan air baku

Data-data di atas ini merupakan data yang harus dimiliki terlebih dahulu sebelum melanjutkan ketahap pengolahan simulasi Pengoperasian Waduk.

Data Geopasial Indonesia

Untuk data Indonesia geopasial untuk mendapatkannya berupa data peta wilayah provinsi lampung timur,dan data DAS way sekampung Untuk Peta *Indonesia Geospatial Portal* (IGP) bisa didapatkan melalui situs resmi *Indonesia Geospatial Portal* (IGP).



Gambar 3. Peta dan DAS lampung timur

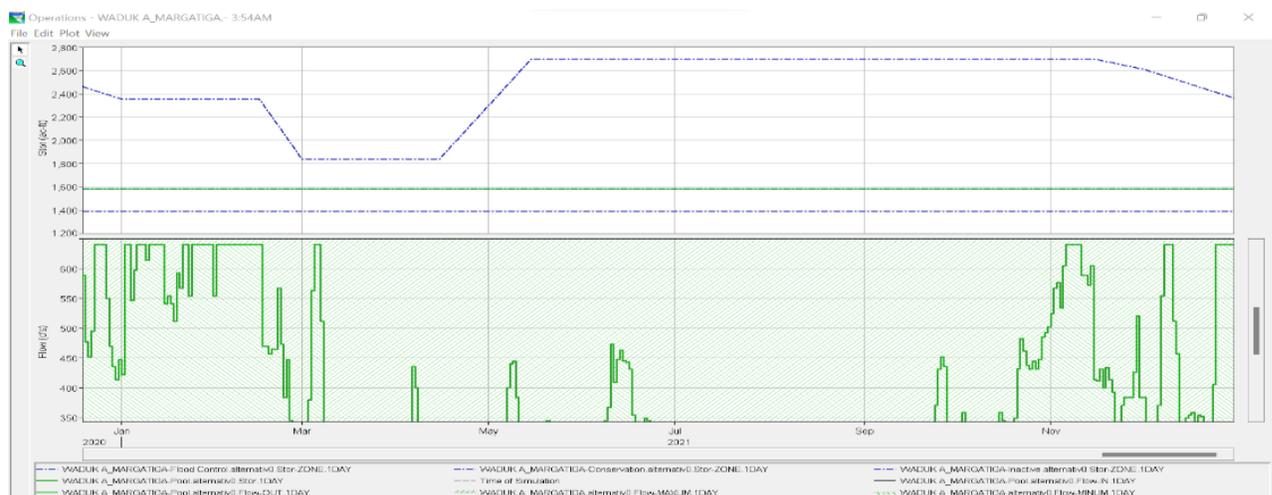
Data Debit Aliran

Pada tugas akhir ini menggunakan 3 data debit aliran yaitu PDA 124, PDA 151, PDA 153 dengan *time series* 2012-2021. Keterangan untuk nilai Data Debit Time Series.

Pengolahan Data Sistem Pengoperasian Waduk HEC-ResSim 3.3

Aplikasi HEC- ResSim 3.3 ini merupakan inti dari tugas akhir kali ini dan aplikasi ini digunakan **Simulasi Pola Operasi di HEC_ResSim**

Berdasarkan pengolahan di data di water setup dan reservoir network selanjutnya kita mensimulasikan pola pengoperasian.



Gambar 5. Hasil Plot Operasi Waduk Tahun 2021

pengolahan semua data yang sudah di peroleh sebelumnya baik data teknis bendungan, data *shapefile* dan data HEC-DSS. Pada aplikasi HEC-ResSim 3.3 digunakan untuk memperoleh tampilan *graphic* pola operasi waduk perhari.



Gambar 4. Pengoperasian Hec-ressim

Berdasarkan tampilan diatas dalam pengolahan data di aplikasi HEC_ResSim untuk membuat water setup dan reservoir network bahwa kita sudah memasukan DAS dan menselaraskanny menjadi satu aliran, dan menndai titik waduk dan memasukan data debit PDA 124, PDA 153, PDA 151 untuk pengolahan lebih lanut untuk simulasi pola operasi di HEC-ResSim.

TAHUN 2021								
Bulan	WADUK A_MARGATIGA-Flood Control		WADUK A_MARGATIGA-Inactive		WADUK A_MARGATIGA-Pool		WADUK A_MARGATIGA-Pool Flow-OUT	
	Stor-ZONE alternatif0		Stor-ZONE alternatif0		Stor alternatif0		alternatif0	
	ac-ft	M3	ac-ft	M3	ac-ft	M3	cfs	m3/det
Januari	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	18758.4	531.23789
Februari	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	15047.68	426.15030
Maret	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	8194.56	232.06994
April	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	6883.84	194.95035
Mei	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	7997.44	226.48750
Juni	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	9625.6	272.59699
Juli	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	6382.08	180.74051
Agustus	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	4902.4	138.83597
September	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	6419.2	181.79174
Oktober	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	10507.52	297.57297
November	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	14784	418.68288
Desember	92155	113671349.4	15947	19670305.56	39903	49219552.44	13415.68	379.93206

Sumber: Hasil Nilai plot operasi Hec-ResSim 3.3

Berikut ini penelitian pola operasi waduk pada Tahun 2021 mendapat kan hasil berupa data operasi waduk yaitu dengan nilai Flood control sebesar 113,6 juta m³, tampungan mati (Inactive) sebesar 19,6 juta m³, tampungan efektif sebesar 49,2 juta m³ dan mendapatkan data nilai out flow dibulan Januari sebesar 53,2 m³/det, Februari: 426,1 m³/det, Maret: 232,0 m³/det, April: 194,9 m³/det, Mei: 226,4 m³/det, Juni: 272,5 m³/det, juli: 180,7 m³/det, Agustus: 138,8 m³/det, September: 181,7 m³/det, Oktober: 297,5 m³/det, November: 418,6 m³/det, Desember: 379,9 m³/det.

Analisa Kebutuhan Air Baku

Tabel 1. Hasil perhitungan kebutuhan air baku

PERHITUNGAN KEBUTUHAN AIR BAKU						
Jumlah Penduduk (jiwa)	Dosmetik (liter/hr)	Non Dosmetik (liter/hr)	Kehilangan Air (liter/hr)	Jumlah (liter/hr)	Jumlah (M3/dt)	Jumlah (liter/dt)
81780	8178000	368010	16356	8644146	0.100048	100.04799
70410	7041000	316845	14082	7442337	0.086138	86.13816
76890	7689000	346005	15378	8127273	0.094066	94.06566
83730	8373000	376785	16746	8850261	0.102434	102.43358
93336	9333600	420012	18667.2	9865615	0.114185	114.18536
85780	8578000	386010	17156	9066946	0.104942	104.9415
73908	7390800	332586	14781.6	7812076	0.090418	90.417542
88123	8812300	396553.5	17624.6	9314601	0.107808	107.80788
Jumlah Kebutuhan Air Baku				M3/dt	0.800038	
				liter/dt		800.03767

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh perhitungan :

Jumlah penduduk= 4780 Jiwa

Domestik = 81780 Jiwa x 100= 817800 lt/hari

Non Domestik = 81780 Jiwa x 15% x 30 = 368010 lt/hari

Kehilangan Air = 81780 Jiwa x 20% = 16356 lt/hari
Jumlah = 8644146 lt/hari = 0.100048

Berdasarkan prediksi data jumlah Penduduk didapat Kebutuhan air baku = 0.800038 m³/dt

Curah Hujan

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan efektif

No	Prob	Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		May		Jun		Jul		Aug		Sep		Oct		Nov		Dec	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	9%	2012	272.25	295.30	201.88	342.78	271.90	168.20	171.80	169.55	91.91	158.95	154.55	117.55	17.01	11.768	101.50	55.05	117.98	175.25	89.21	158.79	128.09	164.23	239.89	213.45
2	18%	2013	215.40	197.70	192.57	226.65	215.00	166.27	149.03	126.16	86.59	126.60	67.06	116.55	102.8	145.03	50.77	43.75	42.02	77.92	61.10	121.87	104.54	105.15	214.03	188.65
3	27%	2014	207.40	162.72	180.91	195.50	196.85	151.69	136.72	122.09	64.58	124.95	62.85	87.30	90.60	50.85	46.72	31.90	39.34	66.92	47.71	80.85	94.07	102.78	148.08	156.99
4	36%	2015	202.92	145.79	175.18	130.56	169.86	130.79	136.70	119.30	61.90	120.35	56.46	77.26	66.32	43.46	38.38	27.91	34.60	61.70	45.51	67.38	74.37	98.38	141.33	156.51
5	45%	2016	187.93	137.93	169.86	117.84	152.09	111.00	134.92	82.50	60.68	65.08	56.36	75.48	51.97	43.30	18.60	26.65	28.50	60.50	37.80	62.20	71.15	82.39	133.10	156.13
6	55%	2017	150.73	129.27	159.93	117.15	139.26	95.01	124.18	75.57	56.49	64.78	48.36	71.98	50.25	31.30	15.85	22.60	10.20	51.15	26.04	44.55	68.74	76.34	129.25	147.88
7	64%	2018	132.23	127.65	142.43	111.63	134.44	84.41	94.28	57.80	43.19	60.97	40.48	61.50	48.47	23.82	13.66	20.60	3.41	0.75	19.20	41.12	58.19	61.10	120.72	146.80
8	73%	2019	119.78	110.69	139.70	108.92	124.80	84.58	84.94	43.10	38.93	57.68	39.15	26.35	45.30	13.90	9.80	19.87	0.50	0.20	4.88	36.35	37.49	56.82	88.29	127.32
9	82%	2020	104.57	92.68	130.70	92.37	113.33	68.89	82.90	31.15	16.06	54.80	26.97	16.43	32.03	7.25	1.00	2.02	0.00	0.12	0.45	12.85	35.97	56.35	73.95	126.05
10	91%	2021	81.64	61.53	116.48	89.16	81.85	36.07	78.16	15.47	12.87	47.10	15.50	11.30	12.20	5.75	0.90	1.92	0.00	0.00	0.20	0.00	29.35	10.65	46.48	87.45
Max			272.25	295.30	201.88	342.78	271.90	168.20	171.80	169.55	91.91	158.95	154.55	117.55	17.01	11.768	101.50	55.05	117.98	175.25	89.21	158.79	128.09	164.23	239.89	213.45
Q RATA-RATA			167.49	146.13	160.96	153.25	159.94	109.67	119.36	84.27	53.32	88.12	56.77	66.17	51.69	37.64	29.72	25.23	27.66	49.45	33.21	62.60	70.20	81.42	133.51	150.72
Min			81.64	61.53	116.48	89.16	81.85	36.07	78.16	15.47	12.87	47.10	15.50	11.30	12.20	5.75	0.90	1.92	0.00	0.00	0.20	0.00	29.35	10.65	46.48	87.45
Re =			5.02	4.49	6.18	4.47	5.40	3.36	3.89	1.57	0.96	2.58	1.37	0.86	1.62	0.40	0.13	0.26	0.00	0.01	0.06	0.82	1.69	2.63	3.58	5.89
R50=			169.33	133.60	164.90	117.49	145.67	103.01	129.55	79.03	58.58	64.93	52.36	73.73	51.11	37.30	17.23	24.63	19.35	55.83	31.92	53.38	69.95	79.36	131.17	152.01
R75=			115.98	106.18	137.45	104.78	121.93	80.50	84.43	40.11	33.21	56.96	36.11	23.87	41.98	12.24	7.60	15.40	0.38	0.18	3.77	30.48	37.11	53.71	84.71	127.00
R80 =			107.62	96.28	132.50	95.68	115.63	71.99	83.31	33.54	20.63	55.38	29.41	18.41	34.68	8.58	2.76	5.59	0.10	0.14	1.34	17.55	36.27	56.44	76.82	126.30
Re Padi Bulanan (mm/bulan)			75.33	67.39	92.75	66.98	80.94	50.39	58.32	23.48	14.44	38.76	20.58	12.89	24.28	6.01	1.93	3.91	0.07	0.10	0.93	12.29	25.39	39.51	53.77	88.41
Re Padi Harian (mm/hari)			2.51	2.25	3.09	2.23	2.70	1.68	1.94	0.78	0.48	1.29	0.69	0.43	0.81	0.20	0.06	0.13	0.00	0.00	0.03	0.41	0.85	1.32	1.79	2.95
e Palawija Bulanan (mm/bulan)			53.81	48.14	66.25	47.84	57.81	35.99	41.65	16.77	10.32	27.69	14.70	9.21	17.34	4.29	1.38	2.79	0.05	0.07	0.67	8.77	18.14	28.22	38.41	63.15
Re Palawija Harian (mm/hari)			1.79	1.60	2.21	1.59	1.93	1.20	1.39	0.56	0.34	0.92	0.49	0.31	0.58	0.14	5.32	0.09	0.00	0.00	0.02	0.29	0.60	0.94	1.28	2.11

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil Re pada table diatas pada januari I=5,02 II=4,49 , febuari I=6,18 II=4,47 , maret I=5,40 II=3,36 , april I=3,89 II=1,57 , mei I=0,96 II=2,58 , juni I=1,37 II=0,86 , juli I=1,62 II=0,40 , agustus I=0,13 II=0,26 , september I=0,00 II=0,01 , oktober I=0,06 II=0,82 , November I=1,69 II=2,63 , desember I=3,58 II=5,89 selanjutnya akan diolah diperhitungan kebutuhan air pola tanaman.

Perhitungan evapotranspirasi

Tabel 3. Hasil perhitungan evapotranspirasi

NO	URAIAN	Data	Sat	Ket	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agust	Sep	Okt	Nov	Dec
1		Temperatur Rata-rata (t)	°C	Data	27.81	27.90	28.73	28.62	28.66	28.13	27.44	27.37	28.08	28.35	28.27	27.82
2		Kelembaban udara (Rh) Rata-rata	%	Data	87.81	86.17	87.16	87.70	85.78	85.49	85.02	84.78	83.99	86.30	87.59	88.44
3		Kecepatan angin (u) Rata-rata	Km/jam	Data	18.19	19.73	21.42	22.94	27.87	36.95	42.36	44.22	46.54	40.11	29.94	20.50
4		Kecepatan angin (u) Rata-rata	m/dt	Data	65.47	71.01	77.12	82.58	100.31	133.02	152.50	159.20	167.55	144.38	107.78	73.78
5		Penyinaran matahari (n/N) Rata-rata	%	Data	41.54	36.91	41.71	50.18	57.09	50.16	52.51	66.53	56.06	47.63	38.45	34.45
6	ANALISA DATA															
7	Tekanan Uap Jenuh	ea	mbar	Tabel	37.41	37.59	39.47	39.22	39.32	38.09	36.62	36.47	37.98	38.60	38.43	37.42
8		Rh mean/100		Data	0.88	0.86	0.87	0.88	0.86	0.85	0.85	0.85	0.84	0.86	0.88	0.88
9	Tekanan Uap Nyata	ed = ea × Rh/100	mbar	Perhit	32.85	32.39	34.40	34.39	33.73	32.57	31.14	30.92	31.90	33.31	33.66	33.10
10		(ea-ed)	mbar	Perhit	4.56	5.20	5.07	4.83	5.59	5.53	5.49	5.55	6.08	5.29	4.77	4.33
11	Fungsi Angin	f(u) = 0,27 (1+ u × 0.864)		Perhit	4.51	4.87	5.27	5.62	6.77	8.89	10.15	10.59	11.13	9.63	7.25	5.05
12	W	W		Tabel	0.43	0.46	0.49	0.52	0.55	0.58	0.61	0.64	0.66	0.69	0.71	0.73
13	Faktor Pembobotan	(1-W)		Perhit	0.57	0.54	0.51	0.48	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.31	0.29	0.27
14	Radiasi Ekstra Terekerstial	Ra	mm/hr	Tabel	10.00	11.70	13.80	15.35	16.40	16.65	16.55	15.75	14.40	12.45	10.50	9.50
15		n/N/100		Data	0.42	0.37	0.42	0.50	0.57	0.50	0.53	0.67	0.56	0.48	0.38	0.34
16	Radiasi Gelombang Pendek	Rs = Ra × (0,25+0,54 × n/N)		Perhit	226.83	236.10	314.24	419.79	509.66	455.12	473.45	569.77	439.52	323.31	220.64	179.08
17	Radiasi Netto Gelombang Pendek	Rns = (1-a) × Rs (a= 0,25)		Perhit	170.12	177.08	235.68	314.84	382.25	341.34	355.08	427.32	329.64	242.48	165.48	134.31
18	Fungsi Tekanan Uap Nyata	f(ed) = 0,34 - 0,044 Oed		Perhit	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	
19	Fungsi Penyinaran Matahari	f(n/N) = 0.1+0.9 × n/N		Perhit	0.12	0.33	0.76	45.26	51.48	45.24	47.36	59.98	50.55	42.96	34.71	31.10
20	Fungsi Suhu	f(t)		Tabel	16.26	16.26	16.28	16.45	16.42	16.43	16.33	16.19	16.17	16.32	16.37	16.35
21	Radiasi Netto Gelombang Panjang	Rn1 = f(t) × f(ed) × f(n/N)		Perhit	0.67	163.48	207.54	252.14	286.35	251.76	261.80	328.72	276.86	237.42	142.42	122.27
22	Radiasi Netto	Rn = Rns - Rn1		Perhit	169.45	13.60	28.15	62.71	95.90	89.59	93.29	98.60	52.78	5.07	23.07	12.05
23	Faktor Koreksi	c		Tabel	1.10	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	
24	Evapotranspirasi Potensial	Et0 = c × [W × Rn + (1-w) × f(u) × (ea - ed)]	mm/hr	Perhit	93.43	21.87	27.42	41.21	63.05	65.51	70.85	84.35	63.59	21.09	29.02	16.14

Sumber: Hasil Perhitungan

Didapatkan nilai evapotranspirasi pada januari 93,43 mm/h, febuari 21,87, maret 27,42, April 41,21 mm/h, mei 63,05 mm/h, juni 65,51 mm/h, juli 70,85 mm/h, agustus 84,35 mm/h, September 63,59 mm/h, oktober 21,09 mm/h, November 29,02 mm/h, desember 16,14 mm/h.

Analisa Kebutuhan Air Pola Pertanaman

Tabel 4. Hasil perhitungan pola tanam

Uraian		Pola Tata Tanam																								
		Masa Tanam awal November I																								
		Nop		Des		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agust		Sep		Okt		
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
1	Jumlah Hari	15,00	15,00	15,00	16,00	15,00	16,00	15,00	13,00	15,00	16,00	15,00	15,00	15,00	16,00	15,00	15,00	15,00	16,00	15,00	16,00	15,00	15,00	16,00		
		PL		Padi								PL		Padi								Palawija				
2	ET ₀ (Penman)	mm/hari	29,02	29,02	16,14	16,14	93,43	93,43	21,87	21,87	27,42	27,42	41,21	41,21	41,21	41,21	65,51	65,51	70,95	70,95	84,35	84,35	63,59	63,59	21,09	21,09
3	P	mm/hari	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
		Water Layer Bel.Pacement/Pergantian Lapisan Air																								
4	WLR1	mm/hari						3,33	3,33	3,00	3,00							3,33	3,33	3,00	3,00					
5	WLR2	mm/hari	50,00	45,00				3,33	3,00	3,00	3,00							3,33	3,00	3,00	3,00					
6	WLR3	mm/hari						3,33	3,00	3,00	3,00							3,33	3,00	3,00	3,00					
7	WLR	mm/hari					1,11	1,11	2,11	1,00	1,00							1,11	1,11	2,11	1,00	1,00				
		Koefisien Tanaman																								
8	C1		LP	LP	LP	1,20	1,27	1,33	1,30	1,30	0,00	LP	LP	LP	1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00	0,50	0,54	0,69	0,69	0,90	0,95
9	C2		LP	LP	LP	1,20	1,27	1,33	1,30	1,30	0,00	LP	LP	LP	1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00	0,50	0,54	0,69	0,69	0,90	0,95
10	C3		LP	LP	LP	1,20	1,27	1,33	1,30	1,30	0,00	LP	LP	LP	1,10	1,10	1,05	1,05	0,95	0,00	0,50	0,54	0,69	0,69	0,90	0,95
11	Kc		LP	LP	LP	1,27	1,30	1,31	0,87	0,43	0,00	LP	LP	LP	1,08	1,07	1,02	0,67	0,48	0,35	0,58	0,64	0,76	0,85	0,62	0,32
12	ET _c = ET ₀ x Kc					20,44	121,46	122,39	18,95	9,47	0,00				44,64	43,96	66,60	43,67	34,24	24,56	48,64	53,98	48,33	53,84	13,00	6,68
		Penyiapan Lahan (LP) and Preparation (LP)																								
13	E ₀ = 1,1 x E ₀		31,921	31,921	17,753							30,160	45,332	45,332												
14	M = E ₀ + P		31,019	31,019	18,139							29,418	43,211	43,211												
15	k = MT / S	S = 215,00	6,492	6,492	3,797							6,789	9,972	9,972												
16	e ^a	γ = 45 → Kerbau	660,03	660,03	44,55							887,89	21411,44	21411,44												
17	IR = M . e ^a / (e ^a - 1)		31,07	31,07	18,56							29,45	43,21	43,21												
		CH Efektif																								
18	Re	mm/hari	1,69	2,63	3,58	5,89	5,02	4,49	6,18	4,47	5,40	3,36	3,89	1,57	0,96	2,58	1,37	0,86	1,62	0,40	0,13	0,26	0,00	0,01	0,06	0,82
		Kebutuhan Bersih Air di Sawah																								
19	Kebutuhan Air Total	mm/hari	31,07	31,07	18,56	23,55	124,57	126,50	21,95	12,47	2,00	29,45	43,21	43,21	47,76	47,07	70,71	46,67	37,24	26,56	48,51	53,72	48,32	53,83	12,94	5,86
20	NFR	mm/hari	29,37	28,43	14,97	17,66	119,55	122,01	15,77	8,01	0,00	26,09	39,32	41,65	46,79	44,48	69,34	45,81	35,62	26,16	48,38	53,46	48,32	53,83	12,88	5,04
21	NFR	l/detik/ha	3,40	3,29	1,73	2,04	13,84	14,12	1,82	0,93	0,00	3,02	4,95	4,82	5,42	5,15	8,03	5,30	4,12	3,03	5,60	6,19	5,59	6,23	1,49	0,58
		Kebutuhan Air Irigasi																								
22	DR	EFISIENSI TOTAL = 0,00	45,19	43,74	23,03	27,17	183,92	187,71	24,26	12,32	0,00	40,14	60,50	64,07	71,99	68,44	106,68	70,48	54,80	40,24	74,44	82,25	74,33	82,81	19,81	7,75

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil nilai perhitungan pola tanam selama 1 tahun kebutuhan air sawah (NFR) sebesar 1006.81 m³/dtk dan kebutuhan air irigasi (DR) sebesar 1466.08 m³/dtk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil simulasi pengoperasian waduk dengan menggunakan software HEC-ResSim dapat disimpulkan:

1. Pada pengoperasian waduk margatiga dengan menggunakan software HEC-ResSim 3.3 didapatkan nilai hasil pengoperasian waduk yaitu Flood control, Tampungan mati (Inactive), Tampungan Efektif dan mendapatkan nilai out-flow.
2. Hasil pengoperasian waduk margatiga menggunakan HEC-ResSim 3.3 nilai flood control sebesar 113.6 juta m³, Tampungan mati (Inactive) sebesar 19.6 juta m³, Tampungan efektif sebesar 49.2 juta m³ dan untuk nilai Out-flow pada 2021 sebesar 3481 m³/dtk
3. Dari perhitungan kebutuhan air baku membutuhkan sekitar 0.8 m³/dtk.
4. Didapatkan nilai hasil perhitungan

evapotranspirasi atau kehilangan air dari bumi ke atmosfer.

5. Hasil perhitungan pola tanam selama 1 tahun kebutuhan air sawah sebesar 1006.81 m³/dtk dan kebutuhan air irigasi sebesar 1466.08 m³/dtk
6. Waduk margatiga sesuai dengan fungsinya untuk memenuhi standar pemenuhan irigasi sebesar 80%, air baku 90%, pola tata tanam 95%, maka kebutuhan terpenuhi dengan adanya nilai Simulasi pola operasi Hec-Ressim yang disimulasikan untuk pemenuhan air baku sebesar 95%, pola tanam 90% dan irigasi 93%. Sehingga pemenuhan kebutuhan telah terlaksana.

Kritik dan Saran

Kritik

1. Pada Penelitian kali ini ada beberapa hal yang sangat sulit untuk dituntaskan, melainkan mengeluarkan data outflow dari waduk.

2. Akibat kurangnya tutorial pengoperasian aplikasi HEC-ResSim 3.3 membuat sulitnya dalam pengerjaan.
3. Lamanya waktu menunggu meminta file data dibalai PU

Saran

1. Perbaiki di data Hec-DSSVue agar dalam meng Compute Alternative Dibagian Simulasi dapat berhasil
2. Studi pola fungsi struktur air yang ada di Sungai Way Sekampung sendiri dapat dilakukan untuk melengkapi skema kebutuhan sungai. Sebuah simulasi yang juga mempertimbangkan struktur air pada sungai, seperti Waduk Batutegi, Waduk Way Sekampung, Bendung Argoguruh, Waduk Margatiga, dan Bendung Jabung, diperlukan untuk mendapatkan pola yang efisien dimana pola operasi masing-masing waduk di sungai tersebut. Jaringan Sungai Way Sekampung saling terhubung.

Sulistiono,A., Dadan, R dan Joko,T. (2014). “*Simulasi Operasi Waduk Lamong Untuk Kepentingan Air Baku dan Irigasi*”. Bbws Citanduy,Jl. Ir.Soetami No.1*Jurnal Irigasi* vol 9, no 1, 16-28.

Widyawati dan elok, NN. (2018). “*Studi Pemanfaatan Air Waduk Untuk Kebutuhan Air Baku dan Air Irigasi Pada Waduk Tukul Desa Karanggede Kecamatan Arjosari Kabupaten Pacitan*”. Universitas Muhammadiyah Malang: Malang.
<http://eprints.umm.ac.id/id/eprint/43595>

DAFTAR PUSTAKA

- Agustianto, DA. (2014). “Model Hubungan Hujan Dan Run Off.” *Jurnal Teknik Sipil dan lingkungan*, Vol. 2, No. 2. 215-224
- Evans TA. dan Joan D. Klipsch,. (2013).. “Reservoir Operations Modeling With HEC-ResSim.” Hydrologic Engineering Center: U.S. Army Corps of Engineers.
- Iqbal, M. (2015). “Optimasi Lepas Berdasarkan Tampung Operasi Waduk Sutami Untuk Plta dengan Algoritma Genetik.” *Jurnal Teknik Pengairan Universitas Brawijaya* vol 14, no 2, 97-103.
- Krisanti. (2006). “*Permasalahan dan Strategi Pengelolaan Perairan Waduk: Contoh Kasus Waduk Jatiluhur dan Waduk Cirata*.” Jawa Barat. Institut Pertanian Bogor:Bogor.<https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/52141>.
- Purwanto dan Jazaul I. (2006). “Analisis Kebutuhan Air Irigasi pada Daerah Irigasi Bendung Mrican.” *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 9, No. 1, 2006: 83 – 93.