

## ANALISIS NERACA AIR DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TIBAN LAMA (STUDI KASUS: WADUK DURIANGKANG DI KOTA BATAM)

Harry Kurniawan<sup>1</sup>, Nadia Khaira Ardi<sup>2</sup>, Kuswanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

E-mail: [harry@ft.unrika.ac.id](mailto:harry@ft.unrika.ac.id)<sup>1</sup>, [nadia.khairaardi01@gmail.com](mailto:nadia.khairaardi01@gmail.com)<sup>2</sup>, [e\\_one\\_k@yahoo.co.id](mailto:e_one_k@yahoo.co.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Waduk Duriangkang merupakan salah satu waduk terletak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam terus mengalami penyusutan ketersediaan air baku. Hasil penelitian ini bertujuan untuk memperoleh berapa besar ketersediaan air, debit andalan dan status neraca air di Waduk Duriangkang. Metode pelaksanaan penelitian menggunakan metode pendekatan secara kuantitatif. Analisis debit andalan menggunakan metode *FJ. Mock* untuk acuan probabilitas yang digunakan sesuai Permen PUPR Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan dan menurut dokumen Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Berdasarkan hasil analisis ketersediaan air dan debit andalan di Waduk Duriangkang diperoleh hasil rata-rata tahunan di tahun basah (Q35%) sebesar 5,76 m<sup>3</sup>/detik, tahun normal (Q50%) sebesar 4,32 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun kering (Q65%) sebesar 3,25 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan hasil analisis neraca air dari kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik di Kota Batam sebesar 2.500 liter/detik, maka pada kondisi tahun basah diperoleh pada level Surplus setiap bulannya dengan ketersediaan air rata-rata bulanan sebesar 5.762,56 liter/detik. Pada kondisi tahun normal diperoleh pada level Surplus setiap bulannya dengan ketersediaan air rata-rata bulanan sebesar 4.315,16 liter/detik. Pada kondisi tahun kering terjadi Defisit di bulan September sebesar -517,04 liter/detik, sedangkan di bulan lainnya tetap berada pada level Surplus ketersediaan air rata-rata bulanan sebesar 3.249,82 liter/detik.

Kata kunci: Waduk; Duriangkang; Neraca; Air; *FJ. Mock*.

### ABSTRACT

*Duriangkang Reservoir is one of the reservoirs located in the Tiban Lama Watershed of Batam City, which continues to experience a decrease in the availability of water. This study aims to determine the amount of water availability, calculate the mainstay discharge and water balance in the Duriangkang Reservoir. The research implementation method uses a quantitative approach method. The mainstay discharge analysis uses the FJ. Mock method periodically concerning the probability used according to the Minister of Public Works and Public Housing Number 27/PRT/M/2015 concerning Dams and according to documents from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency (BMKG). Based on the results of the analysis of water availability and reliable discharge in the Duriangkang Reservoir, the annual average yield in the wet year (Q35%) is 5,76 m<sup>3</sup>/s, the normal year (Q50%) is 4,32 m<sup>3</sup>/s, and in the dry year (Q65%) of 3,25 m<sup>3</sup>/s, while the results of the analysis of the water balance of both domestic and non-domestic clean water needs in Batam City are 2.500 l/s, then in wet year conditions, it is obtained at the **Surplus** level every month with an average monthly water availability of 5.762,56 l/s. In normal year conditions, it is found at the **Surplus** level every month with an average monthly water availability of 4.315,16 l/s. In dry year conditions, there was a **Deficit** in September of -517,04 l/s, while in other months it remained at the **Surplus** level of water availability with a monthly average of 3,249.82 l/s.*

*Keywords: Duriangkang; Reservoir; Water Balance; FJ. Mock.*

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang paling mendasar bagi makhluk hidup, terutama pada manusia dan makhluk hidup lainnya. Sesuai penjelasan Undang-undang Nomor 17 Tahun 2019 bahwa air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan kehidupan sehingga perlu adanya keseimbangan antara ketersediaan air yang cenderung menurun dan kebutuhan air yang semakin meningkat.

Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 04/PRT/M/2015 Tahun 2015 bahwa Kota Batam memiliki 16 Daerah Aliran Sungai (DAS) termasuk Waduk Duriangkang yang terletak pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam. Kebutuhan air akan terus mengalami peningkatan baik dari domestik maupun non domestik sehingga hal ini pasti akan mengakibatkan terjadi penyusutan ketersediaan air baku di Waduk Duriangkang Kota Batam.

Kota Batam pernah mengalami krisis air atau bencana kekeringan pada pertengahan tahun 2019 sampai awal tahun 2020. Perubahan iklim ini merupakan salah satu faktor permasalahan karena minimnya curah hujan Kota Batam yang membuat kurangnya *inflow* air hujan masuk ke Waduk Duriangkang.

Pada tahun 2020 Balai Besar Teknologi Modifikasi Cuaca (TMC) bersama Badan Pengusahaan (BP) Batam melakukan hujan buatan yang bertujuan untuk mengatasi bencana kekeringan atau krisis air di Kota Batam sehingga ketersediaan air di Waduk Duriangkang bisa terselamatkan dari bencana tersebut.

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka dibutuhkan analisis neraca air (*water balance*) di DAS Tiban Lama pada Waduk Duriangkang Kota Batam yang bertujuan

Batam dengan luas DAS 75 km<sup>2</sup>. Waduk Duriangkang adalah salah satu tampungan air baku yang bersumber tadah hujan dengan memiliki kapasitas daya tampung sebanyak 101,2 Juta m<sup>3</sup>.

Hasil Sensus Penduduk menurut kecamatan dan jenis kelamin pada tahun 2020 oleh Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa laju pertumbuhan penduduk Kota Batam dalam kurun waktu 10 tahun terus mengalami peningkatan sebesar 2,32% yakni sebanyak 1.196.396 jiwa. Kebutuhan air di Kota Batam sebanyak 70% berasal dari air baku Waduk Duriangkang. Dengan seiringnya laju pertumbuhan penduduk Kota Batam tidak menutup kemungkinan bahwa

untuk mengetahui apakah status kondisi air baku mengalami surplus atau defisit atau apakah kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik di Kota Batam sudah terpenuhi atau belum dari sumber air baku Waduk Duriangkang.

Berdasarkan studi terdahulu Analisa Neraca Air di Waduk Duriangkang dengan menggunakan metode *Thornwaite Mather* dengan hasil diperoleh mengenai prediksi dan rata-rata fluktuasi air baku dengan data curah hujan dan temperatur dari tahun 2001 sampai dengan 2011. Dengan hal tersebut peneliti akan mengembangkan hasil analisis neraca air Waduk Duriangkang di Kota Batam lebih lanjut dengan menggunakan metode F.J. Mock yakni menghitung aliran sungai evapotranspirasi aktual dan potensial, ketersediaan air, karakter hidrologi di DAS Duriangkang dan kebutuhan air baik domestik dan non domestik.

## METODOLOGI PENELITIAN

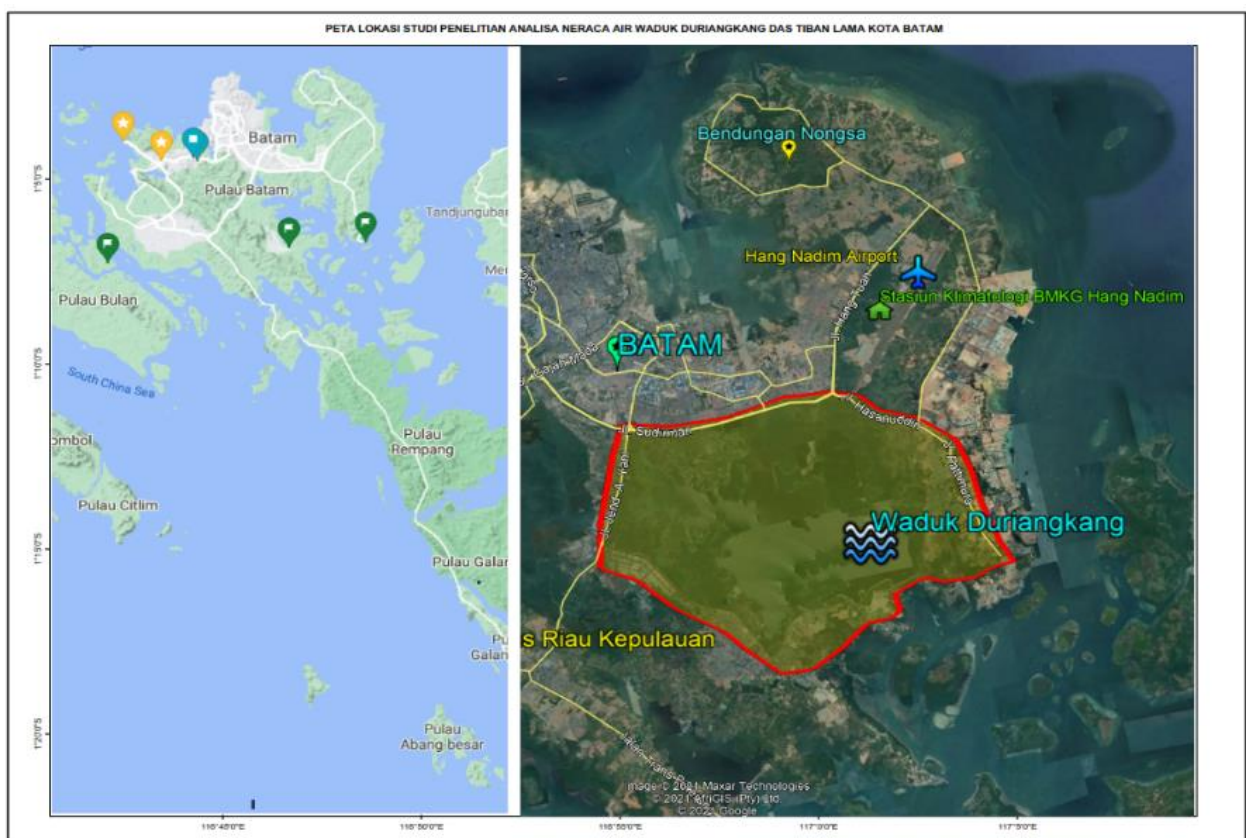
### A. Lokasi Penelitian

Lokasi studi Analisis Neraca Air Waduk Duriangkang berada di Daerah Aliran

Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR Nomor 04/PRT/M/2015 Tahun 2015 tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai bahwa Kepulauan Riau memiliki 117 DAS dan di Kota Batam memiliki 16 DAS termasuk Waduk Duriangkang yang terletak pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam dengan luas DAS 75 km<sup>2</sup>. Adapun data umum lokasi studi Analisis Neraca Air Daerah Aliran Sungai (DAS)

Tiban Lama di Kota Batam adalah sebagai berikut:

- a). Nama Bendungan Duriangkang
- b). Pemilik Badan Pengusahaan Batam (BP) Batam
- c). Lokasi:
  - DAS Tiban Lama Kota Batam
  - Provinsi Kepulauan Riau
  - Kecamatan Sei Beduk
  - Desa Bagan



Gambar. 1. Peta Lokasi Studi Penelitian di Waduk Duriangkang Kota Batam 2021

## B. Metode Pelaksanaan Penelitian

Metode penelitian yang akan diterapkan dalam studi ini memiliki beberapa tahapan secara sederhana digunakan pendekatan secara kuantitatif, adapun

### 1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan tahapan awal dalam penelitian ini, dalam tahapan ini

berkaitan dengan persiapan administratif dan persiapan teknis. Adapun tahapan persiapan teknis yang akan dilakukan adalah tahapan persiapan perangkat pendukung penelitian, pengumpulan hasil studi terdahulu, pengumpulan data sekunder yang diperlukan.

### 2. Tahapan Pengumpulan Hasil Studi Terdahulu

Pelaksanaan Tahapan ini dengan cara mengidentifikasi permasalahan dan mempelajari studi – studi literatur yang terkait dengan penelitian ini.

### 3. Tahapan Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder merupakan data ekstern yang diperoleh dari instansi terkait dengan beberapa dokumen diantaranya adalah data curah hujan dan klimatologi Stasiun BMKG selama 10 tahun, inventarisasi Stasiun Klimatologi di sekitar lokasi studi penelitian, inventarisasi DAS (Daerah Aliran Sungai) Kota Batam, Dokumen (*public release*) BPS (Badan Pusat Statistik) Provinsi Kepulauan Riau Dalam Angka 2021.

### 4. Tahapan Analisa Ketersediaan Air

Untuk mengetahui potensi ketersediaan air atau debit andalan dari suatu tampungan atau sungai diperlukan data curah hujan dan data klimatologi selama 10 tahun yakni dari Tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Analisis potensi ketersediaan air yang dilakukan bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai debit, atau volume air tersedia, yang nantinya akan dimanfaatkan dan dialokasikan. Metode yang akan digunakan dalam menghitung debit air dari curah hujan (*rainfall-runoff model*) adalah metode FJ. Mock.

#### a). Analisa Curah Hujan

Pengumpulan data-data diatas harus memiliki panjang seri data selama 10 (sepuluh) tahun yakni dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Data-data tersebut disusun secara per periode 15 (lima belas) hari atau disusun dalam sebulan terdapat dua periode. Analisa curah hujan untuk menghitung hujan rata-rata bulanan secara umum menggunakan metode aritmatika yaitu:

$$P = \frac{p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n}{n}$$

Dimana:

- $P$  = Curah Hujan Rata-rata (mm/bulan)
- $P_1, P_2, P_3, \dots$  = Curah Hujan (mm/bulan)
- $n$  = Banyaknya data

Untuk uji konsistensi data rata-rata curah hujan bulanan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Bila yang didapat lebih kecil dari nilai kritik untuk tahun dan *confidence level* yang sesuai, maka data dinyatakan tetap. Cara ini dilakukan dengan cara menghitung nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata. (Eko Noerhayati dan Anita Rahmawati, 2019:16).

#### b). Analisa Evapotranspirasi Metode Penman

Perhitungan hasil dari evapotranspirasi pada penelitian ini menggunakan metode penman, dengan membutuhkan beberapa parameter seperti data suhu rata-rata, kecepatan angin rata-rata, lama penyinaran matahari dan kelembapan relatif yang didapatkan distasiun klimatologi. Untuk mendapatkan nilai besarnya evapotranspirasi digunakan rumus penman untuk pehitungan pada daerah-daerah di Indonesia (Suhardjono, 1994). Rumus yang digunakan yakni (Eko Noerhayati dan Anita Rahmawati, 2019:10-11):

$$ET_0 = c \times E_{to}^*$$

$$E_{to} = W \times (0,75 R_s - R_n) + (1-W) \times f(u) \times (e_a - e_d)$$

Dimana:

- $ET_0$  = evapotranspirasi potensial (mm/hari)
- $c$  = angka koreksi penman
- $w$  = faktor temperatur dan ketinggian
- $R_s$  = radiasi dalam setahun evaporasi (mm/hari)  
 $= (0,25 + 0,54 n/N) \cdot R_a$
- $R_a$  = radiasi batas luar atmosfer atau angka (mm/hari)



$Rn1$  = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)  
 $= f(t) \times f(ed) \times f(n/N)$   
 $f(t)$  = fungsi suhu =  $\sigma \cdot Ta^4$   
 $f(ed)$  = fungsi tekanan uap =  $0,344 - 0,44 ed + 0,5$   
 $f(n/N)$  = fungsi kecerahan =  $0,1 + 0,9n/N$   
 $f(u)$  = fungsi kecepatan angin pada ketinggian 2,00 dpl (m/dt)  
 $= 0,27 (1 + 0,864 \cdot U)$   
 $ea$  = perbedaan tekanan uap dengan tekanan uap sebenarnya  
 $ed$  = tekanan uap jenuh =  $ea \cdot RH$   
 $RH$  = kelembaban udara relative / rerata kelembaban bulanan (%)

c). Analisa Debit Aliran (*Inflow*) F.J Mock

Perhitungan debit aliran (*inflow*) menggunakan metode F.J Mock secara umum harus menghitung curah hujan, evapotranspirasi, keseimbangan air, limpasan (*run off*) dan tampungan air tanah aliran sungai, dan luas DAS di lokasi penelitian.

Dalam Analisa debit andalan mengikuti pola waduk adalah berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M2015 tentang Bendungan, bahwa Pola Operasi Waduk (POW) dalam Analisa harus disusun berdasar data hidrologi tahun kering dan tahun basah. Debit rata-rata tahun normal yang berkisar 100% setara dengan debit andalan (Q50%), tahun basah (115% dari rata-rata) setara dengan debit andalan (Q35%) dan tahun kering (85% dari rata-rata) setara dengan debit andalan (Q65%). (Anonim, Modul 8. 2017:10).

d). Analisa Neraca Air

Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air disuatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat untuk mengetahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit) (Purwanto dan Susanto, 2015:1.35). Manfaat untuk mengetahui kondisi air pada level surplus atau defisit merupakan tahap

awal dan evaluasi dalam penanganan kekurangan air atau krisis air, hal ini dilakukan dapat waspada dan antisipasi bencana yang akan terjadi. persamaan yang dalam perhitungannya adalah:

$$\Delta S = I - O$$

Dimana:

$I$  = debit masuk ( $m^3/det$ ) atau Ketersediaan Air (liter/detik)

$O$  = debit keluar ( $m^3/det$ ) atau Kebutuhan Air (liter/detik)

$\Delta S$  = *storage* perubahan tampungan (air waduk dalam DAS)

5. Analisa Kebutuhan Air

Kebutuhan air bersih bisa di analisa melalui jumlah penduduk yang menjadi faktor utama dengan menggunakan menggunakan data hasil produksi kebutuhan air bersih dari pengelola air bersih Waduk Duriangkang Kota Batam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisis Curah Hujan

Pengumpulan data-data diatas harus memiliki panjang series data selama 10 (sepuluh) tahun yakni dari Tahun 2011 sampai dengan Tahun 2020. Data-data tersebut disusun secara per periode 15 (lima belas) hari atau disusun dalam sebulan terdapat dua periode yakni periode 1 dan periode 2.

Hasil inventarisasi stasiun pengamatan data hujan dan data iklim dari sumber Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Hang Nadim dan Badan Pengusahaan (BP) Kota Batam terdapat lima stasiun terdekat di lokasi studi penelitian.

Untuk melakukan analisa hidrologi dan debit andalan data yang akan di gunakan adalah data hujan dan iklim dari stasiun Hang Nadim BMKG Kota Batam, karena selain stasiun yang dekat dengan Waduk

Duriangkang, panjang seri data cukup memenehui syarat yakni data lengkap selama 10 (sepuluh) tahun.

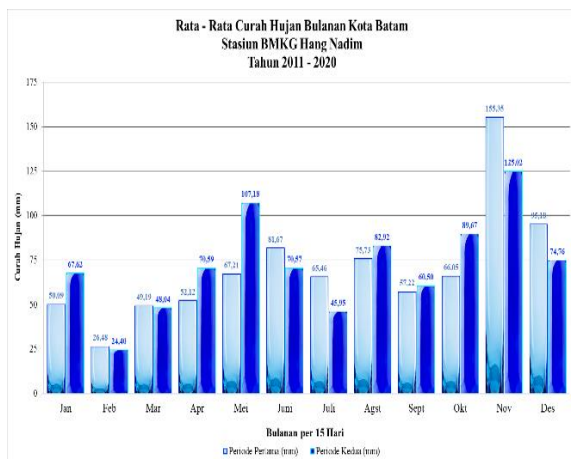
Hasil analisa hidrologi dari data curah hujan 10 (sepuluh) tahun yang berasal dari

data online BMKG dapat dilihat tabel. 1 dibawah ini yang merupakan analisa dengan metode rata – rata aljabar dan didistribusikan kedalam tabel menggunakan *Excel Percentile*.

Tabel. 1 Rekapitulasi data curah hujan Stasiun Klimatologi BMKG Hang Nadim Kota Batam dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020

Tahun	Jumlah Curah Hujan (mm)																								Jumlah Hujan Tahunan	Rerata Hujan
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des			
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)				
2011	121,30	532,70	4,60	4,30	22,40	68,70	44,10	132,70	68,80	25,60	127,40	84,40	36,70	110,50	186,90	104,60	135,20	75,90	125,80	263,90	245,00	150,40	140,10	109,80	2921,80	121,74
2012	0,30	0,00	1,80	2,70	106,50	5,60	10,00	30,90	40,00	72,50	8,20	0,00	12,30	0,40	0,10	0,00	0,20	5,60	11,60	4,20	4,40	3,60	19,80	4,90	345,60	14,40
2013	4,90	11,00	1,50	0,00	0,00	10,50	114,30	10,00	39,60	0,00	6,00	1,00	12,30	0,10	29,10	0,00	24,40	1,80	5,90	0,00	81,50	142,20	50,20	3,30	549,60	22,90
2014	6,30	0,00	0,00	0,00	1,00	56,70	81,30	90,20	108,30	155,10	157,50	37,40	149,30	100,40	124,10	105,10	23,60	138,70	8,00	11,90	137,50	84,60	41,40	257,10	1875,50	78,15
2015	0,00	0,00	27,70	28,40	48,30	1,20	2,60	80,20	22,00	100,30	70,90	8,50	43,20	17,20	146,00	17,30	2,30	28,80	50,70	135,70	58,60	152,30	98,50	71,10	1211,80	50,49
2016	0,00	0,00	160,90	147,10	10,00	0,20	15,80	45,70	16,00	128,80	94,60	89,50	136,60	127,90	29,40	123,60	59,80	37,20	49,60	159,80	208,30	242,70	0,00	0,00	1883,50	78,48
2017	0,00	0,00	27,60	31,30	212,70	179,30	119,70	101,50	122,30	198,30	41,60	126,50	56,00	2,40	142,20	179,40	70,40	129,70	154,10	30,60	405,20	82,90	64,60	104,10	2582,40	107,60
2018	202,50	34,90	6,80	2,40	81,00	126,00	3,90	116,30	22,40	84,50	28,70	140,50	33,60	16,40	35,10	108,00	65,00	67,40	101,50	18,50	218,50	179,50	91,10	97,70	1882,20	78,43
2019	146,40	46,20	2,20	18,00	0,00	13,90	33,60	26,80	62,90	78,00	157,50	56,20	34,90	10,30	1,00	42,90	0,00	38,80	41,00	141,80	37,00	72,00	348,60	19,20	1429,20	59,55
2020	19,20	51,40	31,70	9,80	10,00	18,30	95,90	71,60	169,80	228,70	124,30	161,70	139,70	73,90	63,40	148,30	191,30	81,10	112,30	130,30	157,50	140,00	97,50	80,40	2408,10	100,34
<b>Rerata</b>	<b>50,09</b>	<b>67,62</b>	<b>26,48</b>	<b>24,40</b>	<b>49,19</b>	<b>48,04</b>	<b>52,12</b>	<b>70,59</b>	<b>67,21</b>	<b>107,18</b>	<b>81,67</b>	<b>70,57</b>	<b>65,46</b>	<b>45,95</b>	<b>75,73</b>	<b>82,92</b>	<b>57,22</b>	<b>60,50</b>	<b>66,05</b>	<b>89,67</b>	<b>155,35</b>	<b>125,02</b>	<b>95,18</b>	<b>74,76</b>	<b>1708,97</b>	

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021



Gambar. 2 Grafik rata-rata curah hujan Kota Batam Tahun 2011 – 2020

Hasil analisa hidrologi rata – rata curah hujan tabel diatas harus diverifikasi dengan validasi data dan diuji konsistensi untuk menunjang analisa selanjutnya, uji konsistensi data ini menggunakan Uji metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) dikarenakan hanya terdapat 1 (satu) stasiun yang memiliki data lengkap selama 10 tahun. Dari hasil uji tersebut diperoleh hasil diterima, maka dapat dinyatakan bahwa data rata – rata curah hujan bulanan

diatas adalah konsisten. Hasil uji RAPS bisa dilihat pada tabel. 3 berikut:

Tabel. 2 Uji RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) Data Hujan BMKG Hang Nadim Kota Batam

No.	Tahun	Hujan	Y - $\bar{Y}$	Sk*	(Y - $\bar{Y}$ ) <sup>2</sup>	Sk**	Sk**
1	2011	121,74	50,53	50,53	2553,74	1,523	1,523
2	2012	14,40	-56,81	-6,27	3227,04	-0,189	0,189
3	2013	22,90	-48,31	-54,58	2333,57	-1,645	1,645
4	2014	78,15	6,94	-47,64	48,15	-1,436	1,436
5	2015	50,49	-20,72	-68,36	429,13	-2,061	2,061
6	2016	78,48	7,27	-61,08	52,88	-1,841	1,841
7	2017	107,60	36,39	-24,69	1324,44	-0,744	0,744
8	2018	78,43	7,22	-17,47	52,10	-0,527	0,527
9	2019	59,55	-11,66	-29,13	135,89	-0,878	0,878
10	2020	100,34	29,13	0,00	848,58	0,000	0,000
Jumlah		712,1	0,0	-258,7	11005,5	-7,8	10,8
Rata-Rata		71,21	0,00	-25,87	1100,55	-0,78	1,08

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

n	=	10	Kontrol 90%				√
Dy <sup>2</sup>	=	1100,55					
√Dy	=	33,17	$\frac{Q}{\sqrt{n}}$	0,65	<	1,05	Diterima
Max Sk**	=	2,061	$\frac{R}{\sqrt{n}}$	0,65	<	1,21	Diterima
Min Sk**	=	0,000					
Q = (Max Sk**)	=	2,061					
R = (Max - Min Sk**)	=	2,061					

### B. Analisis Evapotranspirasi Metode Penman Modifikasi

Dalam perhitungan evapotranspirasi dengan metode Penman modifikasi dengan satuan mm/bulan menggunakan beberapa parameter data klimatologi diantaranya data suhu, kelembapan relatif, kecepatan angin,

dan lama penyinaran matahari. Data tersebut diperoleh secara data *online* dari Stasiun Klimatologi BMKG Hang Nadim Kota Batam dengan panjang data selama 10 (sepuluh) tahun yakni dari tahun 2011 sampai dengan 2020. Berikut hasil analisis evapotranspirasi dengan metode penman dapat dilihat pada tabel. 3 berikut:

Tabel. 3 Hasil Perhitungan Evapotranspirasi Metode Penman periode bulan Januari sampai dengan bulan Juni

No.	Uraian Perhitungan	Satuan	Bulan																								
			Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Ags		Sep		Okt		Nov		Des		
			15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	
<b>Data Klimatologi</b>																											
1	Suhu Rata-rata (T)	°C	26,94	26,93	27,10	27,44	27,60	27,94	28,13	27,97	28,14	27,86	27,92	27,77	27,53	27,80	27,57	27,54	27,35	27,66	27,55	27,66	27,18	27,19	27,08	27,07	
2	Kecepatan Angin (U)	m/dit	1,65	1,91	2,11	2,08	1,93	1,58	1,46	1,11	1,09	1,08	1,14	1,29	1,42	1,50	1,47	1,48	1,35	1,26	1,11	1,07	0,99	1,06	1,24	1,49	
3	Durasi Penyinaran Matahari (n/N)	%	28,03	37,61	45,28	47,84	43,90	43,93	41,32	35,92	33,79	31,24	35,69	30,84	32,35	41,94	34,21	33,13	31,27	26,80	26,18	32,72	24,96	24,89	28,58	26,65	
4	Kelembapan Relatif (Rh)	%	83,31	79,99	79,95	79,41	80,30	80,45	80,89	84,00	84,46	85,25	84,69	83,46	84,28	82,48	83,17	83,04	83,80	82,75	82,69	83,17	85,31	85,67	85,15	83,83	
<b>Perhitungan</b>																											
5	Tekanan Uap Jenuh (es)	mbar	35,54	35,52	35,86	36,61	36,95	37,76	38,14	37,82	38,15	37,53	37,68	37,31	36,79	37,37	36,88	36,83	36,41	37,07	36,83	37,08	36,05	36,07	35,83	35,80	
6	w		0,76	0,76	0,77	0,77	0,77	0,77	0,78	0,77	0,78	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	
7	(1-w)		0,24	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	
8	f(t)		16,07	16,06	16,10	16,18	16,22	16,29	16,34	16,30	16,34	16,27	16,29	16,25	16,20	16,26	16,21	16,20	16,16	16,23	16,20	16,23	16,12	16,12	16,10	16,09	
9	Tekanan Uap Nyata (ed)	mbar	29,60	28,41	28,67	29,07	29,67	30,38	30,85	31,77	32,22	31,99	31,91	31,14	31,01	30,82	30,68	30,58	30,51	30,68	30,46	30,84	30,75	30,90	30,51	30,02	
10	Saturation Deficit (es-ed)	mbar	5,93	7,11	7,19	7,54	7,28	7,38	7,29	6,05	5,93	5,54	5,77	6,17	5,78	6,55	6,21	6,25	5,90	6,39	6,37	6,24	5,29	5,17	5,32	5,79	
11	f(ed)		0,10	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	
12	Nilai Angot (Ra)	mm/hari	15,00	15,00	15,50	15,50	15,70	15,70	15,30	15,30	14,40	14,40	13,90	13,90	14,10	14,10	14,80	14,80	15,30	15,30	15,40	15,40	15,10	15,10	14,80	14,80	
13	Radiasi Gelombang Pendek (Rs)	mm/hari	6,02	6,80	7,67	7,88	7,65	7,65	7,24	6,79	6,23	6,03	6,15	5,79	5,99	6,72	6,43	6,35	6,41	6,04	6,03	6,57	5,81	5,80	5,98	5,83	
14	f(n/N)		0,35	0,44	0,52	0,53	0,50	0,50	0,47	0,42	0,40	0,38	0,42	0,38	0,39	0,48	0,41	0,40	0,38	0,34	0,34	0,39	0,32	0,32	0,36	0,34	
15	f(U)		0,66	0,72	1,31	0,76	0,72	0,64	0,61	0,53	0,52	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,61	0,61	0,59	0,56	0,53	0,52	0,50	0,52	0,56	0,62	
16	Radiasi Gelombang Panjang (R <sub>a</sub> )	mm/hari	0,57	0,74	0,33	0,88	0,81	0,79	0,74	0,63	0,60	0,57	0,63	0,58	0,60	0,74	0,64	0,62	0,60	0,53	0,53	0,61	0,50	0,50	0,56	0,54	
17	Angka Koreksi (C)		1,10	1,10	1,10	1,10	1,00	1,00	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	
<b>Evapotranspirasi</b>																											
18	Evapotranspirasi Potensial (E <sub>0</sub> )	mm/hari	3,93	4,53	6,35	5,18	5,00	4,90	4,64	4,17	3,86	3,71	3,79	3,71	3,79	4,24	4,10	4,07	4,03	3,91	3,85	4,07	3,58	3,58	3,71	3,77	
19	Evapotranspirasi (E <sub>T</sub> )	mm/hari (15 hari)	4,33	4,98	6,99	5,70	5,00	4,90	4,17	3,76	3,47	3,34	3,41	3,34	3,41	3,82	4,10	4,07	4,44	4,30	4,23	4,48	3,93	3,94	4,08	4,15	
		mm/bln	64,89	79,69	104,80	74,08	75,00	78,36	62,59	56,36	52,08	53,49	51,11	50,07	51,21	61,08	61,52	65,10	66,55	64,44	63,49	71,66	58,99	59,06	61,17	66,40	

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

### C. Analisis Debit dengan Metode Fj. Mock (m<sup>3</sup>/detik)

Menghitung debit andalan menggunakan model Mock dengan beberapa parameter yakni Prosentase lahan tak

tertutup vegetasi, dari peta tata guna lahan (m), Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC), Luas DAS, Koefisien Infiltrasi (if), Faktor Resesi Aliran Tanah (k), Penyimpanan Awal (*Initial Storage*).

Tabel. 4 Analisa Debit inflow metode Fj. Mock Waduk Duriangkang sampel Tahun 2020 periode bulan Januari sampai dengan bulan Juni

No.	Uraian	Satuan	Bulan																							
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des												
<b>Data Hujan</b>																										
1	Curah Hujan (P)	mm	19	51	32	10	10	18	96	72	170	229	124	162	140	74	63	148	191	81	112	130	158	140	98	80
2	Jumlah Hari Hujan (n)	hari	5	4	4	5	1	4	4	7	11	7	11	10	9	8	6	10	13	10	7	9	10	12	11	9
<b>Evapotranspirasi Terbatas</b>																										
3	Evapotranspirasi (Eto)	mm	64,89	79,69	104,80	74,08	75,00	78,36	62,59	56,36	52,08	53,49	51,11	50,07	51,21	61,08	61,52	65,10	66,55	64,44	63,49	71,66	58,99	59,06	61,17	66,40
4	Exposed Surface (em)	%	40%	40%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%
5	(m/20) x (18-n)		0,260	0,280	0,350	0,325	0,425	0,350	0,350	0,275	0,175	0,275	0,175	0,200	0,225	0,250	0,240	0,160	0,100	0,160	0,220	0,180	0,160	0,120	0,140	0,180
6	$\Delta E = (m/20) \times (18-n) \times Eto$	mm	16,9	22,3	36,7	24,1	31,9	27,4	21,9	15,5	9,1	14,7	8,9	10,0	11,5	15,3	14,8	10,4	6,7	10,3	14,0	12,9	9,4	7,1	8,6	12,0
7	$Eta = Eto - \Delta E$	mm	48,0	57,4	68,1	50,0	43,1	50,9	40,7	40,9	43,0	38,8	42,2	40,1	39,7	45,8	46,8	54,7	59,9	54,1	49,5	58,8	49,6	52,0	52,6	54,4
<b>Keseimbangan Air</b>																										
8	$Ds = P - Eta$	mm	-28,8	-6,0	-36,4	-40,2	-33,1	-32,6	55,2	30,7	126,8	189,9	82,1	121,6	100,0	28,1	16,6	93,6	131,4	27,0	62,8	71,5	107,9	88,0	44,9	26,0
9	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
10	Tampungan Kelembaban Tanah (SMS)	mm	171,2	194,0	163,6	159,8	166,9	167,4	255,2	230,7	326,8	389,9	282,1	321,6	300,0	228,1	216,6	293,6	331,4	227,0	262,8	271,5	307,9	288,0	244,9	226,0
11	Soil Storage (SS)	mm	28,8	6,0	36,4	40,2	33,1	32,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Kelebihan Air (WS)	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2	30,7	126,8	189,9	82,1	121,6	100,0	28,1	16,6	93,6	131,4	27,0	62,8	71,5	107,9	88,0	44,9	26,0
<b>Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah (Soilwater Storage)</b>																										
13	Infiltrasi (I)	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	23,1	95,1	142,4	61,6	91,2	75,0	21,1	12,5	70,2	98,6	20,2	47,1	53,7	81,0	66,0	33,7	19,5
14	$0,5 \times (1+k) \times I$	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	21,9	90,4	135,3	58,5	86,7	71,3	20,0	11,9	66,7	93,6	19,2	44,7	51,0	76,9	62,7	32,0	18,5
15	$k \times V_{w(1)}$	mm	285,9	257,3	231,6	208,4	187,6	168,8	151,9	172,1	174,6	238,5	336,4	355,5	397,9	422,3	398,1	368,9	392,1	437,1	410,7	409,9	414,8	442,5	454,7	438,0
16	Soilwater Storage Volume ( $V_s$ )	mm	285,9	257,3	231,6	208,4	187,6	168,8	191,3	194,0	265,0	373,8	395,0	442,1	469,2	442,3	409,9	435,6	485,7	456,3	455,4	460,9	491,7	505,2	486,7	456,5
17	Perubahan Volume Air ( $\Delta V_s$ )	mm	(31,8)	(28,6)	(25,7)	(23,2)	(20,8)	(18,8)	22,5	2,8	71,0	108,8	21,1	47,2	27,0	(26,9)	(32,4)	25,7	50,1	(29,4)	(0,9)	5,4	30,8	13,6	(18,5)	(30,2)
18	Interflow	mm	31,8	28,6	25,7	23,2	20,8	18,8	19,0	20,3	24,2	33,6	40,5	44,1	48,0	48,0	44,9	44,5	48,5	49,6	48,0	48,2	50,1	52,5	52,2	49,6
<b>Ketersediaan Air</b>																										
19	Interflow	mm	31,8	28,6	25,7	23,2	20,8	18,8	19,0	20,3	24,2	33,6	40,5	44,1	48,0	48,0	44,9	44,5	48,5	49,6	48,0	48,2	50,1	52,5	52,2	49,6
20	Direct Runoff	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,8	7,7	31,7	47,5	20,5	30,4	25,0	7,0	4,2	23,4	32,9	6,7	15,7	17,9	27,0	22,0	11,2	6,5
21	Water Available	mm	31,8	28,6	25,7	23,2	20,8	18,8	32,8	28,0	55,9	81,1	61,0	74,5	73,0	55,0	49,0	67,9	81,3	56,3	63,7	66,1	77,1	74,5	63,4	56,1
22	Jumlah Hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	16	15	15	15	15	16
23	Debit Aliran Sungai	m <sup>3</sup> /detik	1,84	1,55	1,49	1,55	1,21	1,02	1,90	1,62	3,23	4,40	3,53	4,31	4,22	2,98	2,84	3,68	4,71	3,26	3,69	3,59	4,46	4,31	3,67	3,05

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Dari Analisa tabel diatas menggunakan parameter – parameter antara lain:

1. Nilai m = 40% dan 50%
2. Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC) = 200 mm
3. Luas DAS = 75 Km<sup>2</sup>
4. Koefisien Infiltrasi (if) = 0,75
5. Faktor Resesi Aliran Tanah (k) = 0,90
6. Penyimpanan Awal (Initial Storage) = 150 mm.

Ketentuan dalam nilai m diatas sebagai berikut:

- m = Prosentase lahan tidak tertutup vegetasi, dari peta tata guna lahan
- m = 0% untuk lahan dengan hutan lebat
- m = 0% pada akhir musim hujan, dan bertambah 10 % setiap bulan kering untuk lahan dengan hutan sekunder
- m = 10% - 40% untuk lahan yang tererosi
- m = 30% - 50% untuk lahan pertanian yang diolah (misalnya: sawah, ladang)

Musim kemarau m harus dibesarkan sekitar 10% dari musim hujan

Ketentuan SMC (soil moisture capacity):

SMC = berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah atas dari *catchment area*.

SMC = 50 - 250 mm, kapasitas kandungan air dalam tanah per m<sup>2</sup>, porositas makin besar, SMC makin besar pula

SMC =  $00 + 0.2 \cdot \text{hujan rerata tahunan}$

#### D. Analisis Debit Andalan (m<sup>3</sup>/detik)

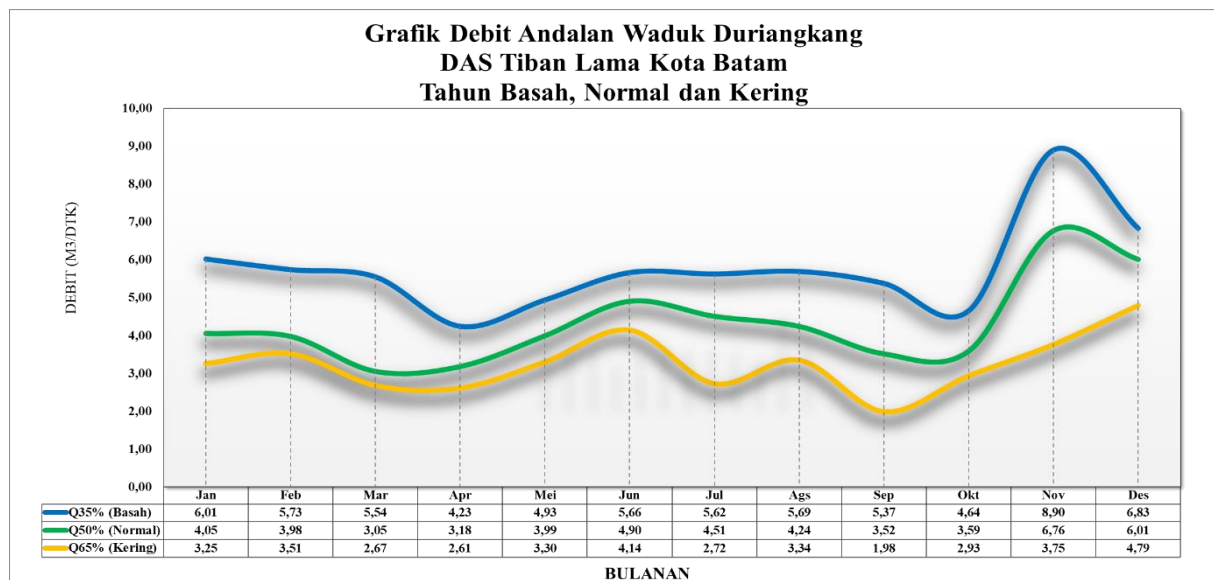
Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M2015 tentang Bendungan, bahwa Pola Operasi Waduk (POW) dalam Analisa harus disusun berdasar data hidrologi tahun kering dan tahun basah. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), dalam perhitungan keseimbangan air atau neraca air pada waduk menggunakan probabilitas debit andalan pada tahun basah 35%, pada tahun normal menggunakan probabilitas debit andalan 50% dan pada tahun kering menggunakan probabilitas debit andalan 65%.



Tabel. 5 Hasil Analisa Debit Andalan Waduk Duriangkang (m<sup>3</sup>/detik)

No.	Probabilitas (%)	Bulan											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
1	9,1	14,170	9,359	7,830	7,415	8,356	7,839	7,206	7,968	7,967	9,176	12,478	9,485
2	18,2	8,626	6,141	7,012	6,696	7,633	7,134	5,901	7,888	6,971	7,272	11,651	7,797
3	27,3	6,514	5,833	6,239	5,780	5,902	6,911	5,676	6,521	6,724	6,787	9,589	7,458
4	36,4	5,925	5,715	5,419	3,961	4,760	5,435	5,608	5,539	5,130	4,266	8,773	6,716
5	45,5	4,094	4,286	3,140	3,514	4,183	5,090	5,291	4,494	3,565	3,634	8,147	6,288
6	54,5	4,016	3,666	2,965	2,849	3,801	4,719	3,722	3,989	3,468	3,541	5,374	5,727
7	63,6	3,389	3,596	2,754	2,621	3,313	4,352	2,795	3,538	2,004	2,967	3,938	4,958
8	72,7	2,481	3,035	2,224	2,532	3,199	2,929	2,302	2,235	1,866	2,717	2,717	3,818
9	81,8	1,039	0,930	0,741	2,104	2,965	2,846	2,053	1,865	1,556	1,223	2,284	1,371
10	90,9	0,650	0,582	0,427	1,917	0,939	0,713	0,560	0,454	0,379	0,298	1,021	0,803
	<b>Q rerata</b>	5,090	4,314	3,875	3,939	4,505	4,797	4,111	4,449	3,963	4,188	6,597	5,442
	<b>Q 35 (Basah)</b>	<b>6,01</b>	<b>5,73</b>	<b>5,54</b>	<b>4,23</b>	<b>4,93</b>	<b>5,66</b>	<b>5,62</b>	<b>5,69</b>	<b>5,37</b>	<b>4,64</b>	<b>8,90</b>	<b>6,83</b>
	<b>Q 50 (Normal)</b>	<b>4,05</b>	<b>3,98</b>	<b>3,05</b>	<b>3,18</b>	<b>3,99</b>	<b>4,90</b>	<b>4,51</b>	<b>4,24</b>	<b>3,52</b>	<b>3,59</b>	<b>6,76</b>	<b>6,01</b>
	<b>Q 65 (Kering)</b>	<b>3,25</b>	<b>3,51</b>	<b>2,67</b>	<b>2,61</b>	<b>3,30</b>	<b>4,14</b>	<b>2,72</b>	<b>3,34</b>	<b>1,98</b>	<b>2,93</b>	<b>3,75</b>	<b>4,79</b>

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021



Gambar. 5 Grafik Debit Andalan Waduk Duriangkang

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Berdasarkan gambar grafik debit andalan Waduk Duriangkang diatas diketahui bahwa debit puncak terjadi di bulan November pada tahun basah dan tahun normal dan pada tahun kering debit puncak terjadi di bulan Desember. Hal ini sesuai dengan sumber data curah hujan yang diperoleh dari BMKG di Stasiun Klimatologi Hang Nadim Kota Batam, sedangkan debit minimum terjadi di bulan April tahun basah, bulan maret di tahun normal dan bulan September di tahun kering. Hasil perhitungan ketersediaan air Waduk Duriangkang pada grafik diatas memiliki

pola yang sama, terkait dengan debit yang tersedia pada memiliki nilai berbeda pada tahun basah, tahun normal dan tahun kering karena memiliki ketentuan dalam menggunakan probabilitas yang berbeda.

#### E. Ketersediaan Air Waduk Duriangkang DAS Tiban Lama Kota Batam

Tabel. 6 Ketersediaan Air Baku Waduk Duriangkang di DAS Tiban Lama Kota Batam berdasarkan tahun basah, tahun normal dan tahun kering.

No	Bulan	Ketersediaan Air Baku Waduk Duriangkang		
		Tahun Basah Q35% (m <sup>3</sup> /dtk)	Tahun Normal Q50% (m <sup>3</sup> /dtk)	Tahun Kering Q65% (m <sup>3</sup> /dtk)
1	Januari	6,01	4,05	3,25
2	Februari	5,73	3,98	3,51
3	Maret	5,54	3,05	2,67
4	April	4,23	3,18	2,61
5	Mei	4,93	3,99	3,30
6	Juni	5,66	4,90	4,14
7	Juli	5,62	4,51	2,72
8	Agustus	5,69	4,24	3,34
9	September	5,37	3,52	1,98
10	Oktober	4,64	3,59	2,93
11	November	8,90	6,76	3,75
12	Desember	6,83	6,01	4,79
<b>Q Rata - Rata Bulanan</b>		<b>5,76</b>	<b>4,32</b>	<b>3,25</b>

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Berdasarkan hasil analisis debit andalan dengan metode FJ. Mock pada tabel 9 diatas bahwa ketersediaan air baku Waduk Duriangkang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam memiliki debit rata – rata bulanan pada tahun basah (Q

#### 1. Tahun basah (Q andalan 35%)

Tabel. 7 Analisis Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Basah (Q35%)

Kondisi Tahun Basah	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Q 35% (m <sup>3</sup> /dtk)	6,01	5,73	5,54	4,23	4,93	5,66	5,62	5,69	5,37	4,64	8,90	6,83
Ketersediaan Q35% ltr/dtk	6013,68	5732,61	5542,36	4234,06	4931,13	5656,26	5617,91	5686,08	5369,46	4644,50	8895,34	6827,39
Kebutuhan ltr/dtk	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00
Neraca Air ltr/dtk	<b>3513,68</b>	<b>3232,61</b>	<b>3042,36</b>	<b>1734,06</b>	<b>2431,13</b>	<b>3156,26</b>	<b>3117,91</b>	<b>3186,08</b>	<b>2869,46</b>	<b>2144,50</b>	<b>6395,34</b>	<b>4327,39</b>
Status	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus	Surplus

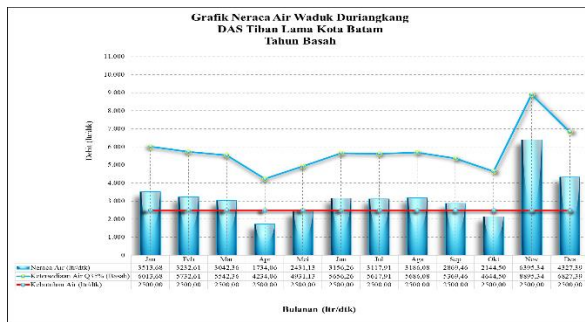
Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

andalan 35%) sebesar 5,76 m<sup>3</sup>/detik atau 5.762,56 liter/detik, pada tahun normal (Q andalan 50%) sebesar 4,32 m<sup>3</sup>/detik atau 4.315,16 liter/detik, dan pada tahun kering (Q andalan 65%) sebesar 3,25 m<sup>3</sup>/detik atau 3.249,82 liter/detik.

#### F. Hasil Analisis Neraca Air Waduk Duriangkang DAS Tiban Lama Kota Batam

Berdasarkan informasi dari Badan Pengusahaan (BP) Kota Batam bahwa kapasitas produksi air baku Waduk Duriangkang adalah sebesar 3 m<sup>3</sup>/detik atau 3.000 liter/detik. Secara keseluruhan kebutuhan air bersih maksimal untuk domestik dan non domestik Kota Batam yang bersumber dari air baku Waduk Duriangkang adalah sebesar 2,50 m<sup>3</sup>/detik atau sebesar 2.500 liter/detik.

Analisis neraca air Waduk Duriangkang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam berdasarkan kondisi tahun antara lain:



Gambar. 5 Grafik Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Basah (Q35%)  
 Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

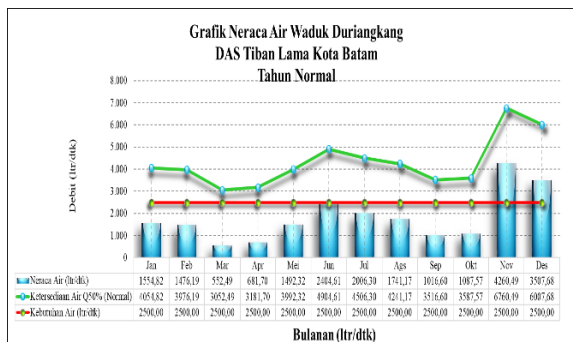
2. Tahun normal (Q andalan 50%)

Tabel. 8 Analisis Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Normal (Q50%)

Kondisi Tahun Normal	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Q 50% (m <sup>3</sup> /dtk)	4,05	3,98	3,05	3,18	3,99	4,90	4,51	4,24	3,52	3,59	6,76	6,01
Ketersediaan Q50% ltr/dtk	4054,82	3976,19	3052,49	3181,70	3992,32	4904,61	4506,30	4241,17	3516,60	3587,57	6760,49	6007,68
Kebutuhan ltr/dtk	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00
Neraca Air ltr/dtk	<b>1554,82</b>	<b>1476,19</b>	<b>552,49</b>	<b>681,70</b>	<b>1492,32</b>	<b>2404,61</b>	<b>2006,30</b>	<b>1741,17</b>	<b>1016,60</b>	<b>1087,57</b>	<b>4260,49</b>	<b>3507,68</b>
Status	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021



Gambar. 6 Grafik Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Basah (Q35%)

3. Tahun kering (Q andalan 65%).

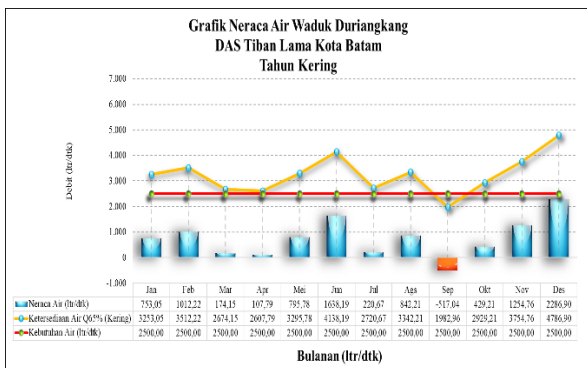
Tabel. 9 Analisis Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Kering (Q65%)

Kondisi Tahun Kering	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Q 65% (m <sup>3</sup> /dtk)	3,25	3,51	2,67	2,61	3,30	4,14	2,72	3,34	1,98	2,93	3,75	4,79
Ketersediaan Q65% ltr/dtk	3253,05	3512,22	2674,15	2607,79	3295,78	4138,19	2720,67	3342,21	1982,96	2929,21	3754,76	4786,90
Kebutuhan ltr/dtk	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00	2500,00
Neraca Air ltr/dtk	<b>753,05</b>	<b>1012,22</b>	<b>174,15</b>	<b>107,79</b>	<b>795,78</b>	<b>1638,19</b>	<b>220,67</b>	<b>842,21</b>	<b>-517,04</b>	<b>429,21</b>	<b>1254,76</b>	<b>2286,90</b>
Status	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Defisit</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>	<b>Surplus</b>

Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air Waduk Duriangkang pada kondisi tahun basah pada gambar grafik diatas diketahui bahwa status neraca air Waduk Duriangkang memiliki kondisi Surplus disetiap bulannya. Untuk nilai puncak tertinggi di bulan November sebesar 6395,34 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan April sebesar 1734,06 liter/detik.

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air Waduk Duriangkang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam pada kondisi tahun normal dapat dilihat pada gambar grafik diatas diketahui bahwa status neraca air Waduk Duriangkang memiliki kondisi Surplus setiap bulan. Untuk nilai puncak tertinggi di bulan November sebesar 4260,49 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan April sebesar 552,49 liter/detik.

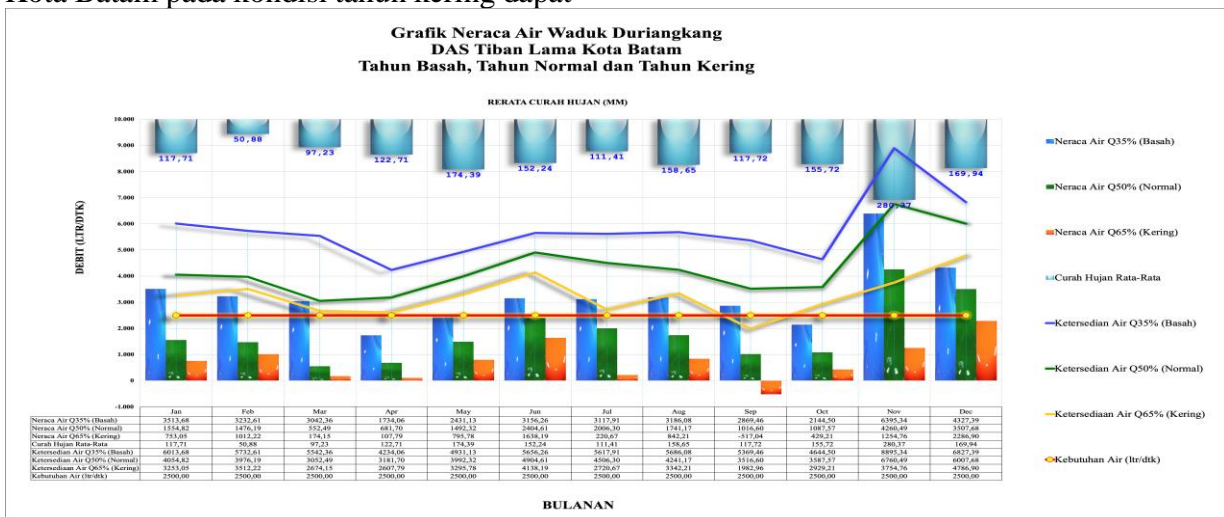


Gambar. 7 Grafik Neraca Air Waduk Duriangkang Tahun Basah (Q35%)  
 Sumber: Hasil Perhitungan Tahun 2021

Berdasarkan hasil perhitungan neraca air Waduk Duriangkang di DAS Tiban Lama Kota Batam pada kondisi tahun kering dapat

dilihat pada gambar grafik diatas diketahui bahwa status neraca air Waduk Duriangkang mengalami kondisi **Defisit** pada bulan September sebesar **-517,04 liter/detik**, sedangkan dibulan lainnya memiliki kondisi Surplus. Untuk nilai puncak tertinggi di bulan Desember sebesar 2286,90 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan September sebesar -517,04 liter/detik.

Secara keseluruhan hasil perhitungan ketersediaan air dan neraca air pada saat kondisi tahun basah, tahun normal dan tahun kering dapat sandingkan dalam gambar grafik dibawah ini.



Gambar. 8 Grafik Neraca Air Waduk Duriangkang DAS Tiban Lama Kota Batam

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis tahun 2021 debit andalan dan Ketersediaan air Waduk Duriangkang di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tiban Lama Kota Batam berdasarkan analisis tahun 2021, bahwa rata - rata tahunan ketersediaan air di tahun basah (Q35) sebesar 5,76 m<sup>3</sup>/detik, tahun normal (Q50) sebesar 4,32 m<sup>3</sup>/detik dan pada tahun kering (Q65%) sebesar 3,25 m<sup>3</sup>/detik, dengan hasil ketersediaan air tersebut masih mencukupi untuk kebutuhan air bersih domestik dan non domestik di Kota Batam sebesar 2,50 m<sup>3</sup>/detik.

Berdasarkan dokumen prakiraan musim hujan pada tahun 2020/2021 dari BMKG, (2020: 96) bahwa prakiraan curah hujan kumulatif sebesar 1001 – 1500 milimeter di Kepulauan Riau merupakan sifat hujan tahun normal, jadi neraca air di Waduk Duriangkang bisa menggunakan acuan pada neraca air kondisi tahun normal.

2. Hasil analisis tahun 2021 Neraca Air Waduk Duriangkang pada kondisi tahun basah (Q35) diperoleh bahwa status Neraca Air Waduk Duriangkang memiliki kondisi **Surplus** disetiap bulan. Untuk nilai puncak tertinggi di



- bulan November sebesar 6395,34 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan April sebesar 1734,06 liter/detik.
3. Hasil analisis tahun 2021 Neraca Air Waduk Duriangkang pada kondisi tahun normal (Q50) diperoleh bahwa status Neraca Air Waduk Duriangkang memiliki kondisi **Surplus** disetiap bulan. Untuk nilai puncak tertinggi di bulan November sebesar 4260,49 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan Maret sebesar 552,49 liter/detik.
  4. Hasil analisis tahun 2021 Neraca Air Waduk Duriangkang pada kondisi tahun kering (Q65) diperoleh bahwa status Neraca Air Waduk Duriangkang mengalami kondisi **Defisit** pada bulan September sebesar -517,04 liter/detik, sedangkan dibulan lainnya memiliki kondisi **Surplus**. Untuk nilai puncak tertinggi di bulan Desember sebesar 2286,90 liter/detik sedangkan nilai minimum terjadi pada bulan September sebesar -517,04 liter/detik.

## SARAN

1. Berdasarkan analisis tahun 2021 bahwa debit andalan rata – rata bulanan terus mengalami penurunan. Hal ini bisa tindaklanjuti oleh pengelola air bersih dengan melakukan Rencana Tahunan Operasi Waduk harus sesuai dengan Pola Operasi Waduk agar ketersediaan air Waduk Duriangkang tidak mengalami defisit yang akan datang.
2. Analisis neraca air merupakan salah satu tahap awal penanggulangan bencana krisis air, khususnya bagi pemerintah atau pengelola air bersih harus menetapkan Pola Operasi Waduk sesuai Permen PUPR Nomor 27/PRT/M/2015 tentang Bendungan agar ketersediaan air baku Waduk Duriangkang terus terjaga atau memiliki status pada level Surplus.

3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk Pola Operasi Waduk dan Rencana Tahunan Operasi Waduk Duriangkang di DAS Tiban Lama Kota Batam agar produksi dan distribusi air bersih lebih efisien, tepat sasaran dan tepat mutu untuk memenuhi kebutuhan air bersih baik domestik maupun non domestik di Kota Batam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2017. *Modul 05 Hidrologi, Ketersediaan dan Kebutuhan Air*. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Kemeterian PUPR. Bandung.
- Anonim. 2017. *Modul 08 Modul Operasi Waduk, Pelatihan Alokasi Air* Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia. Kemeterian PUPR. Bandung.
- Badan Pusat Statistik Kota Batam. 2021. *Kota Batam dalam Angka 2021*. Batam: Badan Pusat Statistik.
- Noerhayati, Eko dan Anita Rahmawati, 2019. *Model Irigasi Sprinkler dengan Aplikasi HecRas*. Malang: CV. Ampuh Multi Rejeki (Anggota IKAPI).
- Purwanto, M. Yanuar J. dan Agus Susanto. 2015. *Pengelolaan Sumber Daya Air*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2015. Pasal 47. Tentang Bendungan*. 2015. Jakarta: JDIH Kementerian PUPR.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019. (Menimbang) tentang Sumber Daya Air*. 2019. Jakarta.