



---

## POLA SEBARAN DAERAH IRIGASI TERDAMPAK KEKERINGAN DI WILAYAH LAYANAN DAERAH IRIGASI BENDUNGAN BATUJAI

Oleh

Fika Septina Pangaribuan<sup>1)</sup>, I Wayan Yasa<sup>2)</sup>, Hartana<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Email: <sup>1</sup>[fikapangaribuan89@gmail.com](mailto:fikapangaribuan89@gmail.com)

### Abstrak

Lombok tercatat memiliki bendungan terbanyak di Indonesia dengan total 14 bendung dan 70 embung. Pembangunan ini sengaja dilakukan untuk meningkatkan di sektor pertanian dengan harapan menampung air sebanyak mungkin. Namun dengan memiliki banyak kapasitas air, Nusa Tenggara Barat (NTB) tidak lepas dari kekeringan. Kebutuhan air irigasi merupakan salah satu hal terpenting dalam perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi. Maksud penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan air irigasi pada Daerah Irigasi Bendungan Batujai dengan tujuan untuk mengetahui luas wilayah yang terdampak kekeringan dengan menggunakan metode Indeks Kekeringan Hidrologi (IKH). Daerah irigasi dalam penelitian ini adalah daerah irigasi yang masuk dalam Zona Musim (ZOM) Bendungan Batujai yaitu Batujai, Penujak, Setangor, Darek, Pelambik, Ungga, Ringagata, Labulia dan Kuripan. Dari hasil penelitian dan pengamatan tercatat terjadi kekeringan pada saat terjadi peristiwa El-Nino sebanyak 13 kali dimulai pada tahun 1994 berikut pada tahun-tahun selanjutnya dan terakhir tercatat terjadi kekeringan pada tahun 2016.

**Kata Kunci :** Irigasi, Kebutuhan air, IKH, El-Nino

### PENDAHULUAN

Di Indonesia fenomena kekeringan hampir terjadi diseluruh wilayah dan menjadi salah satu masalah rutin pada setiap tahun. Kekeringan dan aliran rendah memiliki perbedaan, di mana aliran rendah adalah siklus aliran tahunan berdasarkan iklim regional yang terjadi pada semua zona musim (ZOM) yang dominan dipengaruhi oleh faktor manusia (*antrophogenik*). Sedangkan kekeringan tidak terjadi setiap tahun (Loon V. dan Lanen., 2003). Faktor yang mempengaruhi terjadinya kekeringan sehingga mempengaruhi siklus ketersediaan air diantaranya adalah kekeringan presipitasi, kekeringan klimatologi, kekeringan pertanian, kekeringan hidrologi dan kekeringan sosio ekonomi (Tallaksen dan Lanen V, 2004; Fleig, 2004; Young, 2010). Dari jenis kekeringan diatas, komponen kekeringan hidrologi yang sangat dibutuhkan dalam menganalisis pemenuhan kebutuhan air seperti industri, kebutuhan air domestik dan pembangkit listrik tenaga air (Vasiliades, dkk

2013). Kekeringan hidrologi memiliki dampak yang sangat luas pada berkurangnya ketersediaan air permukaan, penurunan kualitas air, terbatasnya pasokan air irigasi, dan mempengaruhi kegiatan sosial masyarakat (Mishra dan Singh, 2010).

Di Indonesia berbagai antisipasi telah dilakukan tetapi sering mengalami kegagalan sehingga permasalahan menjadi berkepanjangan tanpa adanya pemecahan masalah secara nyata. Peristiwa perubahan musim berupa El-Nino yang memiliki pengaruh sangat kuat dalam peristiwa kekeringan (BMKG, 2001).

Maka untuk memantau, mendeteksi dan mengevaluasi peristiwa kekeringan suatu wilayah diperlukan suatu indeks atau angka yang menyatakan tingkat kekeringan. Indeks kekeringan bermanfaat sebagai dasar untuk menyatakan tingkat kekritisn ketersediaan air dan kemungkinan dampak yang akan terjadi (Niemeyer, 2008). Berbagai metode untuk menyatakan tingkat kekeringan hidrologi,



diantaranya yaitu berbasis kurva durasi dan debit aliran rendah serta *Base Flow Index*, *Regional Streamflow Deficiency Index* (RSDI), *Palmer Hydrological Drought Index* (PHDI) dan berdasarkan komponen siklus hidrologi yaitu seperti *Surface Water Supply Index* (SWSI), serta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang berbasis penginderaan jarak jauh. Metode baru yang menggabungkan pemanfaatan data serta informasi yang tersedia seperti *Vegetation Drought Response Index* (VegDRI) (Niemeyer, 2008).

Dalam pertemuan WMO atau UNISDR *Expert Meeting on Hydrological Drought Indices* pada September (2011) di Geneva menyatakan bahwa pada kondisi saat ini belum tersedia sebuah indeks kekeringan yang berlaku secara universal. Pada pertemuan tersebut menyarankan pemberlakuan beberapa prinsip yaitu, prinsip pemberlakuan indeks kekeringan diantaranya adalah tidak sulit dipahami dan dihitung, mempunyai arti fisik, memiliki sensitivitas terhadap berbagai kondisi kekeringan, berlaku umum dan dapat diaplikasikan dan diterapkan diseluruh dunia serta dapat mengidentifikasi akan bencana kekeringan.

Dengan adanya bendungan memegang peranan penting dalam pengembangan dan pengelolaan sumber daya air seperti pengendalian banjir, penyediaan air, pembangkit listrik tenaga air, rekreasi, perikanan dan lain-lain (Lee C.E., dkk 2014). Lee C.E., dkk (2014) melakukan penelitian berupa analisis keandalan waduk menggunakan metode MCMC akibat sedimentasi, yang pada dasarnya menggunakan konsep imbalan air antara *inflow* dan *outflow* dari waduk. Karakteristik kekeringan hidrologi pada masing-masing daerah tangkapan waduk dapat dimanfaatkan untuk mitigasi dan mengurangi tingkat kerusakan pada kondisi kekeringan dan untuk mengetahui kondisi abnormal (Zelenhasic, 2002). Kekeringan hidrologi juga dapat digunakan dalam pengelolaan air untuk kebutuhan air multi sector (Fleig., dkk 2006).

Berdasarkan latar belakang serta banyaknya waduk yang telah dibangun dan akan dibangun, waduk selain sebagai tampungan air juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kekeringan wilayah. Maka dari itu merupakan hal yang sangat menarik untuk mengangkat judul tesis yaitu **“Pola Sebaran Daerah Irigasi Terdampak Kekeringan Di Wilayah Layanan Daerah Irigasi Bendungan Batujai”**. Diharapkan dengan pengajuan judul tesis ini dapat mengembangkan indeks kekeringan hidrologi yaitu dengan memperlakukan volume ketersediaan air dalam waduk, *inflow* waduk dan *outflow* waduk pada bendungan Batujai melalui bangunan pengambilan pada periode hari kering.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian dapat diartikan sebagai proses memilih cara yang spesifik untuk menyelesaikan permasalahan dalam menjalankan riset. Menurut **Prof. Dr. Sugiyono**, metodologi penelitian adalah cara ilmiah dalam upaya menemukan data demi goal dan kegunaan tertentu.

### a. Lokasi Penelitian Bendungan Batujai

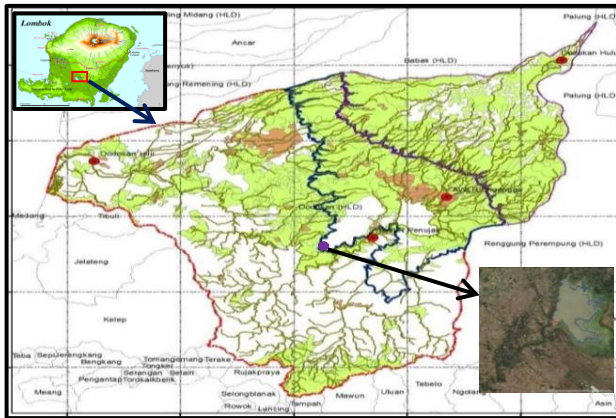
Lokasi penelitian yaitu Bendungan Batujai yang berlokasi di Kabupaten Lombok Tengah Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Bendungan Batujai dibangun pada Tahun 1982 dengan data teknik bendungan dengan data teknis sebagai berikut:

1. Luas daerah tangkapan waduk = 169 km<sup>2</sup>
2. Panjang sungai utama = 54 km
3. Elevasi puncak bendungan/crest bendungan = + 94.00 m
4. Elevasi dasar sungai = + 79.00 m
5. Lebar puncak bendungan = 8.00 m
6. Panjang bendungan = 1.200 m
7. Tipe bendungan = urugan tanah
8. Elevasi HWL = + 92.50 m
9. Elevasi LWL = + 87.00 m
10. Volume tampungan efektif = 23,502 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
11. Volume tampungan mati = 1,4 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>
12. Volume tampungan maksimum = 25.0000.000 m<sup>3</sup>

**Tabel 1. Sebaran daerah irigasi layanan bendungan Batujai**

No	Irigasi	Kabupaten	Luas (Ha)	ZOM
1	Batujai	Lombok Tengah	20,19	ZOM 221
2	Penujak	Lombok Tengah	32,12	ZOM 221
3	Setangor	Lombok Tengah	252,21	ZOM 221
4	Darek	Lombok Tengah	581,39	ZOM 221
5	Pelambik	Lombok Tengah	597,94	ZOM 221
6	Ungga	Lombok Tengah	211,85	ZOM 221
7	Ringgagata	Lombok Tengah	378,06	ZOM 221
8	Labulia	Lombok Tengah	639,22	ZOM 221
9	Kuripan	Lombok Barat	133,88	ZOM 221

Sumber : BWS NT1, 2020

**Gambar 1. Peta Lokasi bendungan Batujai (BWS NT-1 WS LOMBOK)****b. Pelaksanaan Penelitian**  
**Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data terkait yang akan digunakan pada proses analisis, adapun data yang dikumpulkan berupa data sekunder dari Instansi/Dinas terkait yang mengelola keberadaan data. Dinas tersebut yaitu : Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I, Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat, Balai Informasi Sumber Daya Air Provinsi Nusa Tenggara Barat, Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data yang dikumpulkan dan akan digunakan diantaranya adalah:

- Data teknis bendungan
- Data tinggi muka air waduk

- Data daerah tangkapan waduk
- Data tahun kejadian El-Nino
- Data daerah irigasi layanan bendungan Batujai yang terdampak kekeringan pada saat El-Nino

**Analisa Data**

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan tersebut *input* data menjadi komponen utama yang menentukan objektivitas dan kebenaran suatu hasil penelitian. Untuk mendapatkan hasil demikian, akan dilakukan setelah data-data yang akan digunakan terkumpul adalah sebagai berikut:

Pengelompokan data untuk mempermudah melakukan evaluasi terhadap data hujan dan data volume waduk sehingga mempercepat proses pemindaian data.

Tabulasi data Data yang diperoleh berupa data salinan sehingga diharuskan untuk melakukan tabulasi data kembali. Pada saat tabulasi ini akan dilakukan penyesuaian dengan jenis data yang akan digunakan dalam penelitian.

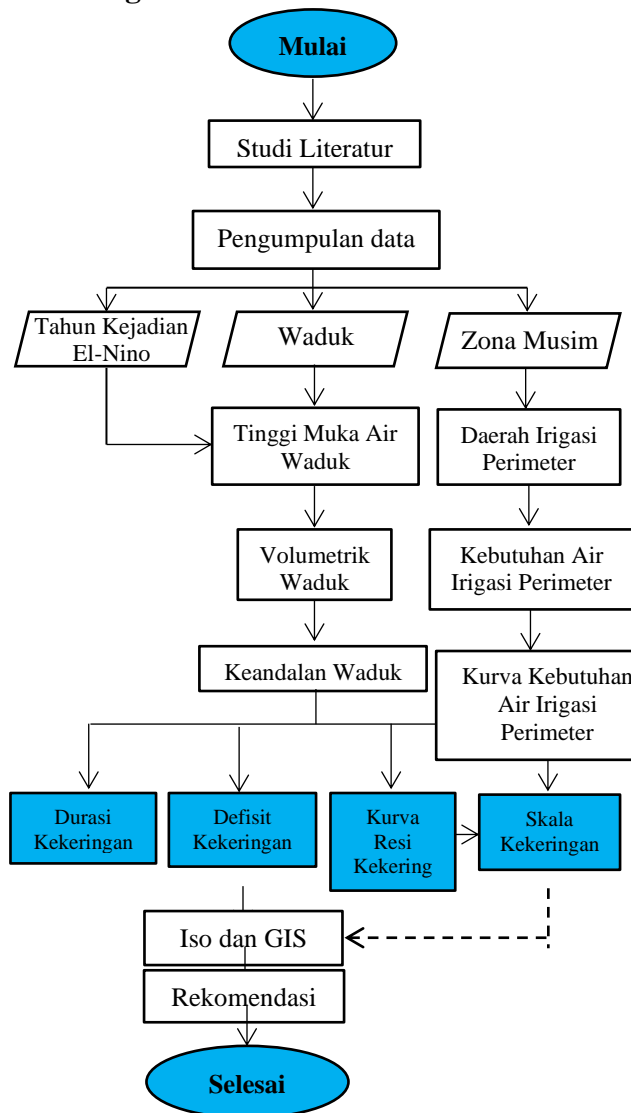
Pengujian data Jenis pengujian berupa pengujian keseragaman data dan pengujian *trend*.

**Analisa**

Didapatkan data hasil yang digunakan dalam penggambaran grafik kenaikan volume pada waduk dan garis ambang batas sebagai salah satu parameter karakteristik kekeringan pada saat terjadinya peristiwa El-Nino. Mendapatkan hasil durasi dan defisit kekeringan pada Bendungan Batujai yang di olah untuk mendapatkan model Indek Kekeringan Hidrologi (IKH) yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam alokasi air waduk khususnya pada saat kekeringan.



## c. Bagan Alir



Gambar 2. Bagan alir penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

## 1. Uji Konsistensi Data Curah Hujan

Stasiun hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah Stasiun Kabul, Stasiun Serumbung dan Stasiun Pengadang. Uji konsistensi data dilakukan dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Berikut hasil perhitungan uji RAPS untuk ketiga stasiun hujan di atas :

Tabel 3. Hasil Perhitungan RAPS semua Stasiun Hujan

Stasiun hujan	$Q/\sqrt{n}$		$R/\sqrt{n}$		Ket.
	Analisa	Tabel	Analisa	Tabel	
Kabul	0,069	1,43	0,137	1,46	Konsisten
Serumbung	0,088	1,43	0,090	1,46	Konsisten
Pengadang	0,022	1,43	0,024	1,46	Konsisten

## 2. Curah Hujan Efektif

Adapun data hujan yang digunakan yaitu data hujan bulanan, sehingga dapat diperoleh nilai probabilitasnya sebagai berikut :

$$P = \frac{1}{24+1} \times 100$$

$$P = 4,00\%$$

Kemudian dari nilai probabilitas didapat hujan efektif  $R_{80}$  dengan menggunakan *Basic Mounth* dan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Hujan Efektif

Bulan	P (%)	Kabul (mm/bulan)	Serumbung (mm/bulan)	Pengadang (mm/bulan)
Jan	80,0	90,40	72,00	138,40
Feb	80,0	84,00	40,00	128,00
Mar	80,0	313,60	197,60	220,00
Apr	80,0	44,00	144,80	80,80
Mei	80,0	4,00	13,60	32,00
Juni	80,0	0,00	106,40	6,40
Juli	80,0	0,00	0,00	0,00
Ags	80,0	0,00	1,60	2,40
Sept	80,0	0,00	0,00	1,60
Okto	80,0	0,00	56,00	8,00
Nov	80,0	44,00	274,40	306,40
Des	80,0	88,00	24,00	201,60

## 3. Analisis Klimatologi

Data klimatologi salah satu faktor yang memengaruhi kebutuhan air irigasi, dimana data klimatologi meliputi kelembapan udara, temperatur, kecepatan angin dan penyinaran matahari. Stasiun klimatologi yang digunakan adalah stasiun terdekat dari lokasi penelitian. Berikut rata-rata data klimatologi Stasiun Pengadang dari tahun 2013 sampai 2020.



**Tabel 5. Data Klimatologi Rata-rata Ta. 2013-2020**

Bulan	Kelembapan Udara Rata-rata (Rh)	Kelembapan Udara Max Rata-rata (Rh)	Temperatur Rata-rata	Penyinaran Matahari Rata-rata	Kecepatan Angin Rata-rata
	%	%	°C	%	km/hari
Januari	92,75	106,63	23,11	44,10	36,58
Februari	92,95	97,38	22,96	47,44	29,31
Maret	94,05	98,38	22,78	53,14	34,10
April	93,61	98,16	22,85	59,36	31,75
Mei	94,18	98,53	22,43	63,53	34,15
Juni	91,84	97,63	22,79	65,09	29,01
Juli	84,43	88,65	21,76	62,11	54,08
Agustus	90,75	97,63	21,50	69,80	49,40

#### 4. Nilai Evapotranspirasi

Nilai evapotranspirasi dapat diketahui dari perhitungan dengan menggunakan Metode Penman. Perhitungan dengan menggunakan Metode Penman dilakukan dengan memasukkan parameter pencatatan klimatologi di Stasiun Klimatologi Pengga yang berada pada 8°45'9.73" LS dan 116°11'36.04" BT. Berikut data-data klimatologi yang dipakai dalam perhitungan :

1. Suhu (T) = 23,11 °C
2. Rh = 92,75 %
3. Rh max = 106,63 %
4. U = 36,58 km/hari
5. n/N = 44,10 %

Dari hasil perhitungan maka di dapat nilai-nilai faktor-faktor kebutuhan air tanaman sebagai berikut :

**Tabel 6. Nilai Faktor-Faktor kebutuhan air tanaman koreksi**

Koreksi					
Tc	n/Nc	U2c		ea	ed
c	%	m/sec	km/day	mbar	mbar
7	8	9	10	11	12
22,68	43,38	11,33	978,51	27,43	25,44
22,53	46,72	9,08	784,21	27,19	25,27
22,34	52,42	10,56	912,30	26,88	25,28
22,42	58,65	9,83	849,42	27,00	25,28
21,99	62,81	10,57	913,63	26,32	24,79

22,36	64,37	8,98	776,19	26,90	24,71
21,33	61,40	16,74	1446,70	25,29	21,35
21,07	69,08	15,30	1321,62	24,90	22,59
21,53	70,18	17,27	1492,18	25,60	23,11
21,63	69,51	18,97	1638,65	25,75	22,81
20,62	58,23	15,95	1378,48	24,23	21,98
19,47	43,23	11,58	1000,92	22,61	20,86

**Tabel 7. Nilai Faktor-Faktor Kebutuhan Tanaman Analisis**

Analisis										
d	W	f(t)	f(u)	f(ed)	f(n/N)	Rs	Rnl	Rns	Rn	c
-	-	-	-	-	-	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day	-
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1,11	0,63	15,18	0,37	0,12	0,49	7,80	0,88	5,85	4,97	1,12
1,09	0,62	15,15	0,35	0,12	0,52	8,09	0,94	6,07	5,13	1,09
1,06	0,62	15,11	0,36	0,12	0,57	8,26	1,03	6,20	5,17	1,10
1,07	0,62	15,13	0,36	0,12	0,63	8,16	1,13	6,12	4,99	1,10
1,01	0,60	15,04	0,36	0,12	0,67	7,72	1,21	5,79	4,58	1,07
1,06	0,62	15,12	0,35	0,12	0,68	7,41	1,25	5,56	4,31	1,06
0,93	0,58	14,91	0,42	0,14	0,65	7,39	1,33	5,54	4,21	0,92
0,90	0,58	14,86	0,40	0,13	0,72	8,54	1,40	6,40	5,00	1,10
0,95	0,59	14,95	0,42	0,13	0,73	9,37	1,41	7,03	5,62	1,21
0,96	0,59	14,97	0,44	0,13	0,73	9,88	1,41	7,41	6,00	1,20
0,85	0,56	14,77	0,41	0,13	0,62	9,03	1,23	6,77	5,54	1,13
0,75	0,53	14,55	0,37	0,14	0,49	7,74	0,99	5,80	4,81	1,06

Setelah nilai-nilai faktor di dapatkan, maka nilai evapotranspirasi potensial dapat dihitung. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 8 sebagai berikut ini :

**Tabel 8. Hasil Perhitungan Evapotranspirasi**

PET	PET
mm/day	mm/1/2 bulan
22	23
3,81	57,14
3,76	52,70
3,76	56,38



3,65	54,73
3,20	47,93
3,12	46,80

PET	PET
mm/day	mm/1/2 bulan
2,89	43,38
3,60	54,00
4,52	67,81
4,88	73,26
3,98	59,64
3,03	45,45

## 5. Analisis Kebutuhan Air Irigasi

Analisis kebutuhan air irigasi dibutuhkan untuk mengetahui kebutuhan air irigasi pada setiap lahan irigasi, agar dapat menjadwalkan penanaman farietas tanaman yang sesuai dengan kebutuhan airnya. Dari nilai evapotranspirasi ( $ET_0$ ) sebesar 3,81 mm/hari maka didapatkan nilai Evaporasi bebas ( $E_0$ ) sebesar 4,19 mm/hari. Untuk nilai perkolasi ( $P$ ) yaitu 2 mm/hari dapat dilihat pada harga perkolasi tanah sesuai jenisnya. Sehingga didapatkan kebutuhan air irigasi sebagai berikut:

**Tabel 9. Kebutuhan air irigasi harian**

$ET_0$	$E_0$	$P$	$M$	$T$	$S$	$k$	$LP$	$R_{80}$	$Reff$	$ETC$	$NFR$	Kebt air di lahan
mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	Hari	mm	mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	mm/hari	lt/dt/ha
3,81	4,19	2,00	6,19	30,00	250,00	0,74	11,81	125,33	3,23	4,19	6,77	0,78
3,76	4,14	2,00	6,14	30,00	250,00	0,74	11,78	105,00	3,00	4,14	6,90	0,80
3,76	4,13	2,00	6,13	30,00	250,00	0,74	11,77	304,67	7,86	4,13	2,03	0,24
3,65	4,01	2,00	6,01	30,00	250,00	0,72	11,70	112,33	2,90	4,01	6,76	0,78
3,20	3,51	2,00	5,51	30,00	250,00	0,66	11,39	20,67	0,53	3,51	8,18	0,95
3,12	3,43	2,00	5,43	30,00	250,00	0,65	11,34	47,00	1,21	3,43	7,34	0,85
2,89	3,18	2,00	5,18	30,00	250,00	0,62	11,19	0,00	0,00	3,18	8,07	0,94
3,60	3,96	2,00	5,96	30,00	250,00	0,72	11,67	1,67	0,04	3,96	9,52	1,10
4,52	4,97	2,00	6,97	30,00	250,00	0,84	12,30	0,67	0,02	4,97	11,48	1,33
4,88	5,37	2,00	7,37	30,00	250,00	0,88	12,56	26,67	0,69	5,37	11,57	1,34
3,98	4,37	2,00	6,37	30,00	250,00	0,76	11,92	260,33	6,72	4,37	3,63	0,42
3,03	3,33	2,00	5,33	30,00	250,00	0,64	11,28	130,67	3,37	3,33	4,99	0,58

Kemudian dengan mengetahui kebutuhan air irigasi setiap harinya, didapatkan kebutuhan

air irigasi setiap daerah irigasi pada Bendungan Batujai. Adapun kebutuhannya sebagai berikut:

**Tabel 10. Kebutuhan Air Irigasi Tiap DI pada Bendungan Batujai**

DI	Luas	Rata-rata kebutuhan Air /lahan
Batujai	20,9	536,28
Penujak	32,12	824,17
Setangor	252,21	6471,49
Darek	581,39	14917,97
Pelambik	597,94	15342,63
Ungga	211,85	5435,89
Ringagata	378,05	9700,70
Labulia	639,22	16401,84
Kuripan	133,88	3435,25

## 6. Volumetrik Waduk

Kekeringan disebabkan karena adanya ketidakseimbangan inflow dan outflow dari waduk. Ketersediaan air permukaan maupun bawah permukaan mengalami penurunan, sedangkan tingkat kebutuhan air multisektor meningkat dan menyebabkan kekeringan. Sedangkan wadah tampungan air untuk dimanfaatkan pada saat musim kering mengalami penurunan volume, yang disebabkan berkurangnya pasokan air yang masuk sementara air yang digunakan semakin meningkat. Hal tersebut menunjukkan kondisi nyata pada air waduk saat peristiwa kekeringan terjadi. Penurunan kapasitas waduk terjadi pada bulan Mei dan mencapai puncaknya pada bulan September dengan defisit 32,493 juta  $m^3$ . Terjadinya kekeringan volume air waduk tidak pernah mencapai tampungan air maksimum maupun tampungan efektif yaitu 43.143 juta  $m^3$  dan 36.378 juta  $m^3$ . Proses peningkatan kembali volume waduk terjadi pada bulan Desember tetapi dengan volume yang sangkit kecil.

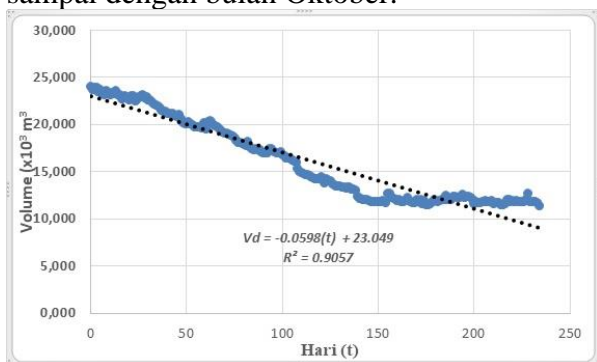
## 7. Penurunan volume waduk dalam

peristiwa El-Nino dipengaruhi oleh besar kecilnya inflow dan outflow. Penurunan volumetrik waduk tidak terjadi secara tiba-tiba tetapi berlangsung secara bertahap mengikuti fungsi dari waktu. Pada setiap peristiwa El-Nino grafik penurunan volumetrik waduk berbeda tergantung dari type El-Nino yang terjadi. Analisis penurunan volumetrik waduk

tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kekritisan tampungan waduk khususnya untuk antisipasi pengaturan pemanfaatan air waduk.

Masing-masing El-Nino memiliki karakter yang berbeda sehingga antisipasi yang diperlukan dalam pengelolaan sumberdaya air juga berbeda.

Berdasarkan grafik imbalan air waduk Batujai menunjukkan bahwa penurunan ekstrim volumetrik waduk Batujai berlangsung sangat lama yaitu hampir mencapai 6 bulan yaitu dimulai dari periode akhir bulan maret sampai dengan bulan Oktober.

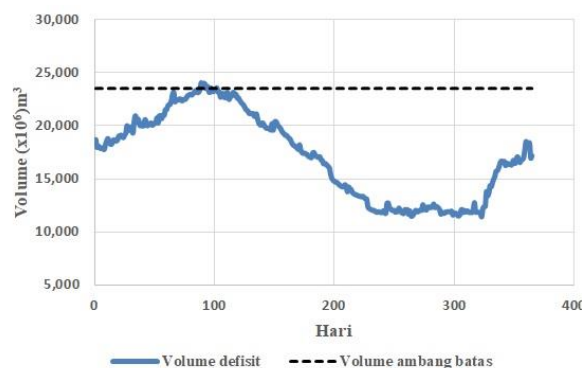


**Gambar 3. Garis penurunan volume air bendungan Batujai pada saat terjadi kekeringan**

Berdasarkan Gambar 3. di atas menunjukkan pola dari penurunan volume waduk pada saat peristiwa El-Nino. Secara keseluruhan volume dari waduk berada di bawah elevasi tampungan maksimum, tetapi penurunan ekstrim dimulai dari periode akhir bulan Maret sampai periode pertengahan bulan Oktober. Total waktu ekstrim penurunan volume dari waduk yaitu selama 235 hari.

## 8. Ambang Batas Kekeringan (Threshold)

Ambang batas kekeringan bendungan Batujai menggunakan volume efektif waduk yaitu sebesar 23.503 juta m<sup>3</sup>. Diharapkan dengan ambang batas tersebut dapat mengidentifikasi terjadinya perubahan kondisi hidrologi wilayah dalam ZOM bendungan.



**Gambar 4. Volumetrik waduk dan ambang batas kekeringan bendungan Batujai**

Gambar 4. Berdasarkan ambang batas yang digunakan menunjukkan bahwa pada peristiwa El-Nino volume waduk hampir selalu berada di bawah ambang batas kecuali bulan Maret dan April terjadi 5 hari di atas ambang batas.

## 9. Volume Defisit dan Durasi Kekeringan

Analisa perhitungan volume waduk pada saat kekeringan menggunakan persamaan imbalan air dari waduk yaitu hubungan antara inflow, outflow dan volume air waduk yang masih tersedia dalam waduk. Sedangkan durasi terjadinya kekeringan yaitu berdasarkan lama waktu sejak awal terjadi defisit waduk sampai terjadi peningkatan volumetrik waduk sampai mencapai ambang batas.

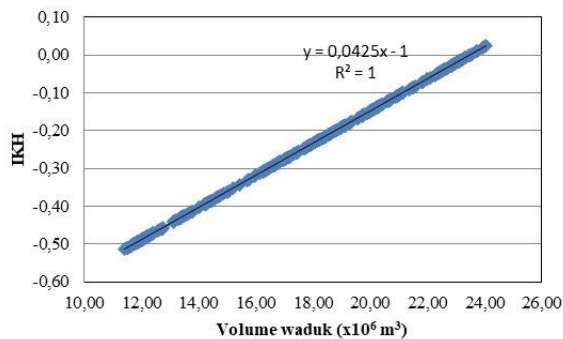
Defisit volume air waduk maksimum sebesar -11.518 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> terjadi pada bulan September dan minimum sebesar -0.371 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> terjadi pada bulan April.

## 10. Indeks Kekeringan Hidrologi (IKH)

Indek kekeringan didefinisikan sebagai perbandingan defisit volume air dengan volume kebutuhan dalam periode tertentu. Defisit ditentukan dari ambang kebutuhan yang ditetapkan. Persamaan indek kekeringan hidrologi yang digunakan yaitu IKH= volume defisit dari waduk per volume kebutuhan.

Penurunan volume air dalam waduk dapat menunjukkan terjadinya kekeringan yang terjadi dalam suatu wilayah yang memiliki Zona Musim yang sama. Pada El-nino sangat kuat indek kekeringan sangat parah dengan rentang waktu yang panjang. Indek kekeringan

terparah mencapai  $-0.51$  pada saat volume air waduk kurang dari 12,394 juta  $m^3$  dengan kriteria kekeringan sangat kuat.



**Gambar 5. Grafik hubungan volume waduk dengan indeks kekeringan hidrologi (IKH) bendungan Batujai**

Berikut disajikan tabel Indeks Kekeringan Hidrologi (IKH) pada bendungan Batujai :

**Tabel 7. Indeks Kekeringan Hidrologi (IKH) bendungan Batujai**

Volume air waduk ( $\times 10^6$ ) $m^3$	IKH	Kriteria Kekeringan
$V \leq 12,394$	$IKH \leq -0.51$	Sangat kuat
$12,394 < V \leq 16,432$	$-0.51 < IKH \leq -0.31$	Kuat
$16,432 < V \leq 20,049$	$-0.31 < IKH \leq -0.15$	Moderat
$V > 20,049$	$IKH \geq -0.14$	Lemah

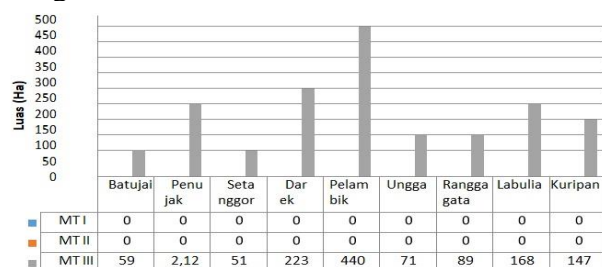
Sumber : Hasil Perhitungan

### 11. Luas Daerah Terdampak Kekeringan

Berikut merupakan daerah yang terdampak kekeringan dalam DI bendungan Batujai yang terjadi pada beberapa tahun.

### 12. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1994

Berdasarkan data laporan areal tanam irigasi teknis pengamat pengairan bendungan Batujai, luas daerah irigasi yang terdampak kekeringan pada saat terjadi El-Nino adalah sebagai berikut :

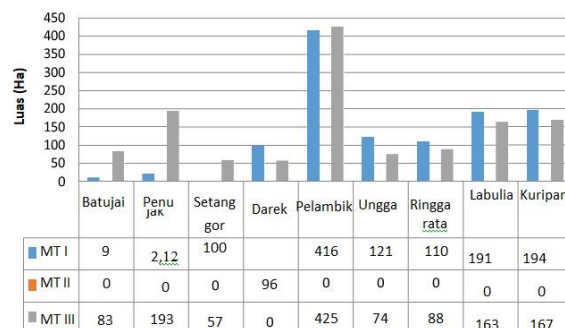


**Gambar 6. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1994**

Berdasarkan pada gambar 6 didominasi dengan kriteria indeks kekeringan hidrologi yang sangat kering dengan IKH  $-0,17$ . Pada musim tanam III beberapa hektar dari daerah irigasi layanan bendungan Batujai mengalami kekeringan, dengan luas berturut2 sebagai berikut ini. DI Batujai 59 Ha, Penujak 2,12 Ha, DI Setanggor 51 Ha, Darek 223 Ha, Pelambik 440 Ha, Ungga 71 Ha, Rangagata 89 Ha, Labulia 168 Ha dan Kuripan 147 Ha.

### 13. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1995

Peristiwa kekeringan yang terjadi pada tahun 1995 merupakan fenomena kekeringan yang merupakan lanjutan dari peristiwa kekeringan pada tahun 1994. Priode kekeringan berdampak pada musim tanam I yang mengakibatkan beberapa hektar daerah irigasi layanan bendungan Batujai mengalami kekeringan seperti ditunjukkan pada gambar 7.

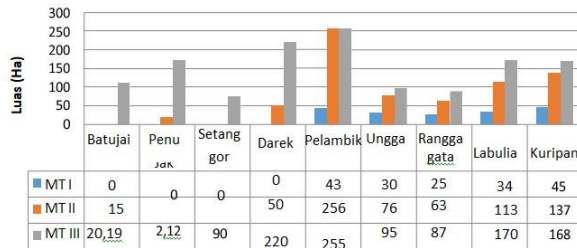


**Gambar 7. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1995**

Pada musim tanam I seluruh daerah irigasi yang terdampak kekeringan diantaranya yaitu Daerah Irigasi Batujai 9 Ha, Penujak 19 Ha, Setanggor 100 Ha, Darek 96 Ha, Pelambik 416 Ha, Ungga 121 Ha, Ringgarata 110 Ha, Labulia 191 Ha dan Kuripan 194 Ha. Sementara pada musim tanam II semua daerah irigasi tidak terdampak kekeringan. Pada musim tanam III terjadi defisit air waduk, sehingga sebagian daerah irigasi kembali terdampak kekeringan yang tersebar di semua daerah irigasi layanan bendungan Batujai.

#### 14. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1997

Terjadi kekeringan pada beberapa daerah irigasi layanan bendungan Batujai seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

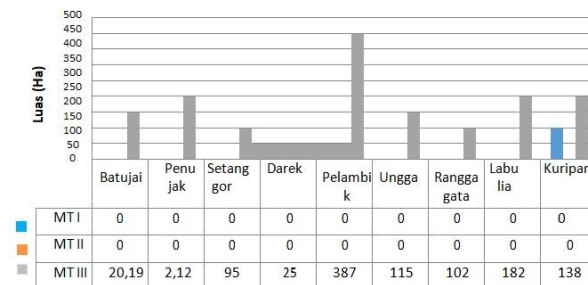


**Gambar 8. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1997**

Daerah irigasi yang terdampak kekeringan pada musim tanam I yaitu pada Daerah Irigasi Pelambik, Ungga, Ranggarata, Labulia dan Kuripan. Pada musim tanam II dan III seluruh daerah irigasi layanan bendungan Batujai mengalami kekeringan.

#### 15. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1998

Dampak kekeringan hanya mempengaruhi pola tanam yaitu pada musim tanam III seperti ditunjukkan pada gambar 9 berikut ini :

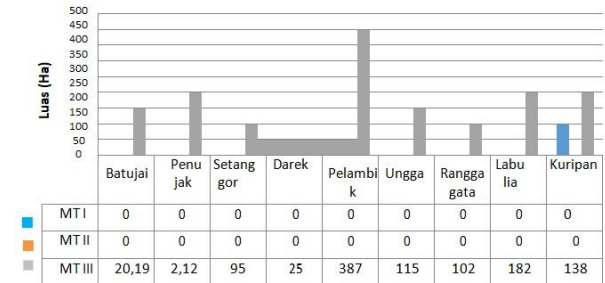


**Gambar 9. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 1998**

Berdasarkan gambar 4.8 pada tahun 1998 Luas daerah irigasi yang terdampak kekeringan pada musim tanam I hampir tidak ada atau semuanya tersedia air untuk irigasi. Pada musim tanam II juga mengalami hal yang sama dengan musim Tanam I. Tetapi pada saat musim tanam III semua daerah irigasi layanan Bendungan Batujai mengalami kekeringan.

#### 16. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2002

Peristiwa El-Nino juga terjadi pada tahun 2002, yang mengakibatkan beberapa daerah irigasi mengalami kekeringan. Seperti ditunjukkan pada gambar 411 yang menunjukkan sebaran luas daerah irigasi terdampak kekeringan pada halaman berikutnya.

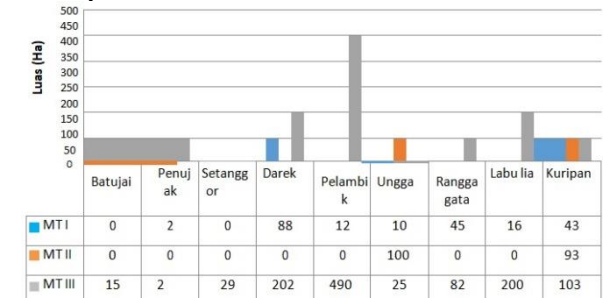


**Gambar 10. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2002**

Kekeringan terparah terjadi pada musim tanam I

#### 17. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2003

Sebaran kekeringan hampir terjadi merata diseluruh daerah irigasi terutama pada musim tanam I dan III. Gambar 11 menunjukkan sebaran kekeringan daerah irigasi akibat El-Nino pada tahun 2003.



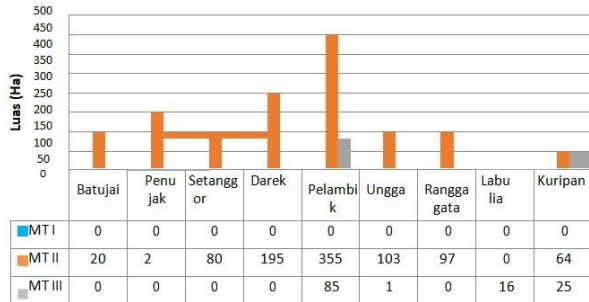
**Gambar 11. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2003**

Pada musim Tanam I kekeringan terjadi di daerah irigasi Penujak dengan luas daerah irigasi terdampak 2 Ha, daerah irigasi Darek luas terdampak 88 ha, Pelambik 12 Ha, Ungga 10 Ha, Rangga gata 45 Ha, Labulia 16 Ha serta Kuripan 43 Ha. Musim tanam II daerah irigasi terdampak yaitu Ungga seluas 100 Ha dan Kuripan 93 Ha.



### 18. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2004

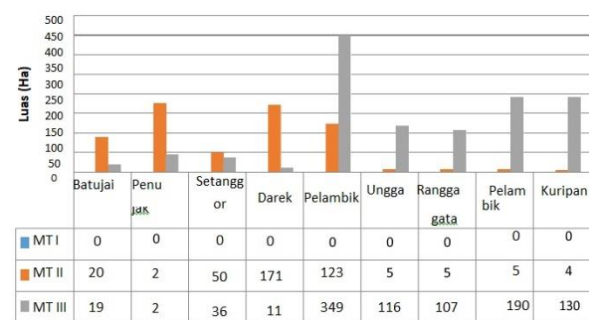
Dampak kekeringan terparah terjadi pada saat musim tanam II seperti ditunjukkan pada Gambar 12 berikut ini :



**Gambar 12. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2004**

### 19. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2006

Peristiwa El-Nino juga terjadi pada tahun 2006 dengan tingkat keparahan yang sangat kuat. Dampak penurunan volume air waduk menyebabkan beberapa daerah irigasi mengalami kekeringan pada musim tanam II dan III seperti pada Gambar 13 berikut dibawah ini :



**Gambar 13. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2006**

Pada musim tanam I seluruh daerah irigasi tidak terdampak kekeringan mendapatkan suplai air dari bendungan Batujai. Semua daerah irigasi pada musim tanam ini mendapatkan jatah air irigasi. Pada musim tanam II terjadi kekeringan merata disemua daerah irigasi layanan bendungan Batujai

### 20. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2007

Pada Gambar 14 menunjukkan dampak kekeringan yang terjadi pada tahun 2007 pada

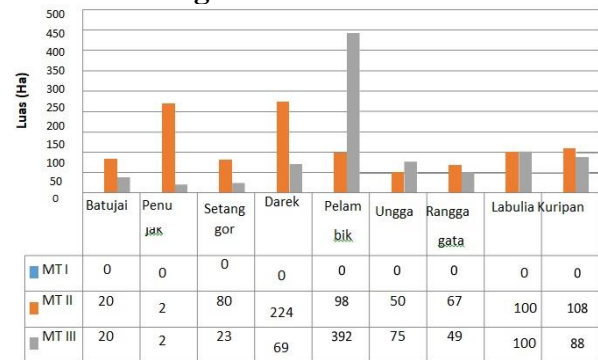
semua daerah layanan irigasi bendungan Batujai



**Gambar 14. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2007**

Berdasarkan gambar 14. menunjukkan bahwa musim tanam II daerah irigasi layanan bendungan Batujai yang mengalami kekeringan terjadi pada semua daerah irigasi.

### 21. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2009

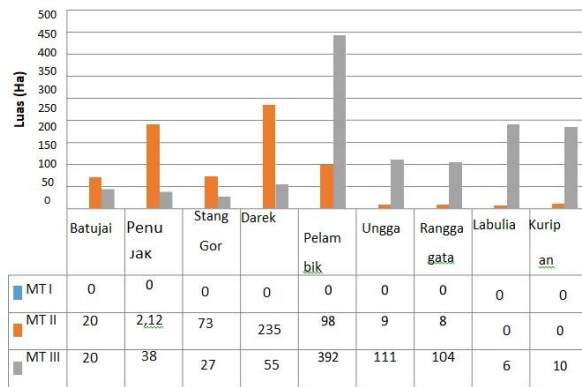


**Gambar 15. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2009**

Pada musim tanam I seluruh daerah irigasi yang terdampak kekeringan bendungan Batujai mampu mensuplai air irigasi ke semua daerah irigasi layanan. Kekeringan terjadi pada musim tanam II

### 22. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2010

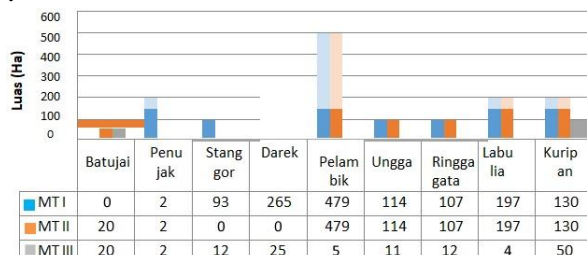
Tingkat keparahan kekeringan sangat tinggi sehingga menyebabkan areal irigasi layanan menjadi tidak dapat berproduksi. Kekeringan hampir terjadi pada semua daerah irigasi layanan terutama pada saat masuk musim tanam II dan III, seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



**Gambar 16. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2010**

### 23. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2015

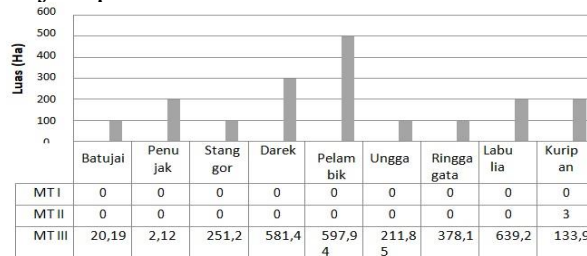
Pada musim tanam I daerah irigasi yang terdampak kekeringan yaitu pada Daerah Irigasi Penujak, Stanggor, Darek, Pelambik, Ungga, Ringgata, Labulia dan kuripan yaitu berturut- turut seluas 2 Ha, 93 Ha, 265 Ha, 479 Ha, 114 Ha, 107 Ha, 197 Ha dan 130 Ha . Berikut dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



**Gambar 17. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2015**

### 24. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2016

El-Nino yang terjadi pada tahun 2016 menunjukkan El-Nino lemah dimana daerah irigasi yang mengalami kekeringan hanya terjadi pada musim tanam III.



**Gambar 18. Luas daerah irigasi terdampak kekeringan tahun 2016**

Berdasarkan gambar 18 pada tahun 2016 didominasi dengan kriteria lemah dimana kekeringan terjadi pada musim tanam III.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis daerah irigasi terdampak kekeringan pada daerah Bendungan Batujai dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada setiap terjadi peristiwa El-Nino deficit waduk hampir mencapai 50% dari kondisi tampungan normal.
2. Indeks kekeringan hidrologi paling parah ketika terjadi El-Nino sangat kuat yaitu  $IKH \geq -0,51$
3. Sebaran kekeringan terparah pada daerah irigasi layanan waduk terjadi pada musim tanam II dan Musim Tanam III. Luas daerah irigasi yang terdampak hampir mencapai 80% yaitu 2252 Ha dari seluruh layanan daerah irigasi seluas 2815 Ha.

### Saran

Penelitian serupa dapat juga dikembangkan dengan menggunakan ambang batas konstan, bervariasi harian atau tahunan untuk menentukan karakteristik kekeringan hidrologi yang terjadi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cha D., Lee S., dan Park H., 2012. *Investigating the Vulnerability of Dry-Season Water Supplies to Climate Change : A Case Study of the Gwangdong Reservoir Drought Management System*, Korea, Water Resour Manage 26:4183-4201 DOI 10.1007/s11269-012-0139-5
- [2] Esthi Rahmawati, R.W., 2018. *Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Metode Moisture Adequacy Index (MAI) Di Daerah Aliran Sungai Temon Kabupaten Wonogori*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil/Desember 2018/575.



- 
- [3] Gregor, M., A WMO Fachsheet 2013. *WMO Disaster Risk Reduction Programme*. <http://wmo.int>
- [4] Hisdal, H. dan Tallaksen, L.M. 2000. *Jurnal : Assesment of the Regional Impact of Drought in Europe : Drought event Definition*. Department of Geophysics, University of Oslo, Norwegia.
- [5] Loon V.A.F., 2015. *Hydrological Drought Explained*, WIREs, water 2;359-392, doi; 10.1002/wat2.1085.
- [6] Mishra A.K., Singh V.P., dan Desai V.R., 2009. *Drought Characterization : a Probabilistic Approach*, Stoch Environ Res Risk Assess (2009) 23:41-55.
- [7] Putri Pramudya, W., 2015. *Indeks Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Debit DAS Keduang Kabupaten Wonogiri*. E-Jurnal Matriks Teknik Sipil/September 2015/575.
- [8] Rintis Handiani., 2009. *Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Data Hidrologi*. Disertasi, UNIBRAW. Malang
- [9] Tallaksen, L.M dan Van Lanen, H.A.J., 2004. *Hydrological Drought-Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater*. Developments in Water Sciences 48, Elsevier science BV, The Netherlands.
- [10] Tallaksen, L.M., Madsen, H., Clausen, B., 1997. *On the Definition and Modelling of Streamflow Drought Duration and Dificit Volume*. Hydrological Sciences Journal-des Sciences Hydrologiques, 42(1) February, 1997.
- [11] Tallaksen, L.M dan Van Lanen, H., 2005. *Understanding Drought, Internasional Water Management Institute*. [www.iwmi.cgiar.org/drw/info/default.asp?PGID=2.htm](http://www.iwmi.cgiar.org/drw/info/default.asp?PGID=2.htm)
- [12] Ussy, A., I Waya Yasa, dan Mohammad, B., 2019. *El-Nino Effect on Reservoir Capacity Study of Sumi DAM, Sumbawa Island, Indonesia*. [Hhttp://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/journal; http://journals.pan.pl.jwld](http://www.itp.edu.pl/wydawnictwo/journal;http://journals.pan.pl.jwld)
- [13] Vasiliades L dan Loukas A., 2009. *Hydrological Response to Meteorological Drought Using the Palmer Drought Indices in Thessaly, Greece*, Deslination, Vol.237, no.1-3, pp.3-21.
- [14] Waluyo Hatmoko., 2016. *Indeks Kekeringan Hidrologi Untuk Evaluasi Kekeringan Pada Bendung Irigasi Wilayah Sungai Pemali-Comal*. [Http://www.researchgate.net/publication/303907688](http://www.researchgate.net/publication/303907688)
- [15] Waluyo Hatmoko., 2000. *Indeks Kekeringan Hidrologi Untuk Alokasi Air di Indonesia*, Peneliti di Puslitbang Sumber Daya Air, Badan Litbang Pekerjaan Umum. email : [whatmoko@yahoo.com](mailto:whatmoko@yahoo.com)
- [16] Wayan, I, dkk., 2018, *Permodelan Indeks Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Volumetric Waduk*. Program Doktor Universitas Brawijaya Malang.
-