

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidrolika Terapan, Jurusan Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian dilakukan dengan memodifikasi sistem pelimpah pada uji model fisik hidrolik pelimpah Bendungan Riam Kiwa.

4.2. Pengambilan Data

Dalam penelitian ini menggunakan data kadar oksigen dalam aliran suhu air, kecepatan aliran, kedalaman air, tinggi muka air. Pengukuran pada penelitian ini guna untuk mengetahui konsentrasi oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*).

Penelitian ini dilakukan terhadap 5 perlakuan pada Bendungan Riam kiwa yaitu:

1. *Original Design* yang telah ada (pengukuran DO *Original Design* bendungan)
2. Modifikasi saluran peluncur 2 di hilir dengan *baffled chute* dimana pengukuran DO *alternative design*, kombinasi *baffled chute* dengan kolam olak USBR Tipe II modifikasi (Seri I).
3. Modifikasi kolam olak 2 di hilir dengan kolam olak datar dengan kondisi di hilirnya menggunakan kemiringan negatif dimana pengukuran DO kondisi kombinasi *baffled chute* dengan kolam olak datar (Seri II).
4. Modifikasi kolam olak 2 di hilir dengan kolam olak datar dengan kondisi di hilirnya menggunakan kemiringan negatif dimana pengukuran DO kondisi kombinasi *baffled chute* ukuran berbeda dengan kolam olak datar (Seri III)..
5. Modifikasi saluran peluncur 2 di hilir meter dimana pengukuran DO *alternative design*, kombinasi *baffled chute* ukuran berbeda dengan kolam olak USBR Tipe II modifikasi (Seri IV).

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Oktober 2017. Secara garis besar penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar oksigen terlarut pada sistem pelimpah bendungan. Kadar oksigen terlarut dalam aliran dan perubahan kadar oksigen terlarut akibat adanya bangunan peluncur dengan kombinasi *baffled chute*. Penelitian ini menggunakan analisa perhitungan teoritis.

4.2.1. Data Primer

Data didapat dari pengambilan data secara mandiri, dengan di bantu laboran dan tenaga harian. Pengambilan data dilakukan setiap dilakukan *running* model test. *Running* dilakukan setiap pagi sampai sore pada model test Bendungan Riam Kiwa.

Dari pengukuran data primer yang didapat yaitu:

1. Tinggi muka air
2. Kedalaman air
3. Kecepatan
4. Tekanan
5. Kadar oksigen terlarut (DO)
6. suhu

4.2.1.1. Persiapan Alat

Alat yang digunakan untuk pengukuran pengambilan data adalah pittot, DO meter, pizometer, waterpass.

4.2.1.2. Data Pengukuran

Pembagian *section* ditentukan sebanyak 20 *section* mulai dari IV sampai 20, kemudian diukur tinggi permukaan dengan di tembak menggunakan waterpass, mengukur kecepatan dengan tabung pitot, dan mengukur tekanan dengan pizometer. Kadar oksigen terlarut dan suhu dilakukan pengukuran pada 9 *section* tertentu, karena disesuaikan dengan kondisi alat pengukur dan kondisi lapangan yang ada.

Dalam pengukuran pengambilan data disesuaikan dengan kondisi lapangan yang ada, apabila ada tekanan yang mati maka tidak dilakukan pengambilan data.

4.2.1.3. Analisa Data Primer

Dari hasil pengukuran pada model test Bendungan Riam Kiwa pada setiap perlakuan dan setiap kala ulang, didapat data kecepatan aliran, suhu, DO dan kemudian dirata-rata untuk setiap *section* yang ukur. Data Hasil pengukuran di lapangan pada *Original Design* Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.1 sampai 4.3:

Tabel 4.1

Data Pengukuran *Original Design* Pada Kala Ulang 2 Tahun

Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C	Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
IV	1.11	4.78	7.133	24.67	9	6.61	0.48		
III	1.11	4.81			10	13.08	0.16		
II	1.11	4.8			11	17.66	0.17		
I	1.53	4.76	7.61	24.63	12	20.23	0.51		
0	4.04	1.46			13	4.69	5.95	7.82	24.67
1	7.42	0.38			14	3.88	6.6		
2	1.72	2.48	7.717	24.63	15	3.31	7.38	7.587	24.67
3	1.26	3.44			16	1.57	7.55		
4	1.75	4.24			17	1.68	5.98	7.373	24.63
5	1.57	3.07	7.57	24.63	18	2.7	2.2	7.563	24.63
6	1.8	4.28			19	2.47	2.23		
7	1.57	4.28	7.707	24.63	20	4.22	1.28		
8	4.74	1.87							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.2

Data Pengukuran *Original Design* Pada Kala Ulang 100 Tahun

Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C	Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
IV	1.11	5.86	7.623	24.6	9	9.84	1.55		
III	1.57	5.82			10	13.64	0.63		
II	1.57	5.81			11	17.58	0.49		
I	2.47	5.58	7.35	24.6	12	18.43	0.65		
0	5.19	2.2			13	15.96	6.42	7.723	24.7
1	9.06	0.93			14	11.48	6.38		
2	7.17	2.97	7.74	24.7	15	2.85	8.4	7.653	24.7
3	4.95	3.73			16	3.93	9.09		
4	3.32	4.91			17	2.98	7.67	7.543	24.73
5	3.06	4.3	7.59	24.7	18	4.04	3.65	7.573	24.8
6	3.19	5.47			19	4.69	3.45		
7	3.82	5.45	7.627	24.7	20	5.45	2.32		
8	6.7	2.76							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

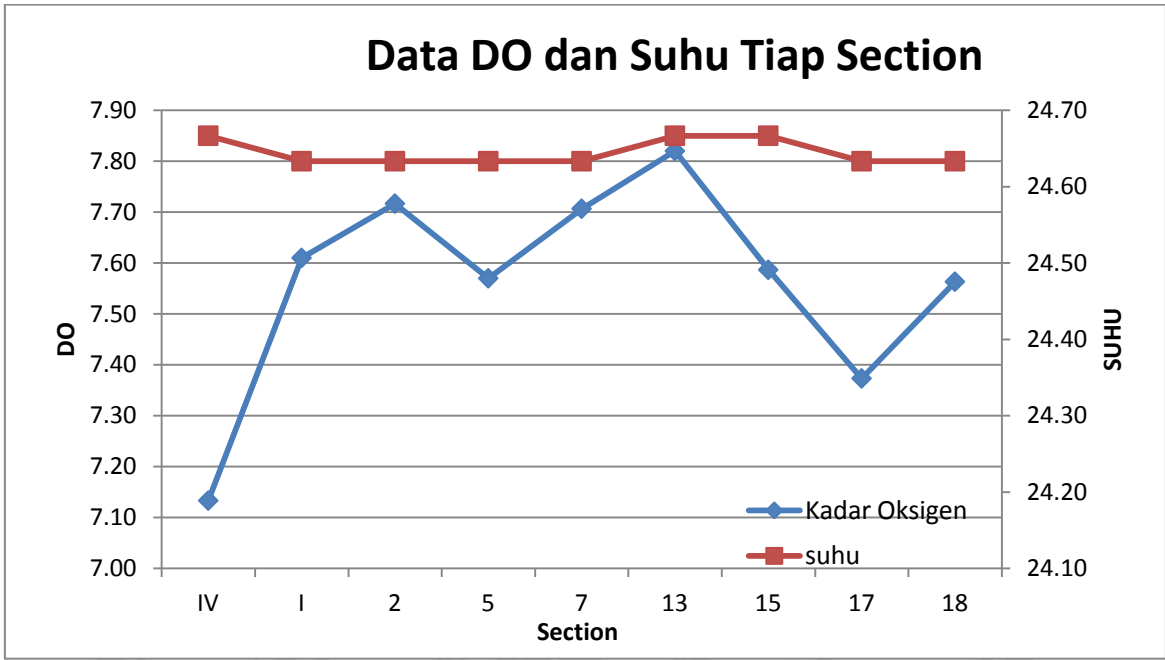
Tabel 4.3

Data Pengukuran *Original Design* Pada Kala Ulang 1000 Tahun

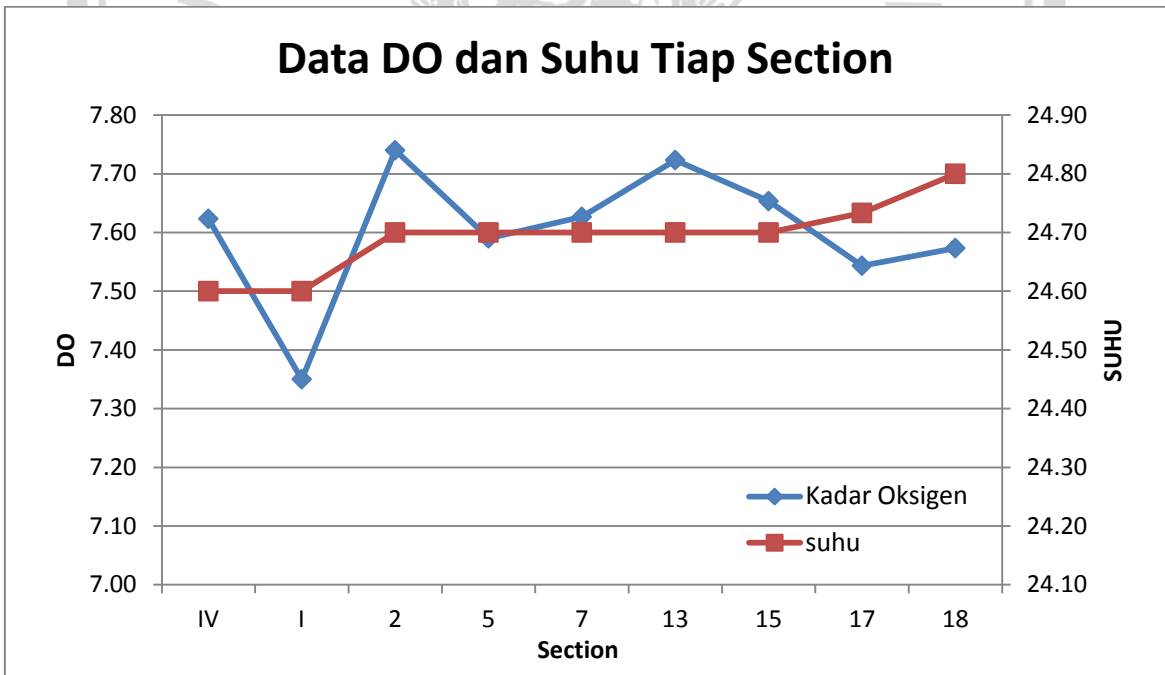
Section	Kecepatan (m/s) v	Kedalaman (m) h	Kadar Oksigen (DO) Ppm	Suhu (°C)
IV	1.78	6.36	7.437	25.1
III	1.68	6.29		
II	1.68	6.29		
I	2.02	6.23	7.593	25.1
0	4.56	2.60		
1	8.57	1.33		
2	12.57	2.98	7.767	25.1
3	9.57	3.85		
4	5.92	5.19		
5	3.44	4.91	7.607	25.1
6	3.13	6.04		
7	3.13	6.00	7.667	25.1
8	6.36	3.27		
9	9.67	2.07		
10	14.04	0.96		
11	17.95	0.64		
12	20.01	0.88		
13	18.22	5.26	7.793	25.1
14	11.06	5.92		
15	4.04	7.97	7.750	25.1
16	2.63	9.55		
17	3.12	8.18	7.690	25.1
18	4.19	4.27	7.780	25.1
19	4.47	3.96		
20	5.89	2.69		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

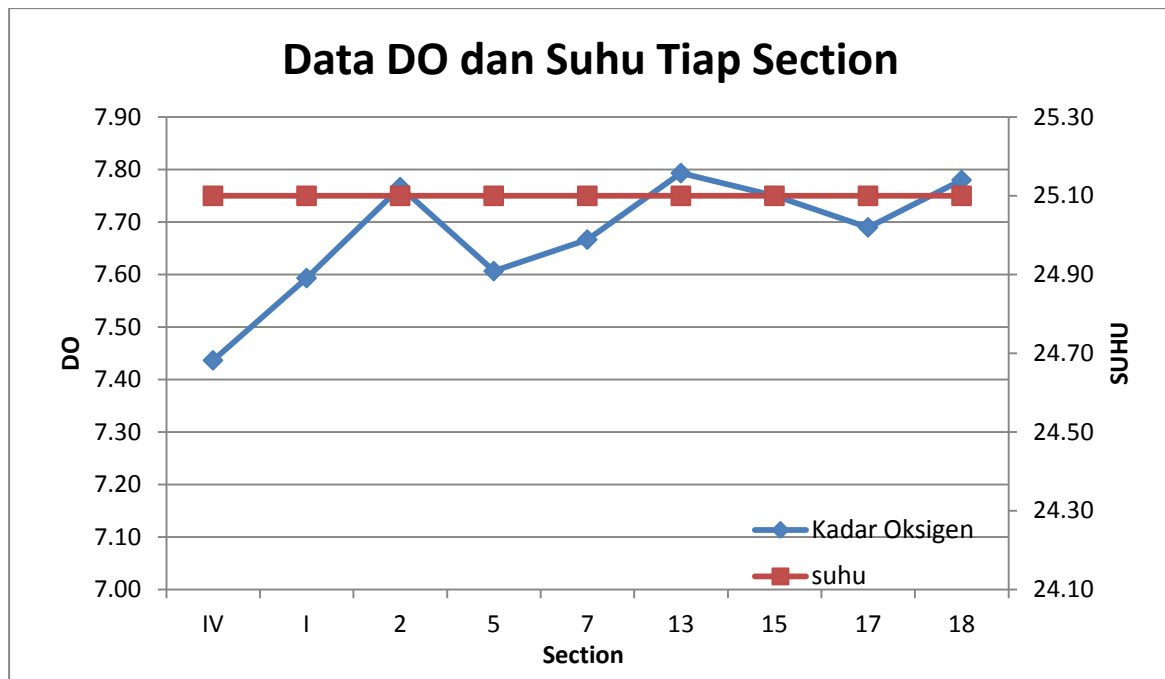
Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai dengan 4.3 berikut ini:



Gambar 4.1 Grafik Data DO dan Suhu *Original Design* pada Q₂ Tahun



Gambar 4.2 Grafik Data DO dan Suhu *Original Design* pada Q₁₀₀ Tahun



Gambar 4.3 Grafik Data DO dan Suhu *Original Design* pada Q₁₀₀₀ Tahun

Hasil pengukuran suhu dan DO Dapat dilihat pada Gambar 4.1 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Dapat dilihat dari Gambar 4.1 suhu mengalami penurunan sebesar 0,04°C yang dimulai dari *section* IV ke *section* 7. Suhu mengalami peningkatan sebesar 0,04°C pada *section* 13 sampai dengan *section* 15. Selanjutnya suhu mengalami penurunan lagi sebesar 0,04°C dari *section* 15 sampai 17 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- Dapat dilihat dari Gambar 4.1 DO mengalami kenaikan pada *section* IV sampai dengan *section* 2. DO mengalami penurunan pada *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan pada *section* 7 sampai 13. Dan DO mengalami penurunan lagi pada *section* 13 hingga *section* 12. Selanjutnya DO mengalami kenaikan pada *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO Dapat dilihat pada Gambar 4.2 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa :

- Dapat dilihat dari Gambar 4.2 suhu konstan dari *section* IV sampai I dengan suhu 24,6°C. Suhu mengalami kenaikan sebesar 0,1°C dari *section* 2 sampai dengan *section* 15. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan sebesar 0,03°C di *section* 17 dan naik lagi sebesar 0,07°C di *section* 18.

- b. Dapat dilihat dari Gambar 4.2 DO mengalami penurunan dari *section* IV sampai dengan *section* I. DO mengalami kenaikan di *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai 5. DO mengalami kenaikan lagi dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 samapi dengan *section* 17 dan naik lagi pada *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO Dapat dilihat pada Gambar 4.3 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa :

- a. Dapat dilihat dari Gambar 4.3 suhu dari *section* IV sampai dengan *section* 18 konstan dengan suhu 25,1°C.
- b. Dapat dilihat dari Gambar 4.3 DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai dengan *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 17 dan naik lagi pada *section* 18.

Data Hasil pengukuran di lapangan pada alternatif seri 1 Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.4 sampai 4.6:

Tabel 4.4
Data Pengukuran Seri I Pada Kala Ulang 2 Tahun

Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C	Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
IV	1.11	4.78	7.133	24.67	9	5.03	2.22		
III	1.11	4.81			10	2.66	3.54		
II	1.11	4.8			11	2.35	5.32		
I	1.53	4.76	7.61	24.63	12	2.57	4.78		
0	4.04	1.46			13	3.38	6.84	8.093	24.5
1	7.42	0.38			14	3.32	7.5		
2	8.23	3.45	7.813	24.6	15	1.11	7.53	7.647	24.5
3	3.61	4.4			16	1.11	7.56		
4	2.11	4.91			17	1.11	6.13	7.697	24.5
5	1.57	3.88	7.56	24.6	18	2.78	2.43	7.693	24.5
6	1.57	5.11			19	3.32	2.14		
7	1.92	5.09	7.623	24.5	20	4.82	1.34		
8	4.09	2.89							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.5
Data Pengukuran Seri I Pada Kala Ulang 100 Tahun

Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C	Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
IV	1.11	5.86	7.623	24.6	9	6.36	3.61		
III	1.57	5.82			10	1.75	5.95		
II	1.57	5.81			11	8.55	5.72		
I	2.47	5.58	7.35	24.6	12	2.78	5.2		
0	5.19	2.2			13	1.26	7.46	7.857	24.4
1	9.06	0.93			14	1.41	9.17		
2	4.94	4.3	7.983	24.4	15	1.68	8.69	7.827	24.4
3	4.89	4.87			16	1.92	8.9		
4	4.43	5.6			17	2.47	7.41	7.76	24.4
5	2.47	5.04	7.743	24.4	18	3.76	3.5	7.823	24.4
6	2.47	6.27			19	4.19	3.19		
7	2.55	6.27	7.797	24.4	20	5.79	2.12		
8	4.14	3.85							

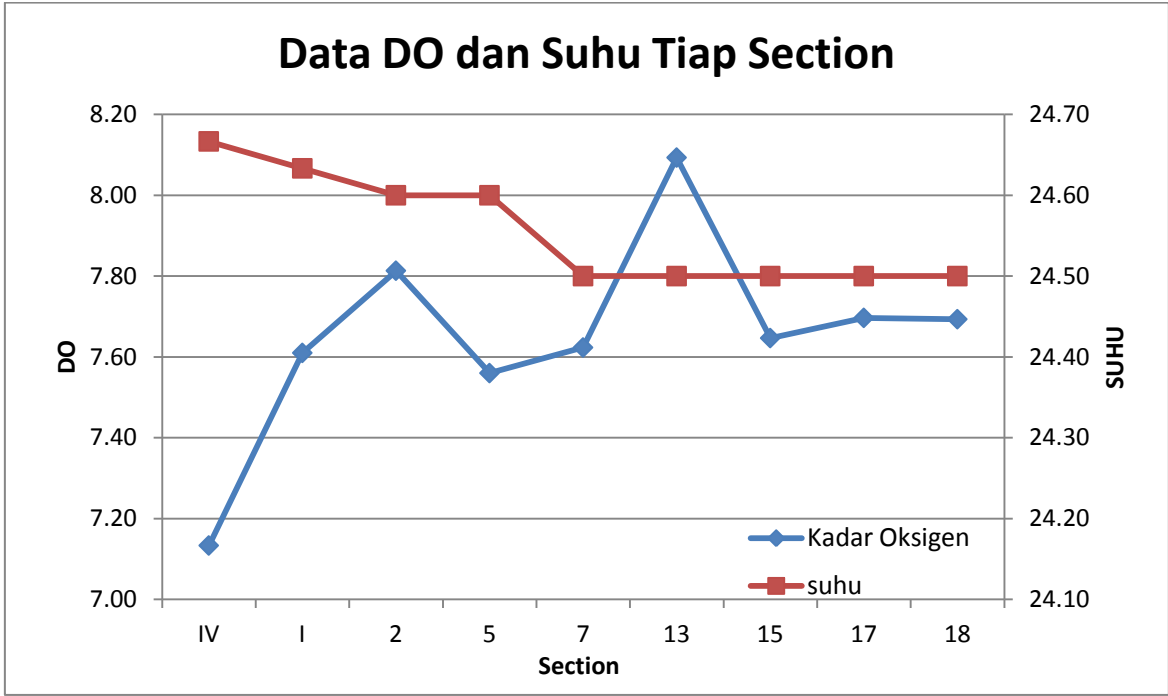
Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.6
Data Pengukuran Seri I Pada Kala Ulang 1000 Tahun

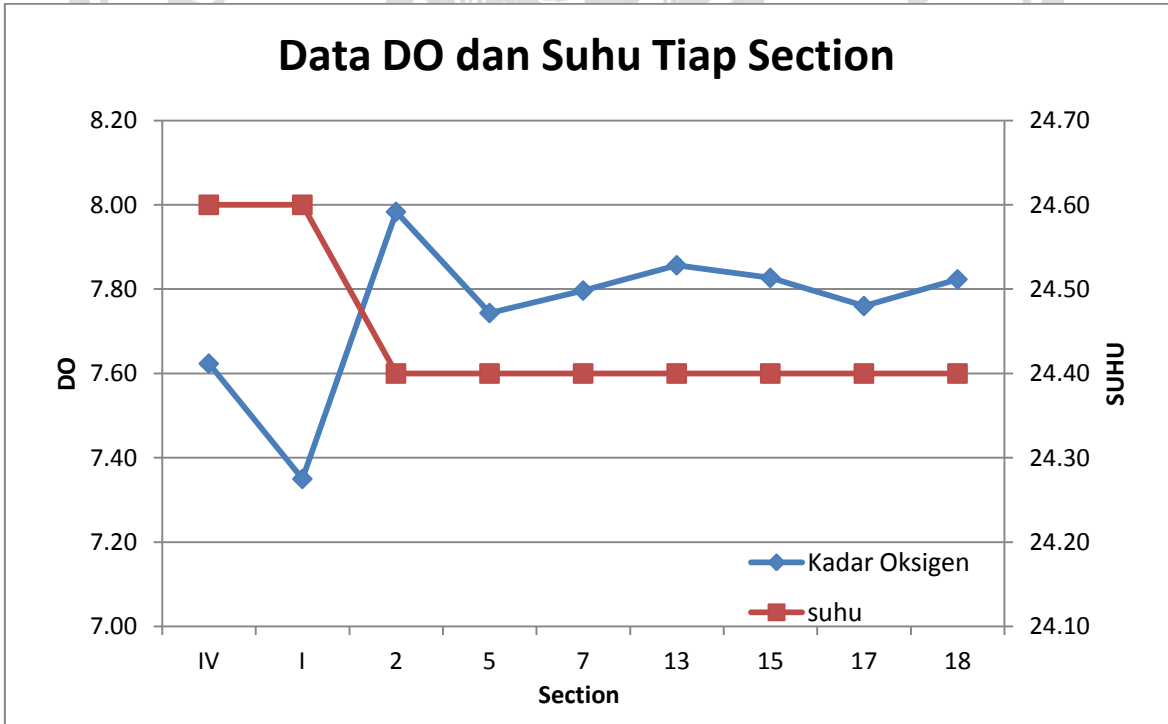
Section	Kecepatan (m/s)	Kedalaman (m)	Kadar Oksigen (DO)	Suhu(°C)
	v	h	Ppm	
IV	1.78	6.36	7.437	25.10
III	1.68	6.29		
II	1.68	6.29		
I	2.02	6.23	7.593	25.10
0	4.56	2.60		
1	8.57	1.33		
2	6.64	4.73	7.993	24.40
3	4.41	5.41		
4	3.83	6.27		
5	2.92	6.03	7.857	24.40
6	2.86	7.18		
7	3.44	7.18	7.927	24.40
8	4.42	4.86		
9	6.48	4.91		
10	3.24	5.34		
11	7.27	5.43		
12	3.78	7.32		
13	1.11	7.12	7.957	24.40
14	2.91	9.66		
15	1.90	9.89	7.920	24.40
16	2.02	9.78		
17	3.06	8.03	7.883	24.40
18	3.98	4.27	7.957	24.40
19	4.52	3.73		
20	6.32	2.68		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

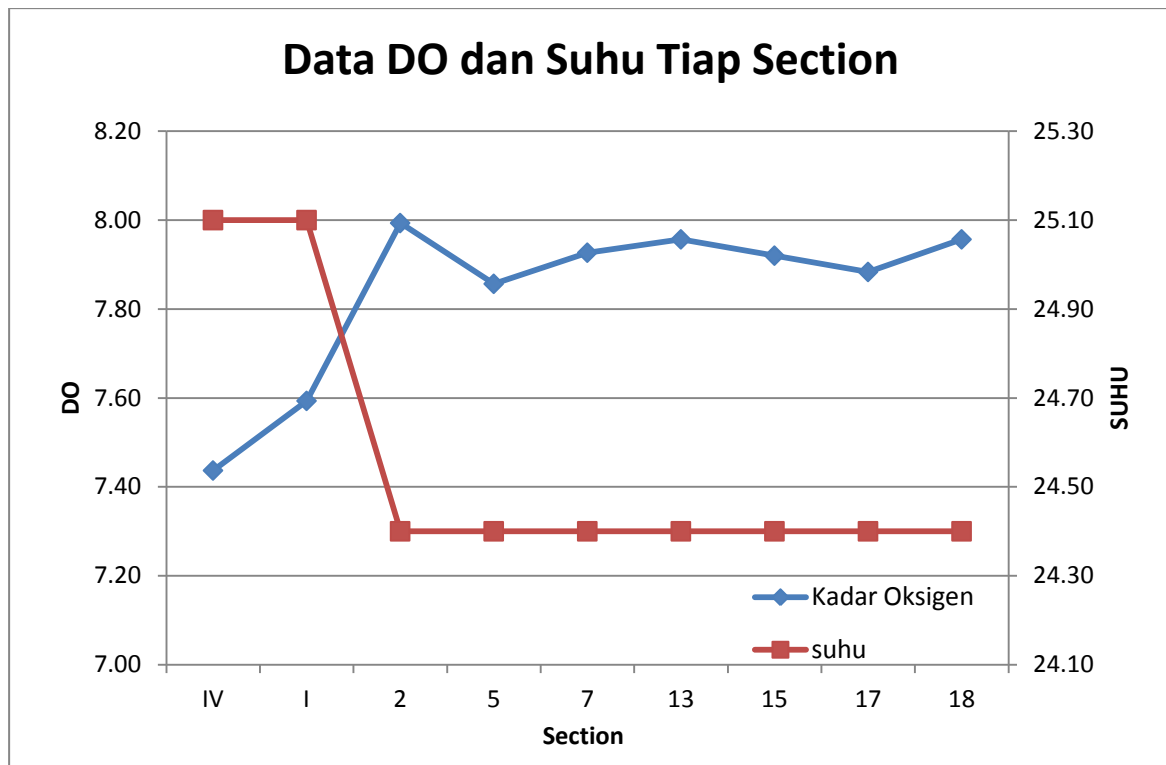
Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.4 sampai dengan 4.6 berikut ini:



Gambar 4.4 Grafik Data DO dan Suhu Seri I pada Q₂ Tahun



Gambar 4.5 Grafik Data DO dan Suhu Seri I pada Q₁₀₀ Tahun



Gambar 4.6 Grafik Data DO dan Suhu Seri I pada Q₁₀₀₀ Tahun

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.4 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu mengalami penurunan sebesar 0,04°C dari *section* IV sampai *section* I. Selanjutnya suhu mengalami penurunan sebesar 0,03°C dari *section* I sampai *section* 2 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai dengan *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 15 dan DO naik lagi pada *section* 17 sampai *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.5 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan dari *section* IV sampai I sebesar 24,6°C. Selanjutnya suhu mengalami penurunan sebesar 0.2°C dari *section* I sampai *section* 2 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami penurunan di *section* IV sampai *section* I. DO mengalami kenaikan di *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai dengan *section* 5. Selanjutnya DO mengalami kenaikan lagi dari *section* 7 sampai dengan *section* 15 dan

DO mengalami penurunan lagi pada *section* 13 sampai 17. Kemudian DO mengalami kenaikan di *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO Dapat dilihat pada Gambar 4.6 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan dari *section* IV sampai I sebesar $25,1^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya suhu mengalami penurunan sebesar $0,7^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai *section* 2 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 17 dan DO mengalami kenaikan lagi pada *section* 18.

Data Hasil pengukuran di lapangan pada alternatif seri II Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.7 sampai dengan 4.9:

Tabel 4.7
Data Pengukuran Seri II Pada Kala Ulang 2 Tahun

<i>Section</i>	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu $^{\circ}\text{C}$	<i>Section</i>	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu $^{\circ}\text{C}$
IV	1.11	4.78	7.133	24.67	9	5.03	2.22		
III	1.11	4.81			10	2.66	3.54		
II	1.11	4.8			11	2.35	5.32		
I	1.53	4.76	7.61	24.63	12	2.57	4.78		
0	4.04	1.46			13	1.11	6.86	7.78	24.2
1	7.42	0.38			14	1.11	7.55		
2	8.23	3.45	7.813	24.6	15	1.11	7.72	7.72	24.2
3	3.61	4.4			16	1.11	7.7		
4	2.11	4.91			17	1.11	6.22	7.67	24.2
5	1.57	3.88	7.56	24.6	18	2.7	2.46	7.683	24.2
6	1.57	5.11			19	3.55	2.15		
7	1.92	5.09	7.623	24.5	20	4.04	1.58		
8	4.09	2.89							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.8
Data Pengukuran Seri II Pada Kala Ulang 100 Tahun

	v	h	DO	Suhu		v	h	DO	Suhu
Section	m/s	m	mg/l	°C	Section	m/s	m	mg/l	°C
IV	1.11	5.86	7.623	24.6	9	6.36	3.61		
III	1.57	5.82			10	1.75	5.95		
II	1.57	5.81			11	8.55	5.72		
I	2.47	5.58	7.35	24.6	12	2.78	5.2		
0	5.19	2.2			13	1.63	7.62	7.91	24.6
1	9.06	0.93			14	1.97	8.6		
2	4.94	4.3	7.983	24.4	15	2.35	8.5	7.917	24.6
3	4.89	4.87			16	2.47	8.77		
4	4.43	5.6			17	2.85	7.06	7.773	24.6
5	2.47	5.04	7.743	24.4	18	4.03	3.34	7.883	24.6
6	2.47	6.27			19	4.33	2.8		
7	2.55	6.27	7.797	24.4	20	5.79	2.1		
8	4.14	3.85							

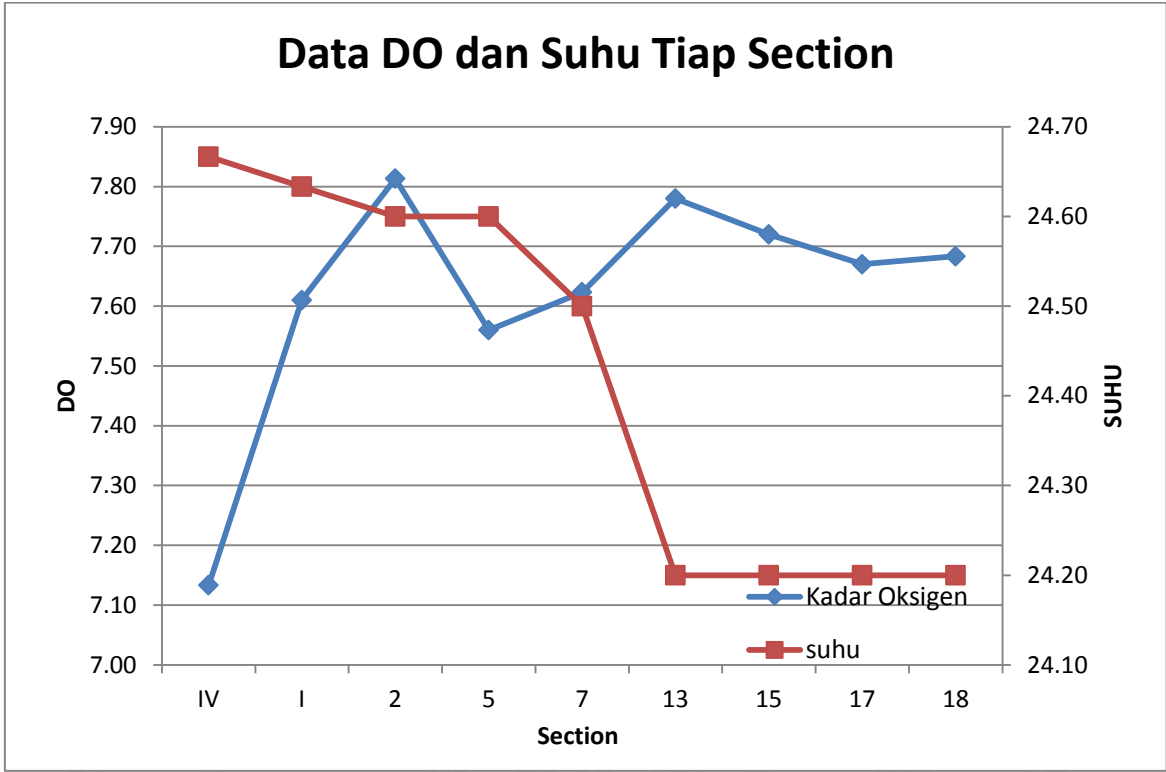
Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.9
Data Pengukuran Seri II Pada Kala Ulang 1000 Tahun

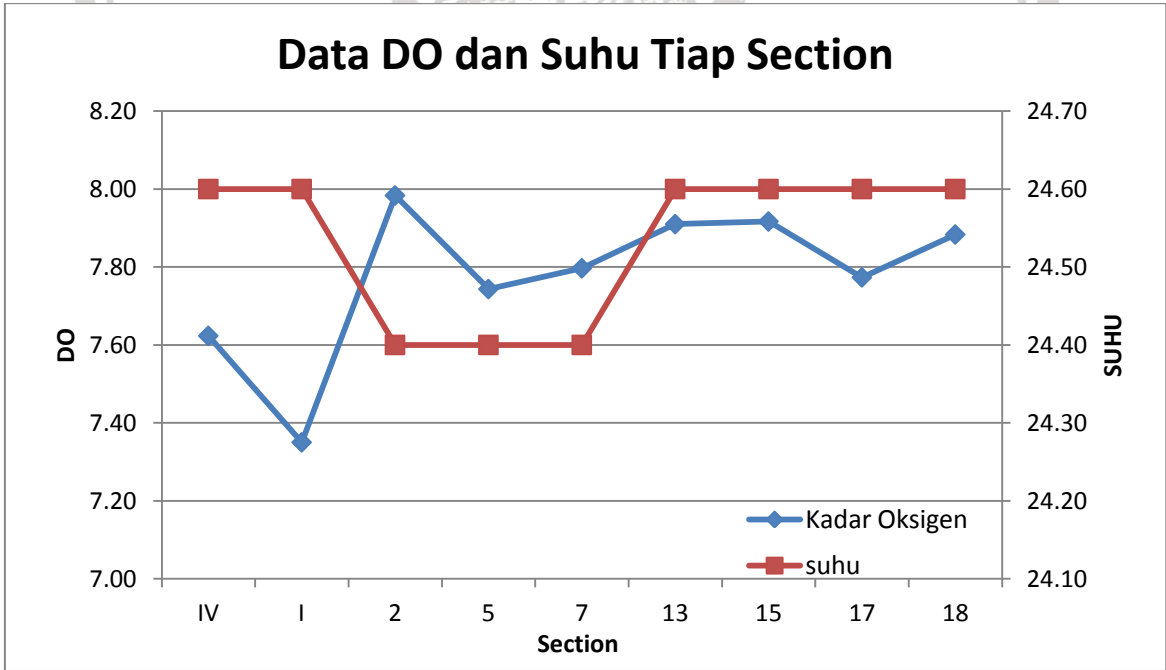
Section	Kecepatan (m/s) v	Kedalaman (m) h	Kadar Oksigen (DO) Ppm	Suhu(°C)
IV	1.78	6.36	7.437	25.10
III	1.68	6.29		
II	1.68	6.29		
I	2.02	6.23	7.593	25.10
0	4.56	2.60		
1	8.57	1.33		
2	6.64	4.73	7.993	24.40
3	4.41	5.41		
4	3.83	6.27		
5	2.92	6.03	7.857	24.40
6	2.86	7.18		
7	3.44	7.18	7.927	24.40
8	4.42	4.86		
9	6.48	4.91		
10	3.24	5.34		
11	7.27	5.43		
12	3.78	7.32		
13	2.47	6.93	7.913	24.60
14	2.70	9.77		
15	3.25	9.80	7.900	24.60
16	2.86	9.71		
17	3.72	8.19	7.823	24.60
18	4.82	4.20	7.950	24.60
19	4.87	3.84		
20	6.13	2.68		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

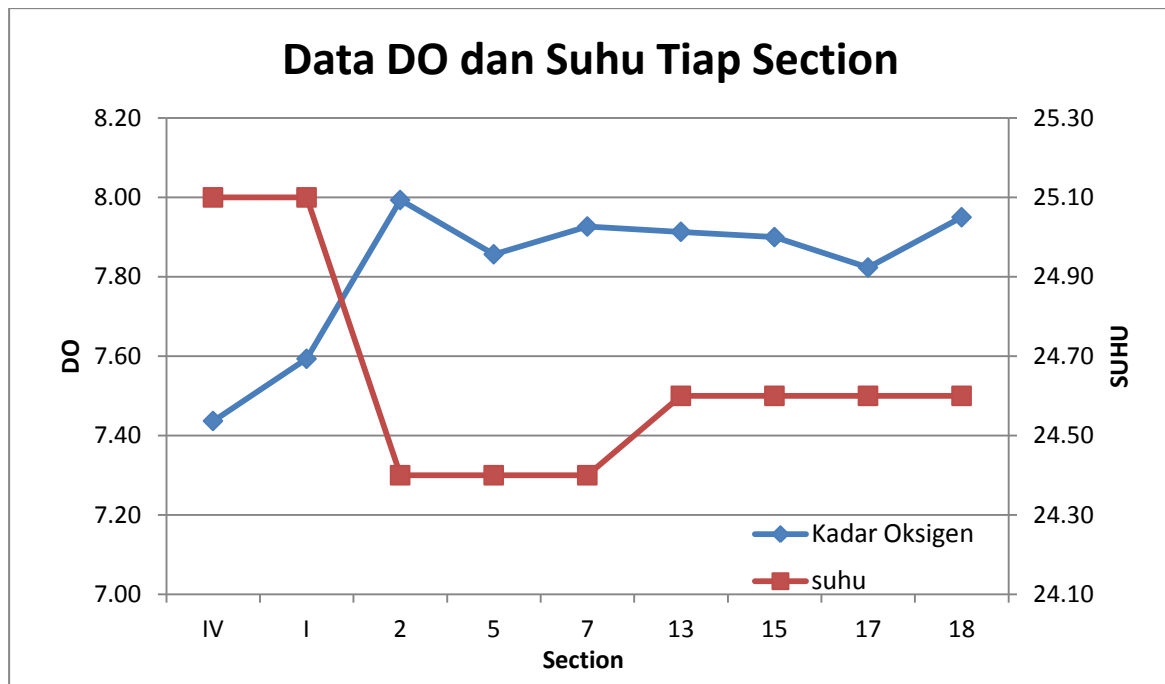
Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.7 sampai dengan 4.9 berikut ini:



Gambar 4.7 Grafik Data DO dan Suhu Seri II pada Q₂ Tahun



Gambar 4.8 Grafik Data DO dan Suhu Seri II pada Q₁₀₀ Tahun



Gambar 4.9 Grafik Data DO dan Suhu Seri II pada Q₁₀₀₀ Tahun

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.7 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu mengalami penurunan sebesar $0,04^{\circ}\text{C}$ dari *section* IV sampai I. Suhu mengalami penurunan $0,03^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai 5. Dan mengalami penurunan lagi sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ di *section* 5 sampai 7. Selanjutnya suhu mengalami penurunan lagi sebesar $0,3^{\circ}\text{C}$ dari *section* 7 sampai 13 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 17 dan DO mengalami kenaikan lagi pada *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.8 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan pada *section* IV sampai I dengan suhu sebesar $24,6^{\circ}\text{C}$. Suhu mengalami penurunan sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai dengan *section* 7. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan sebesar $0,2^{\circ}\text{C}$ dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami penurunan dari *section* IV sampai *section* I. DO mengalami kenaikan di *section* 2. DO mengalami penurunan lagi dari *section* 2 sampai dengan *section* 5 dan DO mengalami kenaikan lagi dari *section* 7 sampai *section* 15. Selanjutntnya DO

mengalami penurunan lagi dari *section* 15 sampai 17 dan mengalami kenaikan lagi di *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.9 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan pada *section* IV sampai I dengan suhu sebesar 25,1°C. Suhu mengalami penurunan sebesar 0,7°C dari *section* I sampai dengan *section* 7. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan sebesar 0,2°C dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan di *section* 7. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 7 sampai dengan *section* 17 dan DO mengalami kenaikan lagi pada *section* 18.

Data Hasil pengukuran di lapangan pada alternatif seri III Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.10 sampai dengan 4.12:

Tabel 4.10
Data Pengukuran Seri III Pada Kala Ulang 2 Tahun

Data Pengukuran Suhu Air Pada Rada Orang 2 Tahun									
	Suhu					Suhu			
	v	h	DO			v	h	DO	
Section	m/s	m	mg/l	°C	Section	m/s	m	mg/l	°C
IV	1.11	4.78	7.133	24.67	9	6.64	2.6		
III	1.11	4.81			10	2.55	3.17		
II	1.11	4.8			11	1.9	3.82		
I	1.53	4.76	7.61	24.63	12	5.03	3.24		
0	4.04	1.46			13	1.11	8.05	7.513	24.6
1	7.42	0.38			14	1.11	8.14		
2	1.87	3.1	7.87	24.6	15	1.11	7.85	7.633	24.6
3	2.37	3.98			16	1.41	7.73		
4	2.39	4.67			17	1.26	6.23	7.657	24.6
5	1.57	3.52	7.567	24.6	18	2.71	2.38	7.593	24.6
6	1.57	4.79			19	3.13	2.31		
7	1.8	4.74	7.66	24.6	20	4.27	1.82		
8	2.55	2.51							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.11

Data Pengukuran Seri III Pada Kala Ulang 100 Tahun

Section	v m/s	h m	Suhu		Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
			DO mg/l	°C					
IV	1.11	5.86	7.623	24.6	9	5.71	4.21		
III	1.57	5.82			10	4.52	4.86		
II	1.57	5.81			11	1.48	4.95		
I	2.47	5.58	7.35	24.6	12	6.58	4.56		
0	5.19	2.2			13	1.11	8.89	7.867	24.3
1	9.06	0.93			14	1.11	10.39		
2	5.12	4.04	8.017	24.2	15	1.11	9.83	8.103	24.3
3	3.48	4.75			16	1.99	9.03		
4	4.92	5.59			17	2.52	7.58	7.753	24.3
5	2.2	5	7.847	24.2	18	3.83	3.7	7.787	24.2
6	2.37	6.13			19	4.04	3.38		
7	2.55	6.15	7.797	24.2	20	5.46	2.33		
8	3.61	3.75							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

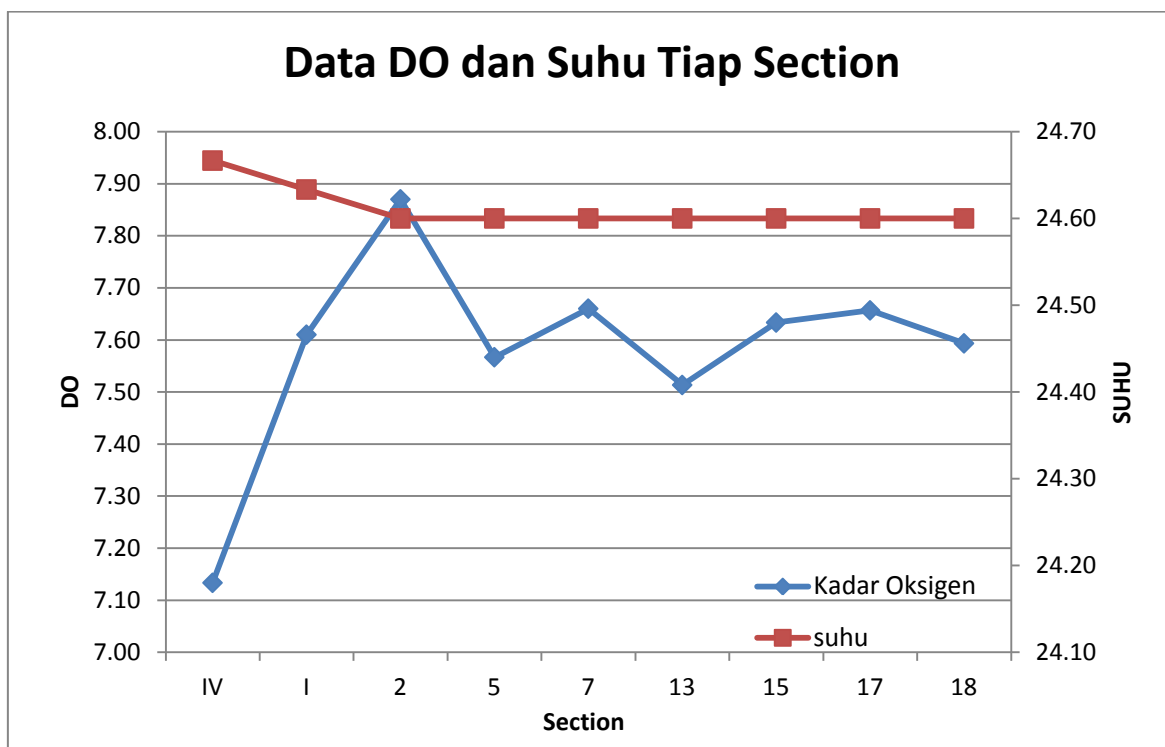
Tabel 4.12

Data Pengukuran Seri III Pada Kala Ulang 1000 Tahun

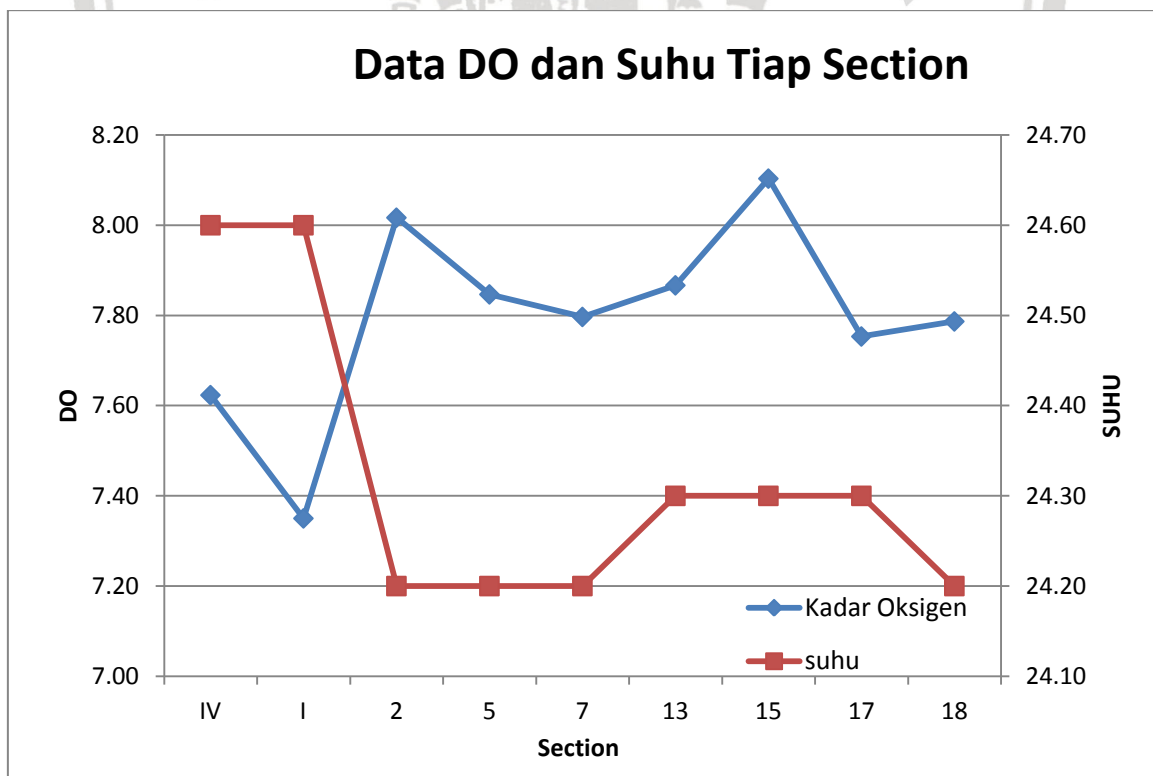
Section	Kecepatan (m/s) v	Kedalaman (m) h	Kadar Oksigen (DO) Ppm	Suhu(°C)
IV	1.78	6.36	7.437	25.10
III	1.68	6.29		
II	1.68	6.29		
I	2.02	6.23	7.593	25.10
0	4.56	2.60		
1	8.57	1.33		
2	5.46	4.23	8.230	24.40
3	2.91	5.10		
4	2.62	6.12		
5	2.55	5.69	8.040	24.30
6	2.63	6.92		
7	2.92	6.82	8.060	24.30
8	4.19	4.45		
9	5.22	5.30		
10	5.11	10.63		
11	1.80	4.72		
12	6.60	4.84		
13	1.68	9.28	8.037	24.30
14	1.72	11.09		
15	1.65	10.81	7.960	24.30
16	3.06	10.18		
17	2.92	8.31	7.947	24.30
18	4.09	4.19	7.983	24.30
19	4.29	3.90		
20	5.96	2.79		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.10 sampai dengan 4.12 berikut ini:

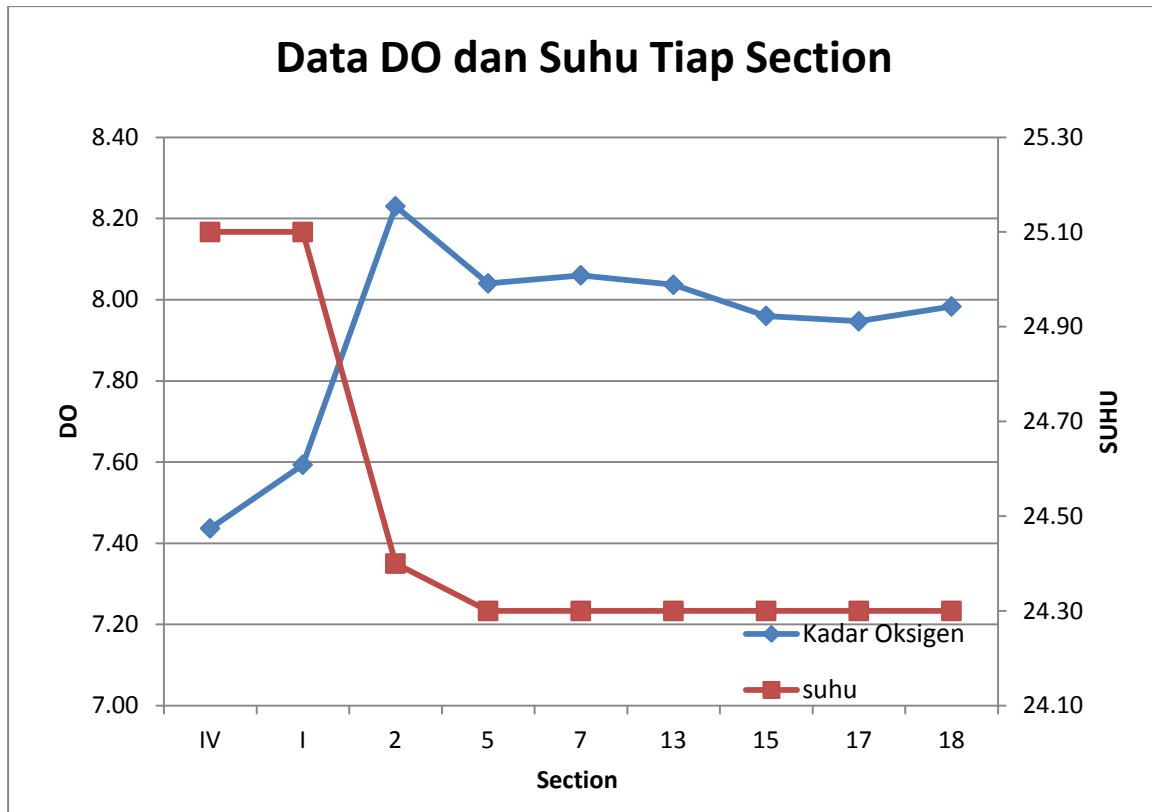


Gambar 4.10 Grafik Data DO dan Suhu Seri III pada Q₂ Tahun



Gambar 4.11 Grafik Data DO dan Suhu Seri III pada Q₁₀₀ Tahun

Data DO dan Suhu Tiap Section



Gambar 4.12 Grafik Data DO dan Suhu Seri III pada Q_{1000} Tahun

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.10 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu mengalami penurunan sebesar $0,04^{\circ}\text{C}$ dari *section* IV sampai *section* I. Selanjutnya suhu mengalami penurunan lagi sebesar $0,03^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai *section* 2 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan di *section* 7. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 7 sampai dengan *section* 13. DO mengalami kenaikan lagi dari *section* 15 sampai *section* 17 dan DO mengalami penurunan di *section* 17 sampai 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.11 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan dari *section* IV sampai I sebesar $24,6^{\circ}\text{C}$. Suhu mengalami penurunan sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai 7. Suhu mengalami peningkatan sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$

dari *section* 13 sampai dengan 17. Selanjutnya suhu mengalami penurunan lagi sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ dari *section* 15 sampai dengan *section* 18.

- b. DO mengalami penurunan dari *section* IV sampai *section* I. DO mengalami kenaikan di *section* 2. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 2 sampai dengan *section* 7. DO mengalami kenaikan di *section* 13 sampai *section* 15. Kemudian DO mengalami penurunan lagi dari *section* 15 sampai 17 dan DO mengalami kenaikan di *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.12 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- a. Suhu konstan dari *section* IV sampai I sebesar $25,1^{\circ}\text{C}$. Suhu mengalami penurunan sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai 2. Selanjutnya suhu mengalami penurunan lagi sebesar $0,1^{\circ}\text{C}$ dari *section* 2 sampai dengan *section* 5 dan konstan sampai dengan *section* 18.
- b. DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan di *section* 7. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 17 dan DO mengalami kenaikan di *section* 18.

Data Hasil pengukuran di lapangan pada alternatif seri III Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.13 sampai dengan 4.15:

Tabel 4.13
Data Pengukuran Seri IV Pada Kala Ulang 2 Tahun

<i>Section</i>	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu $^{\circ}\text{C}$	<i>Section</i>	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu $^{\circ}\text{C}$
IV	1.11	4.78	7.133	24.67	9	6.64	2.6		
III	1.11	4.81			10	2.55	3.17		
II	1.11	4.8			11	1.9	3.82		
I	1.53	4.76	7.61	24.63	12	5.03	3.24		
0	4.04	1.46			13	1.11	7.21	7.44	25.1
1	7.42	0.38			14	1.34	7.65		
2	1.87	3.1	7.87	24.6	15	1.5	7.65	7.423	25.1
3	2.37	3.98			16	1.69	7.61		
4	2.39	4.67			17	1.69	6.06	7.54	25.1
5	1.57	3.52	7.567	24.6	18	1.19	2.34	7.51	25.1
6	1.57	4.79			19	3.32	2.06		
7	1.8	4.74	7.66	24.6	20	4.47	1.25		
8	2.55	2.51							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Tabel 4.14

Data Pengukuran Seri IV Pada Kala Ulang 100 Tahun

Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C	Section	v m/s	h m	DO mg/l	Suhu °C
IV	1.11	5.86	7.623	24.6	9	5.71	4.21		
III	1.57	5.82			10	4.52	4.86		
II	1.57	5.81			11	1.48	4.95		
I	2.47	5.58	7.35	24.6	12	6.58	4.56		
0	5.19	2.2			13	2.29	8.03	7.847	24.7
1	9.06	0.93			14	2.37	8.92		
2	5.12	4.04	8.017	24.2	15	2.3	8.66	7.757	24.7
3	3.48	4.75			16	2.3	8.77		
4	4.92	5.59	7.847	24.2	17	2.54	7.28	7.797	24.7
5	2.2	5			18	4.09	3.36	7.863	24.7
6	2.37	6.13			19	4.28	3.08		
7	2.55	6.15	7.797	24.2	20	5.86	2.02		
8	3.61	3.75							

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

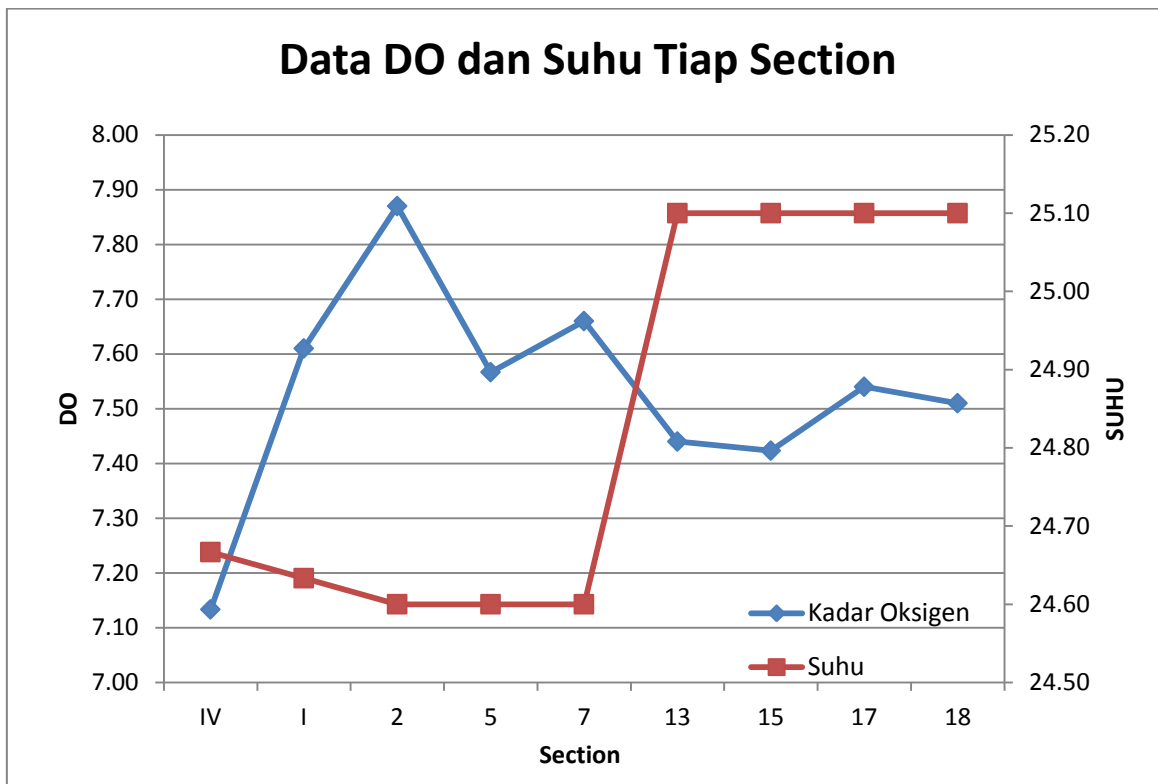
Tabel 4.15

Data Pengukuran Seri IV Pada Kala Ulang 1000 Tahun

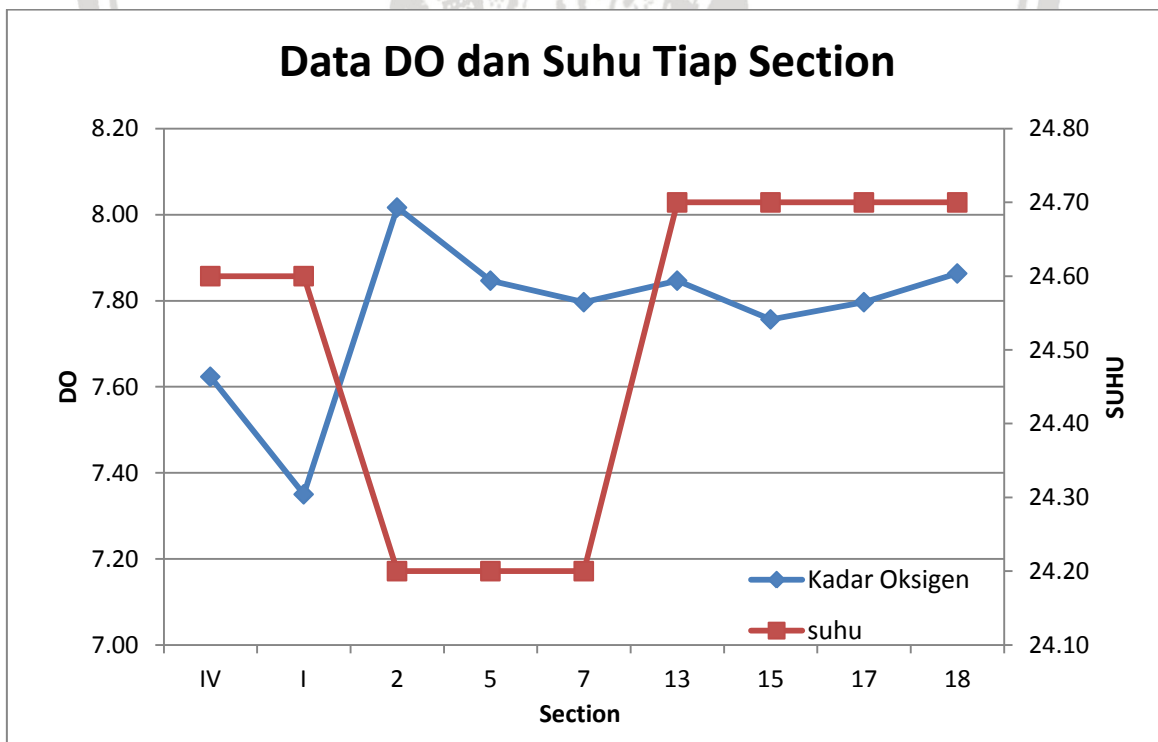
Section	Kecepatan (m/s) v	Kedalaman (m) H	Kadar Oksigen (DO) Ppm	Suhu(°C)
IV	1.78	6.36	7.437	25.10
III	1.68	6.29		
II	1.68	6.29		
I	2.02	6.23	7.593	25.10
0	4.56	2.60		
1	8.57	1.33		
2	5.46	4.23	8.230	24.40
3	2.91	5.10		
4	2.62	6.12	8.040	24.30
5	2.55	5.69		
6	2.63	6.92		
7	2.92	6.82	8.060	24.30
8	4.19	4.45		
9	5.22	5.30		
10	5.11	10.63		
11	1.80	4.72		
12	6.60	4.84		
13	3.06	7.27	7.870	24.70
14	2.97	10.07		
15	2.76	9.68	7.853	24.70
16	2.78	9.66		
17	3.00	7.99	7.820	24.70
18	4.65	4.01	7.773	24.70
19	4.82	3.87		
20	6.19	2.49		

Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengukuran, 2017

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.13 sampai dengan 4.15 berikut ini:

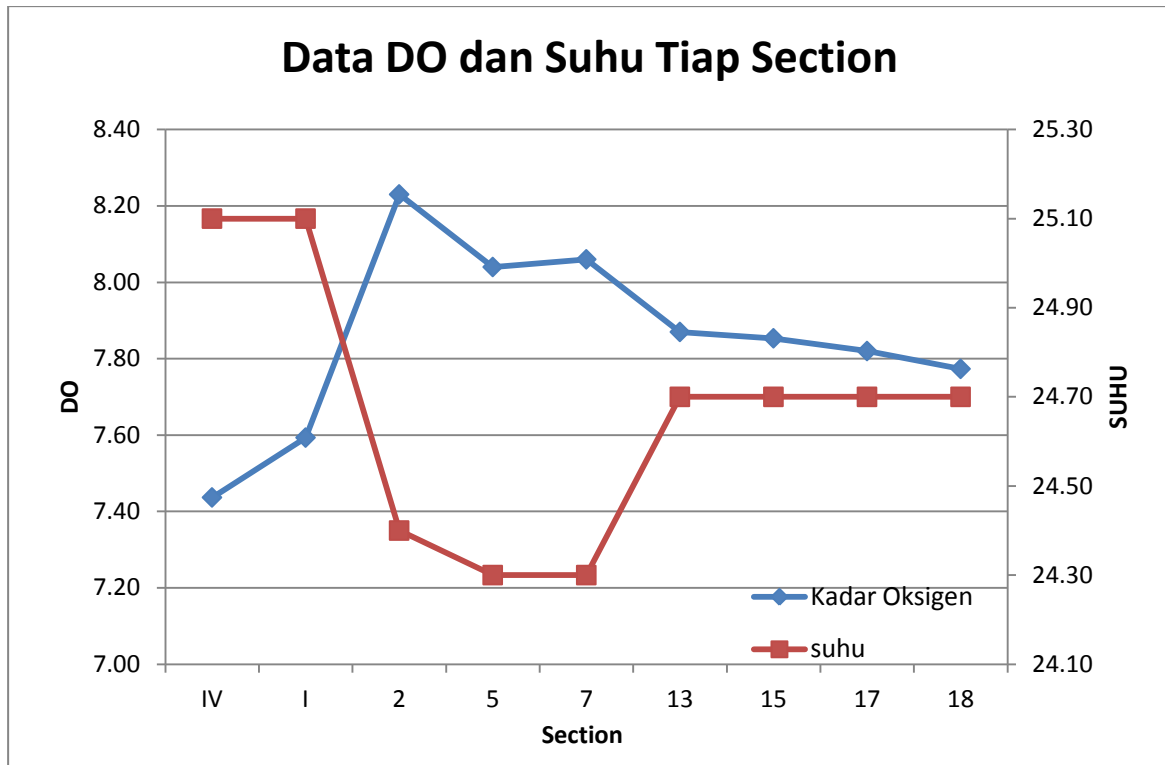


Gambar 4.13 Grafik Data DO dan Suhu Seri IV pada Q₂ Tahun



Gambar 4.14 Grafik Data DO dan Suhu Seri IV pada Q₁₀₀ Tahun

Data DO dan Suhu Tiap Section



Gambar 4.15 Grafik Data DO dan Suhu Seri IV pada Q₁₀₀₀ Tahun

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.13 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu mengalami penurunan sebesar $0,04^{\circ}\text{C}$ dari *section* IV sampai I. Suhu mengalami penurunan sebesar $0,07^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai 7. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$ dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.
- DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan di *section* 7. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 7 sampai dengan *section* 15. Kemudian DO mengalami kenaikan di *section* 17 dan DO mengalami penurunan dari *section* 17 sampai 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.14 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- Suhu konstan dari *section* IV sampai dengan *section* I sebesar $24,6^{\circ}\text{C}$. Suhu mengalami penurunan sebesar $0,4^{\circ}\text{C}$ dari *section* I sampai dengan *section* 7. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$ dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.

- b. DO mengalami penurunan dari *section* IV sampai *section* I. DO mengalami kenaikan di *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai dengan *section* 7. DO mengalami kenaikan di *section* 13. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai 15 dan DO mengalami kenaikan lagi dari *section* 17 sampai *section* 18.

Hasil pengukuran suhu dan DO dapat dilihat pada Gambar 4.15 dilakukan pada tiap *section* tertentu dengan alat DO meter pada waktu yang sama. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa:

- a. Suhu konstan dari *section* IV sampai dengan *section* I sebesar 25,1°C. Suhu mengalami kenaikan sebesar 0,7°C di *section* 2. Suhu mengalami penurunan sebesar 0,1°C dari *section* 2 sampai dengan *section* 7. Selanjutnya suhu mengalami kenaikan lagi sebesar 0,4°C dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.
- b. DO mengalami kenaikan dari *section* IV sampai *section* 2. DO mengalami penurunan dari *section* 2 sampai *section* 5. DO mengalami kenaikan di *section* 7. Selanjutnya DO mengalami penurunan lagi dari *section* 13 sampai dengan *section* 18.

Hasil perbandingan DO dan suhu antara Original Design, alternatif seri I dan seri IV dapat dilihat pada Tabel 4.16 sampai dengan 4.21 berikut ini:

Tabel 4.16

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.133	7.133	7.133
I	7.610	7.610	7.610
2	7.717	7.813	7.870
5	7.570	7.560	7.567
7	7.707	7.623	7.660
13	7.820	8.093	7.440
15	7.587	7.647	7.423
17	7.373	7.697	7.540
18	7.563	7.693	7.510

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.17

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.623	7.623	7.623
I	7.350	7.350	7.350
2	7.740	7.983	8.017
5	7.590	7.743	7.847
7	7.627	7.797	7.797
13	7.723	7.857	7.847
15	7.653	7.827	7.757
17	7.543	7.760	7.797
18	7.573	7.823	7.863

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.437	7.437	7.437
I	7.593	7.593	7.593
2	7.767	7.993	8.230
5	7.607	7.857	8.040
7	7.667	7.927	8.060
13	7.793	7.957	7.870
15	7.750	7.920	7.853
17	7.690	7.883	7.820
18	7.780	7.957	7.773

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.19

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	24.667	24.667	24.667
I	24.633	24.633	24.633
2	24.633	24.600	24.600
5	24.633	24.600	24.600
7	24.633	24.500	24.600
13	24.667	24.500	25.100
15	24.667	24.500	25.100
17	24.633	24.500	25.100
18	24.633	24.500	25.100

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.20

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	24.600	24.600	24.600
I	24.600	24.600	24.600
2	24.700	24.400	24.200
5	24.700	24.400	24.200
7	24.700	24.400	24.200
13	24.700	24.400	24.700
15	24.700	24.400	24.700
17	24.733	24.400	24.700
18	24.800	24.400	24.700

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

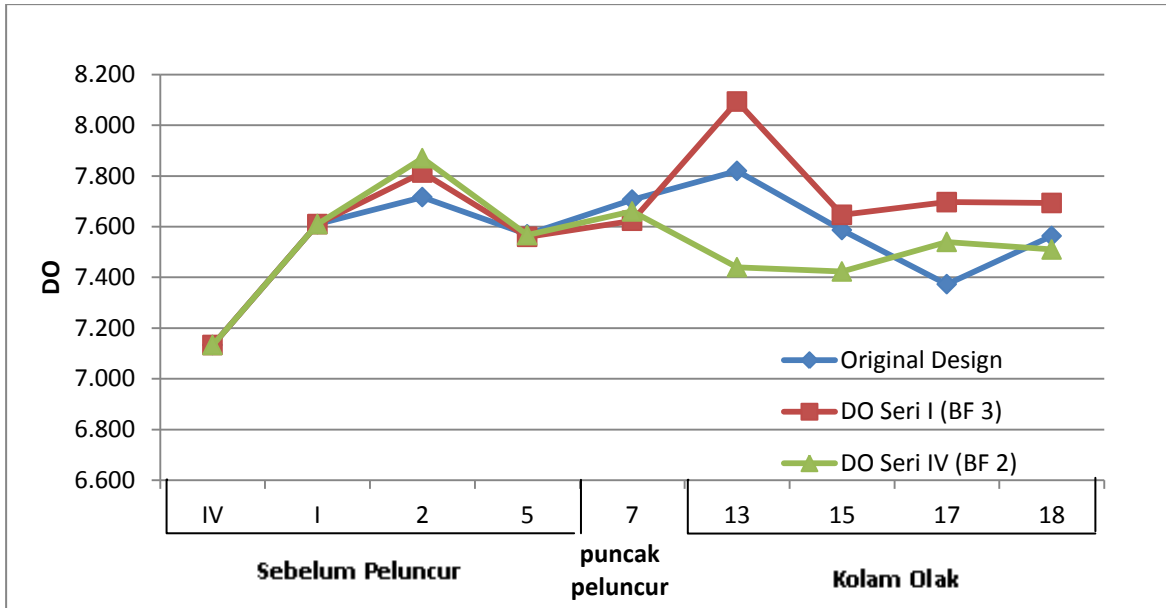
Tabel 4.21

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

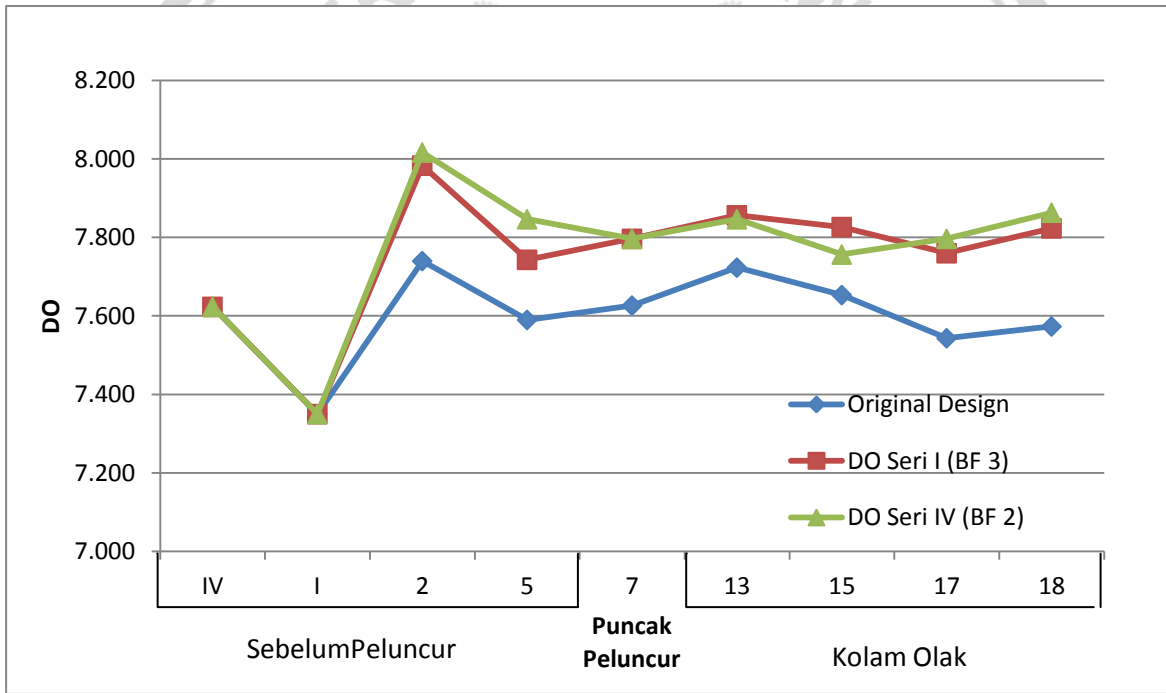
Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	25.100	25.100	25.100
I	25.100	25.100	25.100
2	25.100	24.400	24.400
5	25.100	24.400	24.300
7	25.100	24.400	24.300
13	25.100	24.400	24.700
15	25.100	24.400	24.700
17	25.100	24.400	24.700
18	25.100	24.400	24.700

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

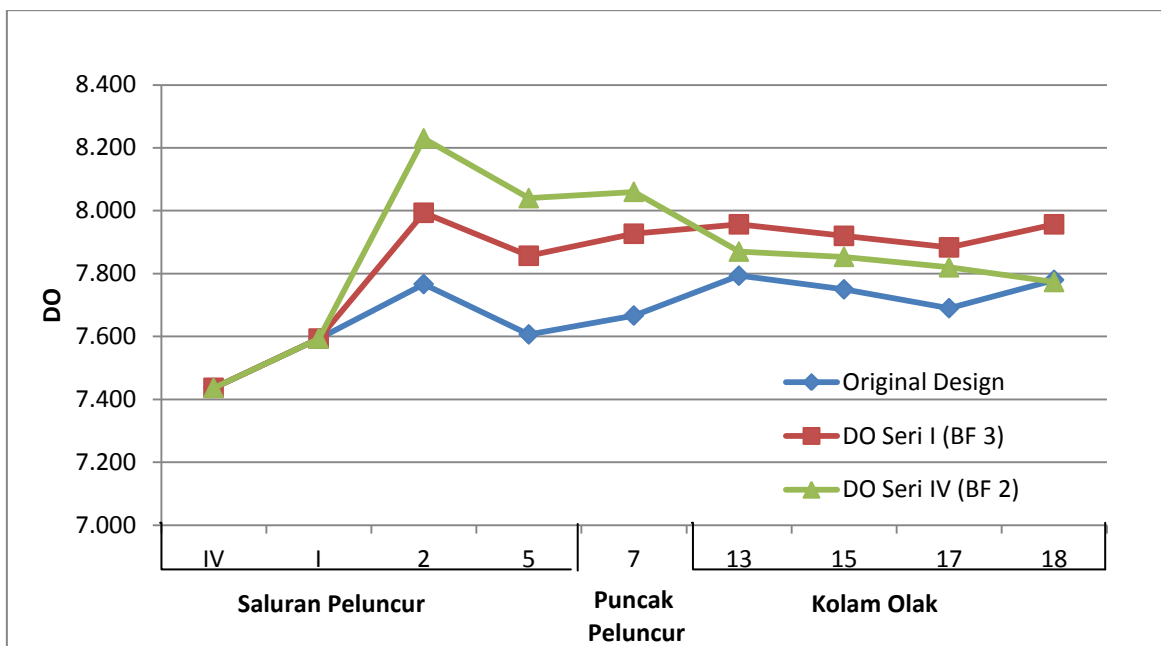
Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, alternatif seri I dan seri IV dapat dilihat pada Gambar 4.16 sampai dengan 4.21 berikut ini:



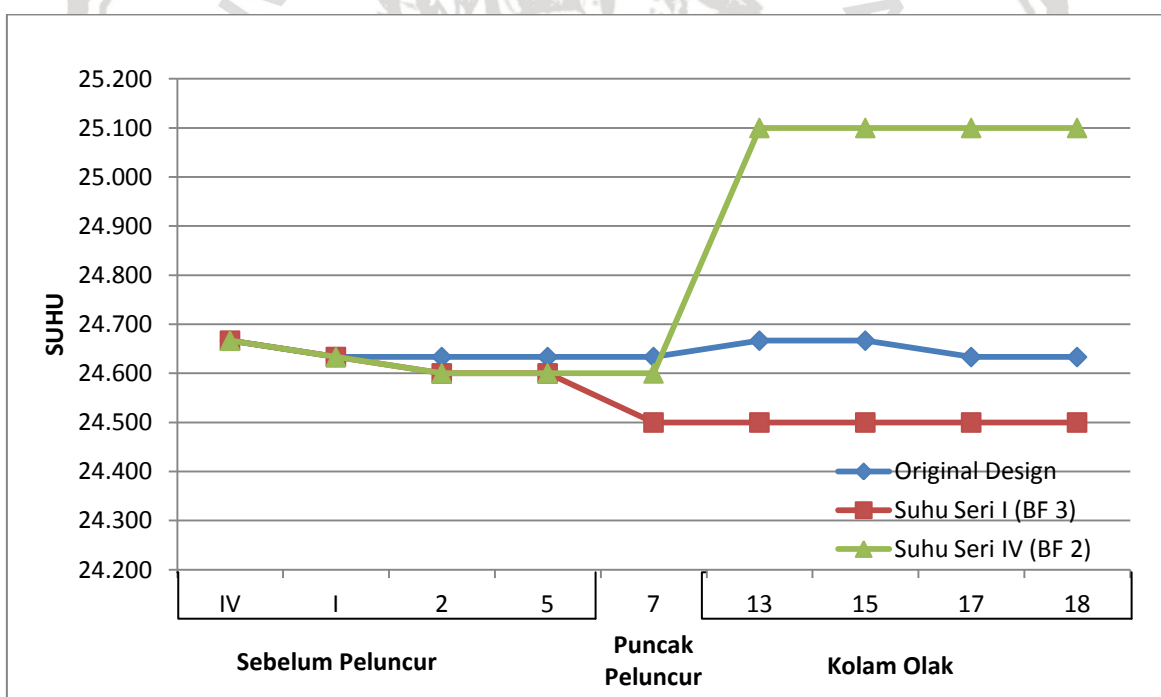
Gambar 4.16 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun



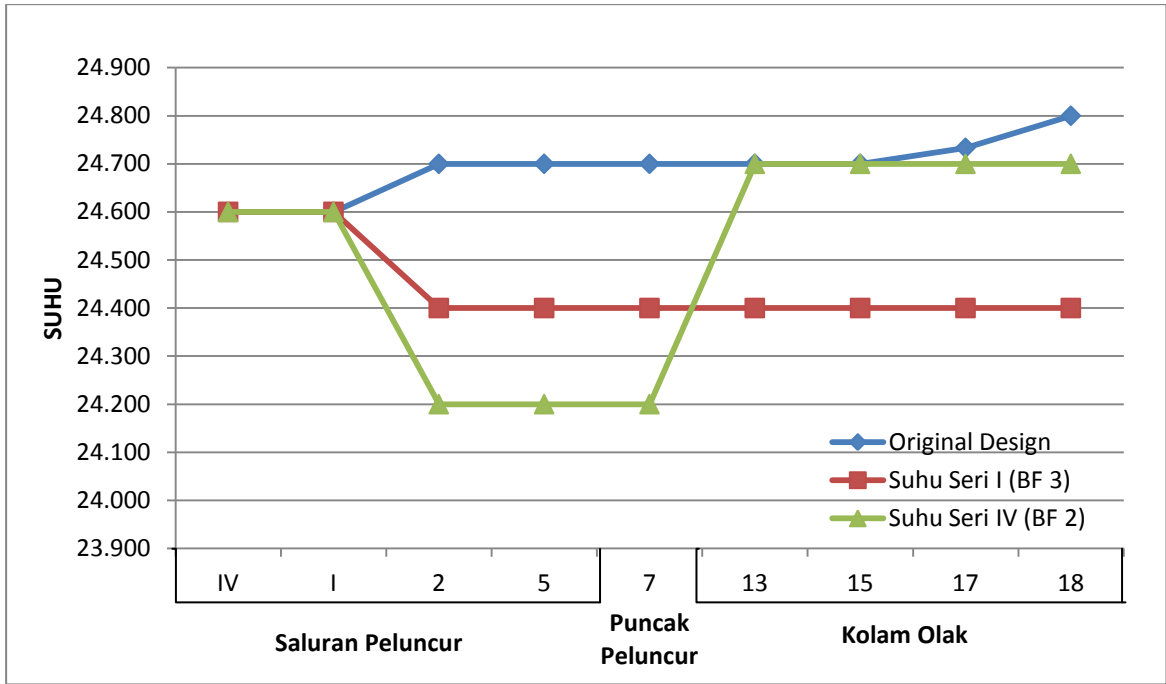
Gambar 4.17 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun



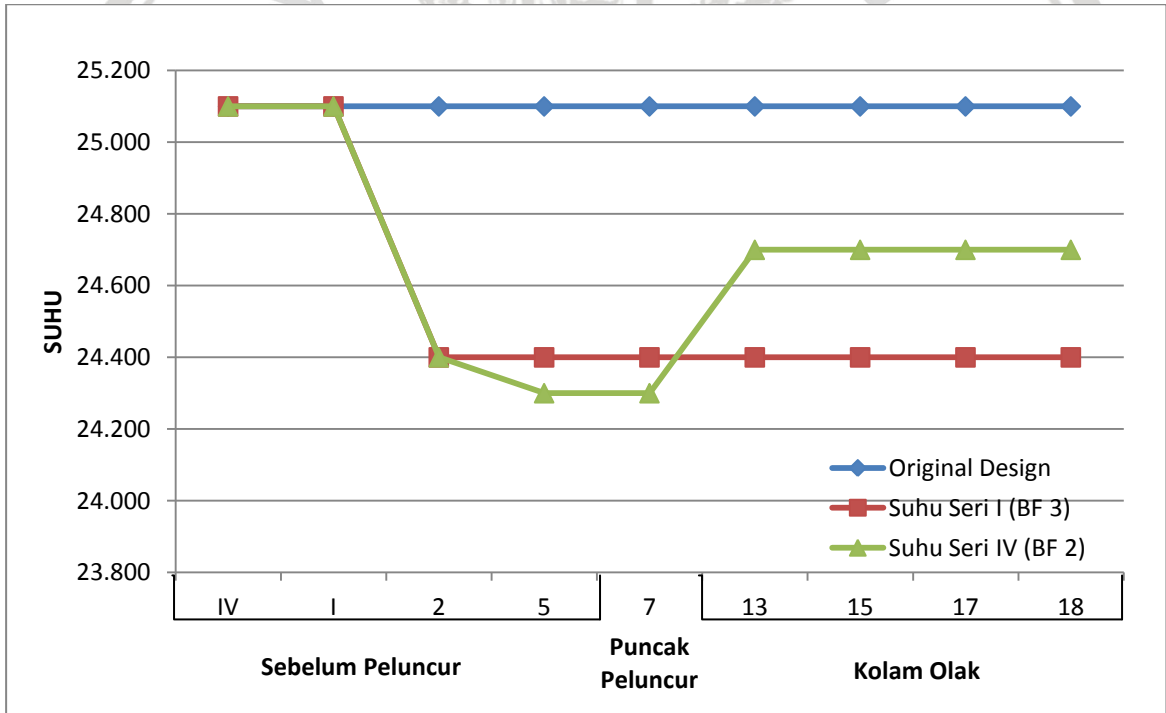
Gambar 4.18 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun



Gambar 4.19 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 4.20 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 4.21 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri IV menunjukkan bahwa:

1. Dapat dilihat dari Gambar 4.16 nilai DO sebelum peluncur section 2 pada seri IV (BF 2) nilainya tinggi dibandingkan dengan kondisi *Original Design* dan seri I (BF 3).

Setelah itu kondisi DO setelah peluncur pada seri 1 (BF 3) section 13 meningkat di bandingkan dengan 2 kondisi lainnya, bahkan pada seri IV (BF 3) menurun. Dan pada section 17 DO di *Original Design* menurun.

2. Dapat dilihat dari Gambar 4.17 nilai DO *Original Design* desain rendah dibanding dua kondisi lainnya. nilai DO seri IV (BF 2) cenderung lebih tinggi. Sebelum peluncur nilai DO pada section 2 meningkat dan menurun pada section 5. Dan setelah peluncur nilai DO cenderung menurun.
3. Dapat dilihat dari Gambar 4.18 nilai DO *Original Design* rendah, dan nilai DO seri I (BF 3) cenderung tinggi. Akan tetapi section 2 seri IV (BF 2) sebelum peluncur nilai DO tinggi, dan nilai DO pada ke tiga kondisi meningkat. Sedangkan setelah peluncur nilai DO cenderung menurun.
4. Dapat dilihat dari Gambar 4.19 suhu seri IV (BF 2) setelah peluncur mengalami peningkatan setelah itu konstan. Sedangkan suhu pada seri I (BF 3) setelah peluncur mengalami penurunan setelah itu konstan.
5. Dapat dilihat dari Gambar 4.20 nilai suhu seri IV (BF 2) mengalami kenaikan dan penurunan setelah itu konstan. Sedangkan nilai suhu pada seri I (BF 3) pada section 2 menurun setelah itu konstan dan nilai suhu pada *Original Design* pada section 2 meningkat setelah konstan dan pada section 17 dan 18 meningkat.
6. Dapat dilihat dari Gambar 4.21 nilai suhu *Original Design* tinggi dan konstan dibandingkan dengan dua kondisi lainnya. nilai suhu seri I (BF 3) pada section 2 mengalami penurunan setelah itu konstan sampai kolam olak. Sedangkan pada seri IV (BF 2) nilai suhu mengalami kenaikan dan penurunan yang cukup besar.

Pada saat dilakukannya pengukuran langsung di lapangan di laboratorium hidrolika terapan Teknik Pengairan, kadar oksigen (DO) dan suhu mengalami peningkatan yang tidak besar bahkan mengalami penurunan. Dan pengukuran tersebut tidak dilakukan di waktu yang sama sehingga hasilnya ada yang tidak sesuai dengan ketentuan yang ada pada referensi. Berikut ini adalah hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, alternatif seri II dan seri III dapat dilihat pada Tabel 4.22 sampai dengan 4.27 berikut ini:

Tabel 4.22

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)
IV	7.133	7.133	7.133
I	7.610	7.610	7.610
2	7.717	7.813	7.870
5	7.570	7.560	7.567
7	7.707	7.623	7.660
13	7.820	7.780	7.513
15	7.587	7.720	7.633
17	7.373	7.670	7.657
18	7.563	7.683	7.593

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.23

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)
IV	7.623	7.623	7.623
I	7.350	7.350	7.350
2	7.740	7.983	8.017
5	7.590	7.743	7.847
7	7.627	7.797	7.797
13	7.723	7.910	7.867
15	7.653	7.917	8.103
17	7.543	7.773	7.753
18	7.573	7.883	7.787

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.24

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)
IV	7.437	7.437	7.437
I	7.593	7.593	7.593
2	7.767	7.993	8.230
5	7.607	7.857	8.040
7	7.667	7.927	8.060
13	7.793	7.913	8.037
15	7.750	7.900	7.960
17	7.690	7.823	7.947
18	7.780	7.950	7.983

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.25

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)
IV	24.667	24.667	24.667
I	24.633	24.633	24.633
2	24.633	24.600	24.600
5	24.633	24.600	24.600
7	24.633	24.500	24.600
13	24.667	24.200	24.600
15	24.667	24.200	24.600
17	24.633	24.200	24.600
18	24.633	24.200	24.600

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.26

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)
IV	24.600	24.600	24.600
I	24.600	24.600	24.600
2	24.700	24.400	24.200
5	24.700	24.400	24.200
7	24.700	24.400	24.200
13	24.700	24.600	24.300
15	24.700	24.600	24.300
17	24.733	24.600	24.300
18	24.800	24.600	24.200

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

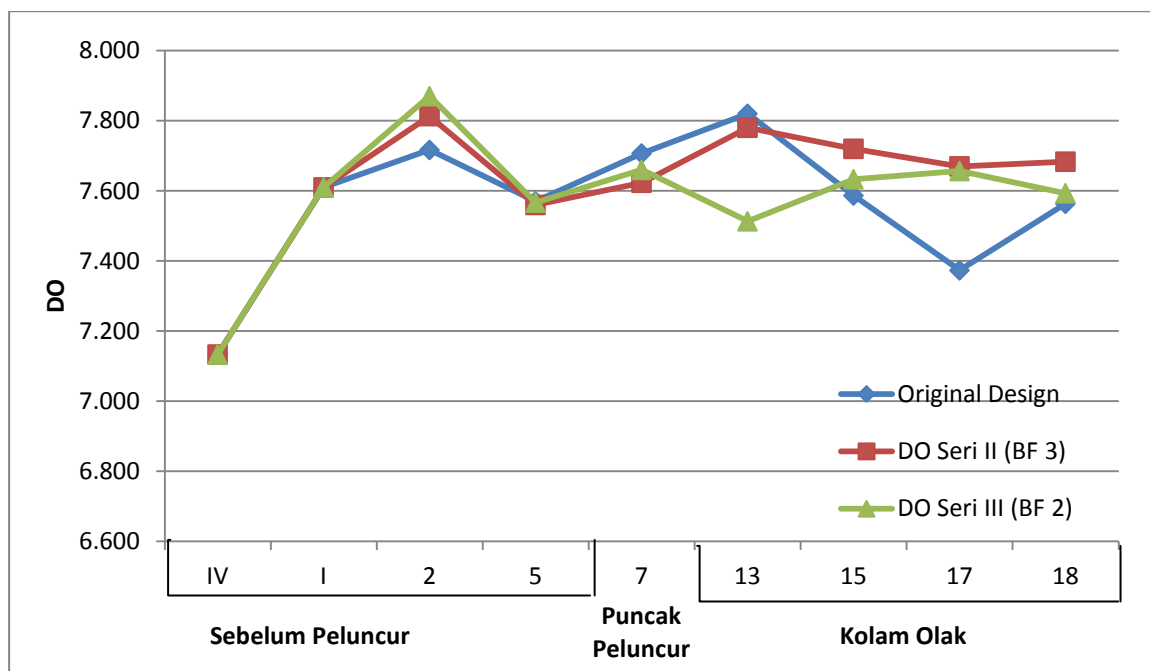
Tabel 4.27

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 1000 Tahun

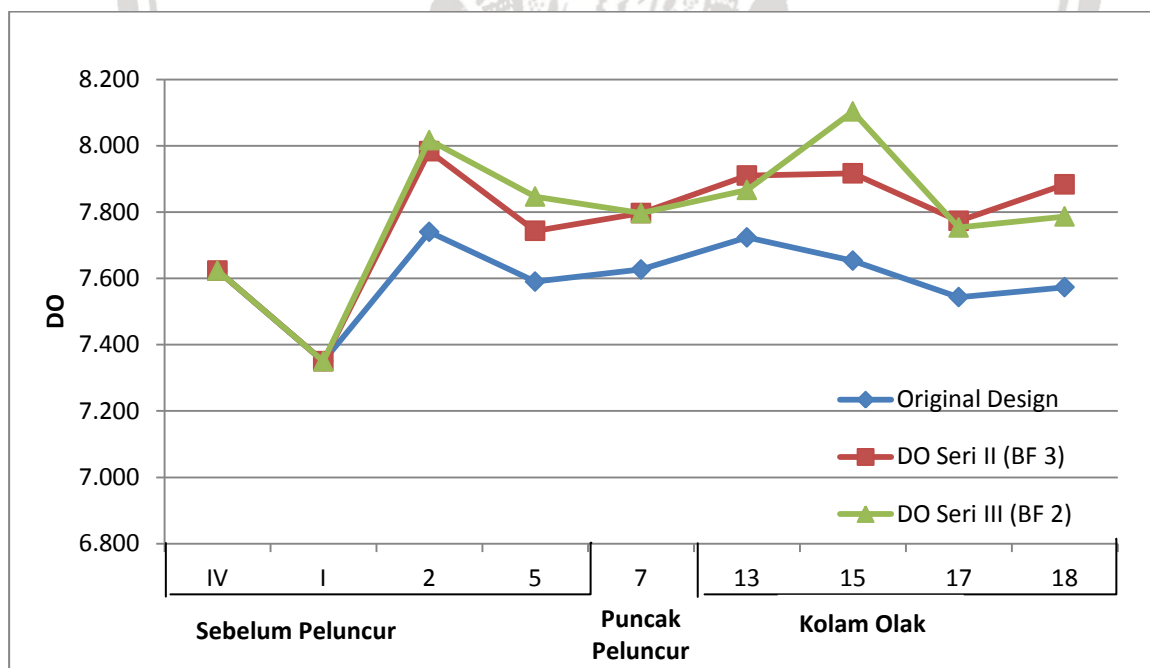
Section	Original Design (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)
IV	25.100	25.100	25.100
I	25.100	25.100	25.100
2	25.100	24.400	24.400
5	25.100	24.400	24.300
7	25.100	24.400	24.300
13	25.100	24.600	24.300
15	25.100	24.600	24.300
17	25.100	24.600	24.300
18	25.100	24.600	24.300

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

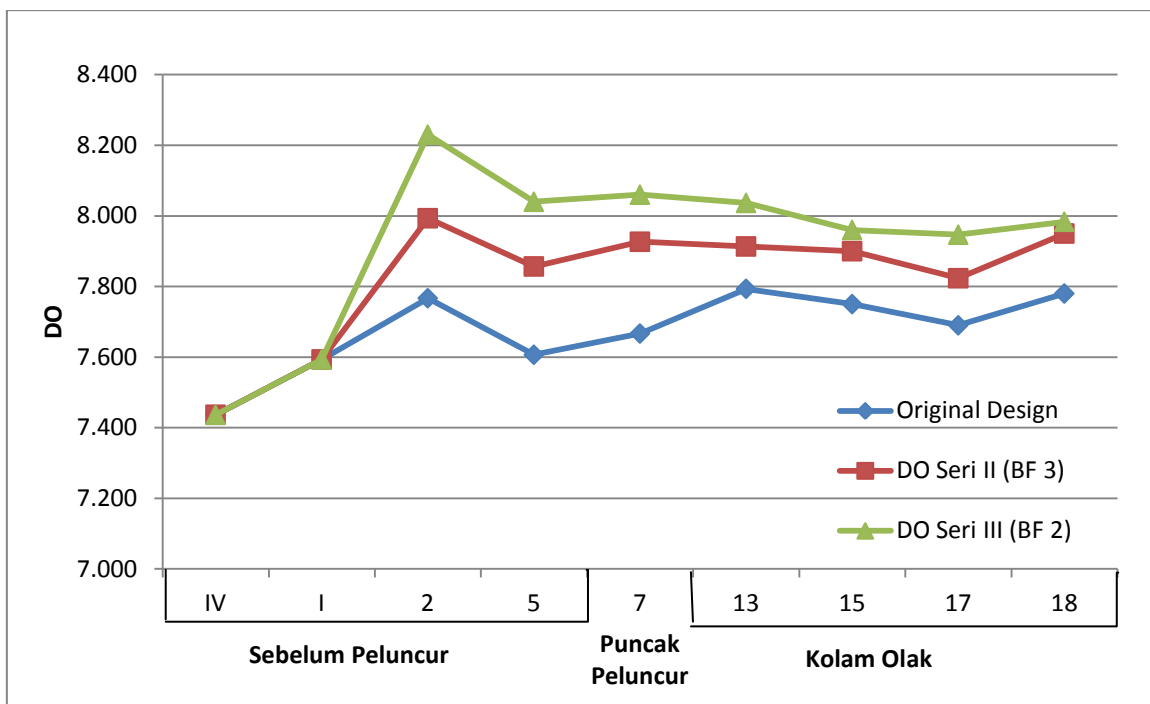
Hasil perbandingan DO dan suhu antara Original Design, alternatif seri I dan seri IV dapat dilihat pada Gambar 4.22 sampai dengan 4.27 berikut ini:



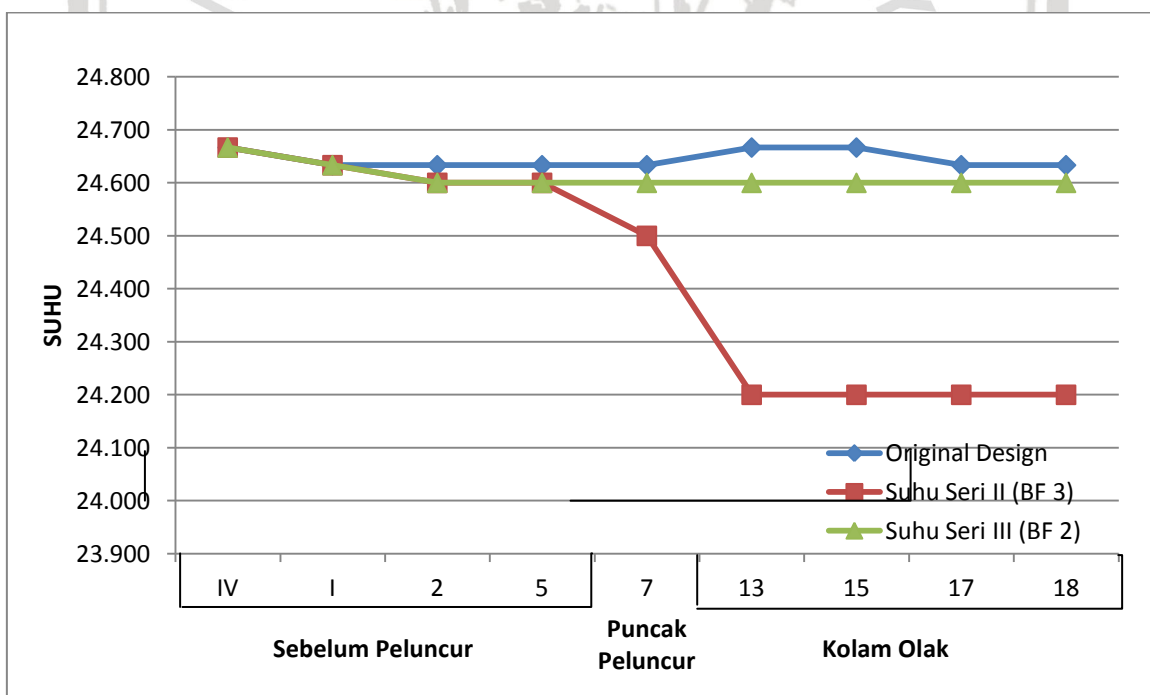
Gambar 4.22 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 2 Tahun



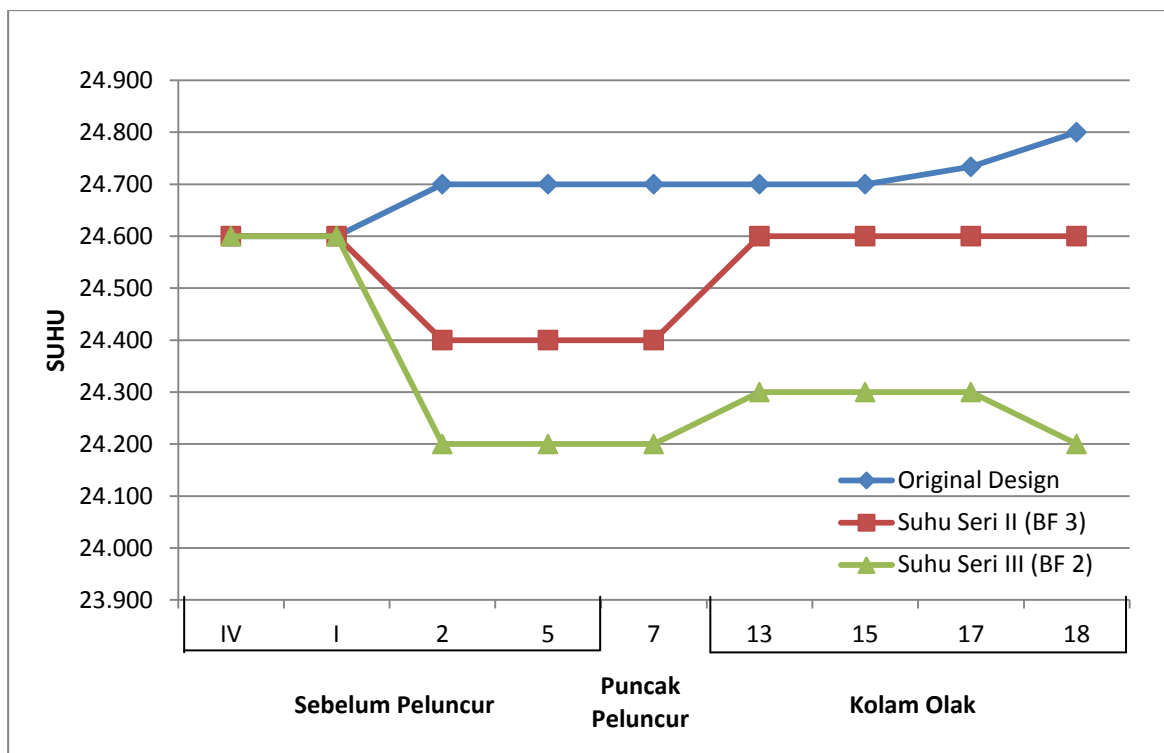
Gambar 4.23 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 100 Tahun



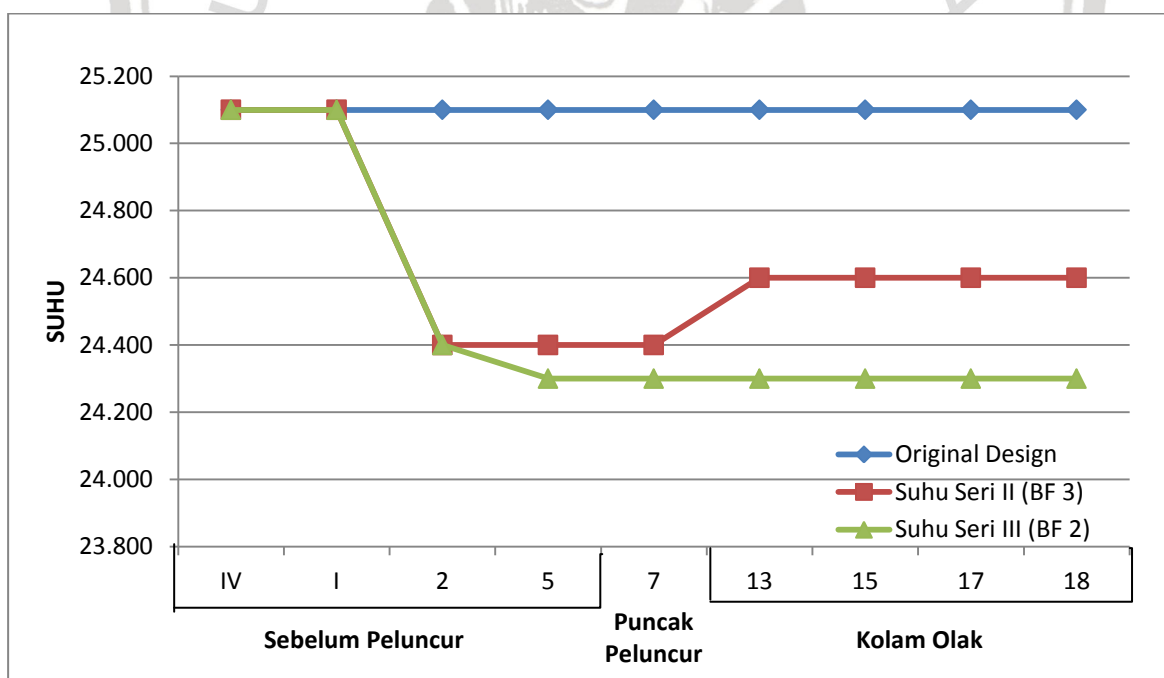
Gambar 4.24 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 1000 Tahun



Gambar 4.25 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 4.26 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 4.27 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri II, dan Seri III menunjukkan bahwa:

1. Dapat dilihat dari Gambar 4.22 nilai DO sebelum peluncur meningkat kecuali pada section 5 nilai DO menurun. Dan nilai DO setelah peluncur pada section 13 seri III (BF 2) menurun sedangkan untuk seri II (BF 3) dan *Original Design* meningkat. nilai DO *Original Design* dan seri II (BF 3) pada section 17 menurun setelah itu meningkat, untuk sri III (BF 2) sebaliknya.
2. Dapat dilihat dari Gambar 4.23 nilai DO paling rendah diantara dua kondisi terjadi pada *Original Design*. Sedangkan nilai DO yang cenderung tinggi terjadi pada seri II (BF 3). Dan pada seri III (BF 2) nilai DO tinggi pada section 15 kolam olah.
3. Dapat dilihat dari Gambar 4.24 nilai DO terendah terjadi pada *Original Design* dan nilai DO tertinggi terjadi pada seri III (BF 2). Nilai DO pada seri II (BF 3) lebih rendah dibandingkan dengan nilai DO seri III (BF 2). Dan nilai DO *Original Design* lebih rendah dibandingkan dengan nilai DO pada kedua kondisi lainnya.
4. Dapat dilihat dari Gambar 4.25 nilai suhu pada seri II (BF 3) di section 7 mengalami penurunan. Dan nilai suhu pada seri III (BF 2) setelah mengalami penurunan kemudian nilai suhu konstan. Sedangkan nilai suhu pada *Original Design* lebih tinggi dibandingkan dengan nilai suhu II (BF 3) dan III (BF 2).
5. Dapat dilihat dari Gambar 4.26 nilai suhu *Original Design* tinggi kecuali pada section IV dan I dibandingkan dengan seri II (BF 3) dan seri III (BF 2). Dan nilai suhu pada seri III (BF 2) cenderung paling rendah dibandingkan dengan *Original Design* dan seri III (BF 2), sedangkan nilai suhu seri II (BF 3) lebih tinggi dibandingkan dengan seri III (BF 2).
6. Dapat dilihat dari Gambar 4.27 nilai suhu *Original Design* tinggi kecuali pada section IV dan I dibandingkan dengan seri II (BF 3) dan seri III (BF 2). Dan nilai suhu pada seri III (BF 2) cenderung paling rendah dibandingkan dengan *Original Design* dan seri III (BF 2), sedangkan nilai suhu seri II (BF 3) mengalami penurunan dan peningkatan tetapi nilai suhu tetap cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan seri III (BF 2).

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, alternatif seri I dan seri II dapat dilihat pada Tabel 4.28 sampai dengan 4.33 berikut ini:

Tabel 4.28

Perbandingan DO antara *Original Design* Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)
IV	7.133	7.133	7.133
I	7.610	7.610	7.610
2	7.717	7.813	7.813
5	7.570	7.560	7.560
7	7.707	7.623	7.623
13	7.820	8.093	7.780
15	7.587	7.647	7.720
17	7.373	7.697	7.670
18	7.563	7.693	7.683

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.29

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)
IV	7.623	7.623	7.623
I	7.350	7.350	7.350
2	7.740	7.983	7.983
5	7.590	7.743	7.743
7	7.627	7.797	7.797
13	7.723	7.857	7.910
15	7.653	7.827	7.917
17	7.543	7.760	7.773
18	7.573	7.823	7.883

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.30

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri I (BF 3) (mg/l)	DO Seri II (BF 3) (mg/l)
IV	7.437	7.437	7.437
I	7.593	7.593	7.593
2	7.767	7.993	7.993
5	7.607	7.857	7.857
7	7.667	7.927	7.927
13	7.793	7.957	7.913
15	7.750	7.920	7.900
17	7.690	7.883	7.823
18	7.780	7.957	7.950

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.31

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)
IV	24.667	24.667	24.667
I	24.633	24.633	24.633
2	24.633	24.600	24.600
5	24.633	24.600	24.600
7	24.633	24.500	24.500
13	24.667	24.500	24.200
15	24.667	24.500	24.200
17	24.633	24.500	24.200
18	24.633	24.500	24.200

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.32

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)
IV	24.600	24.600	24.600
I	24.600	24.600	24.600
2	24.700	24.400	24.400
5	24.700	24.400	24.400
7	24.700	24.400	24.400
13	24.700	24.400	24.600
15	24.700	24.400	24.600
17	24.733	24.400	24.600
18	24.800	24.400	24.600

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

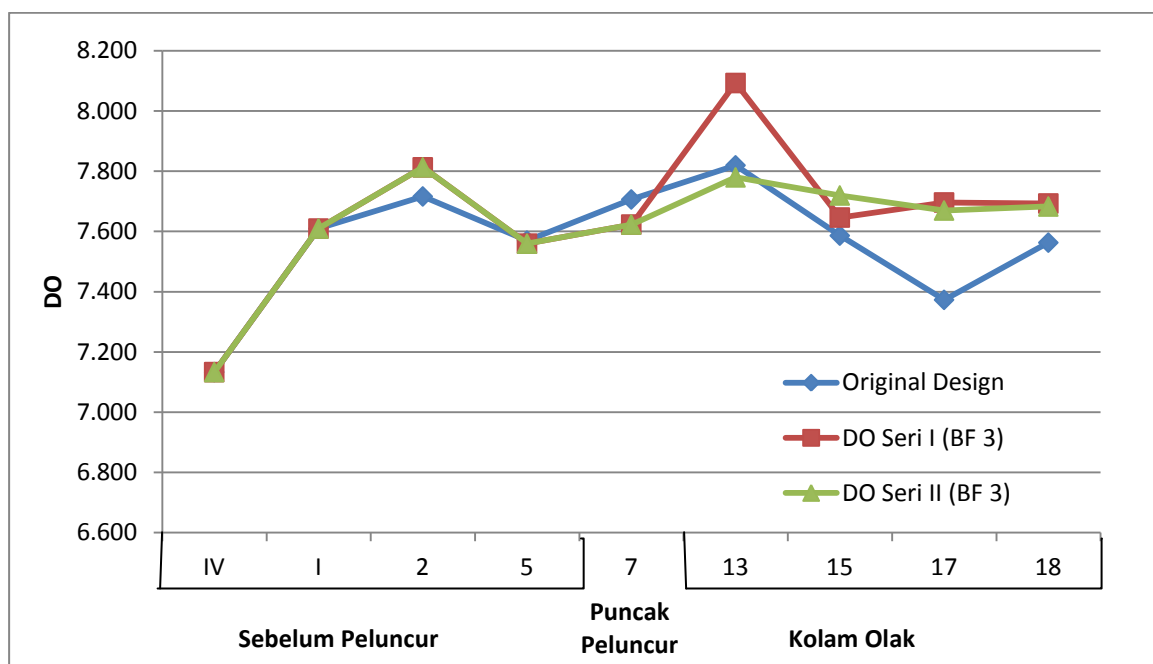
Tabel 4.33

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 1000 Tahun

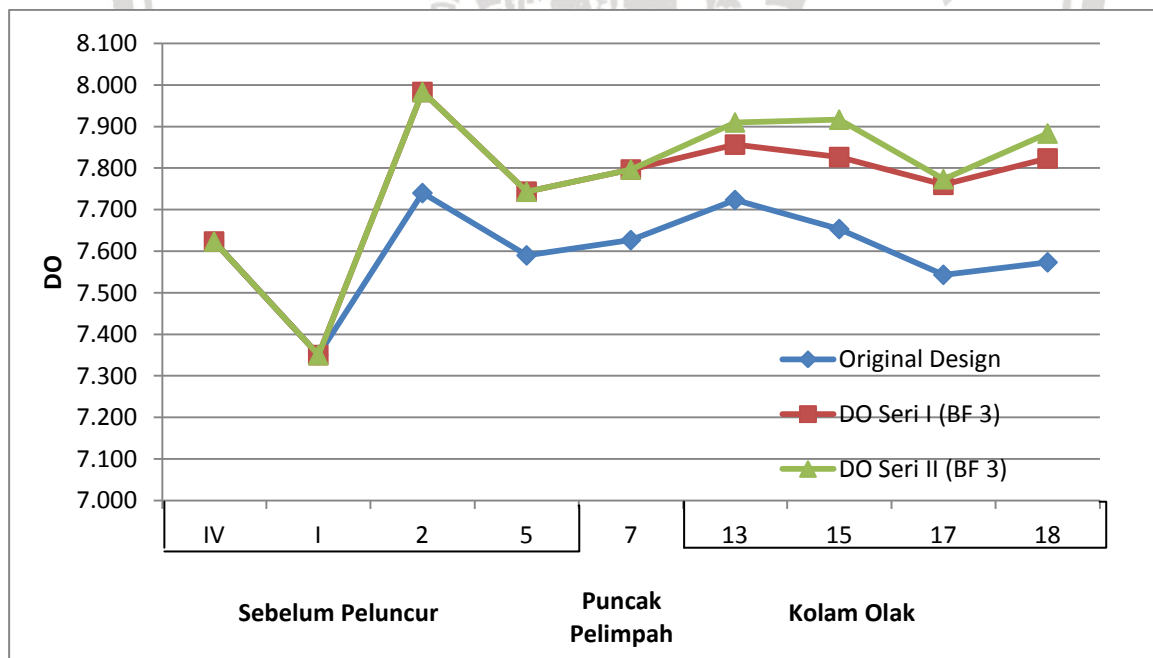
Section	Original Design (°C)	Suhu Seri I (BF 3) (°C)	Suhu Seri II (BF 3) (°C)
IV	25.100	25.100	25.100
I	25.100	25.100	25.100
2	25.100	24.400	24.400
5	25.100	24.400	24.400
7	25.100	24.400	24.400
13	25.100	24.400	24.600
15	25.100	24.400	24.600
17	25.100	24.400	24.600
18	25.100	24.400	24.600

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

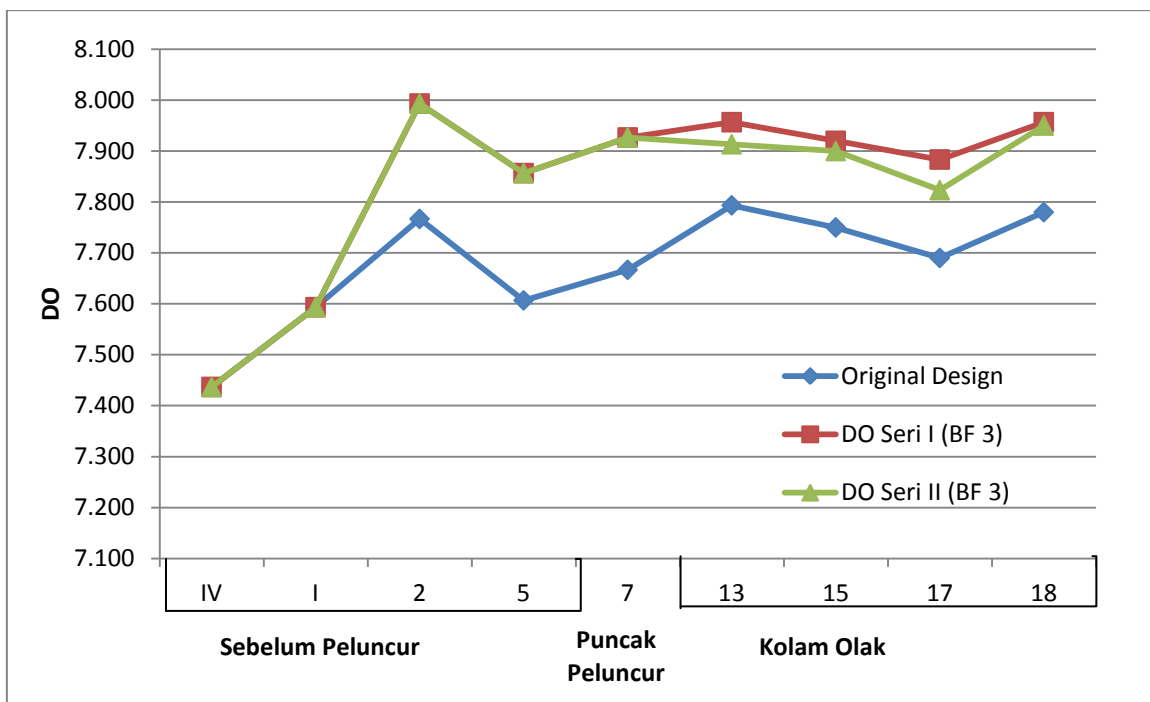
Hasil perbandingan DO dan suhu antara Original Design, alternatif seri I dan seri II dapat dilihat pada Gambar 4.28 sampai dengan 4.33 berikut ini:



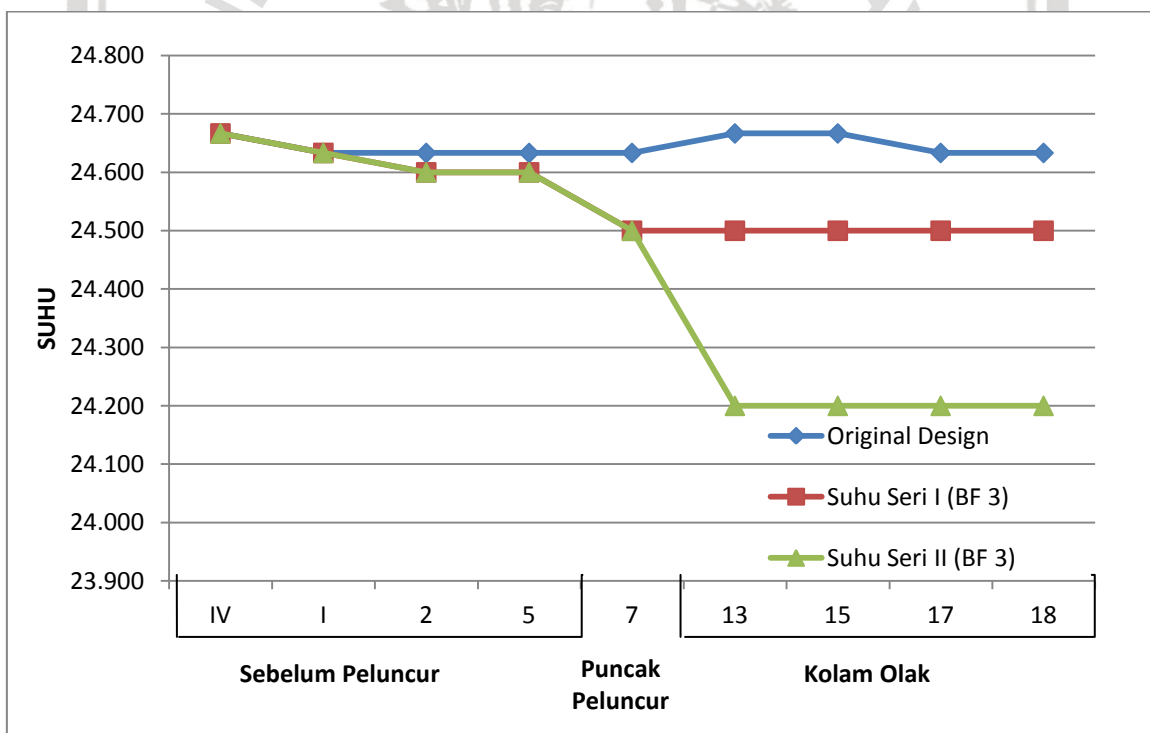
Gambar 4.28 Perbandingan DO *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 2 Tahun



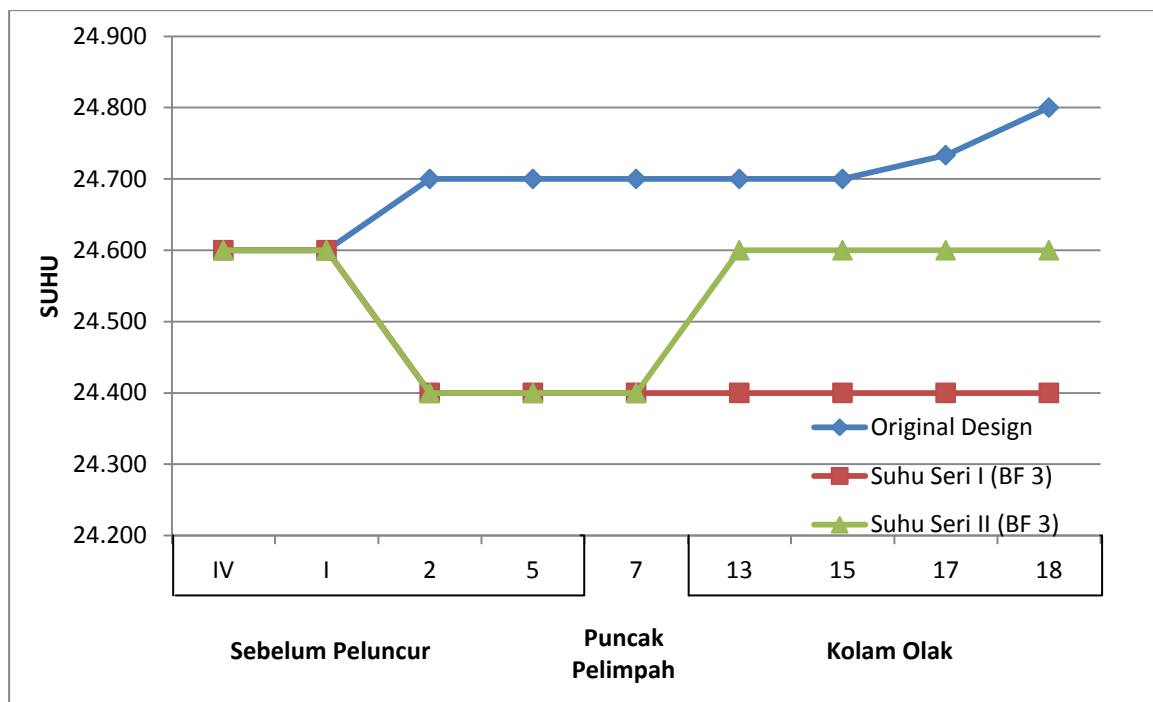
Gambar 4.29 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 100 Tahun



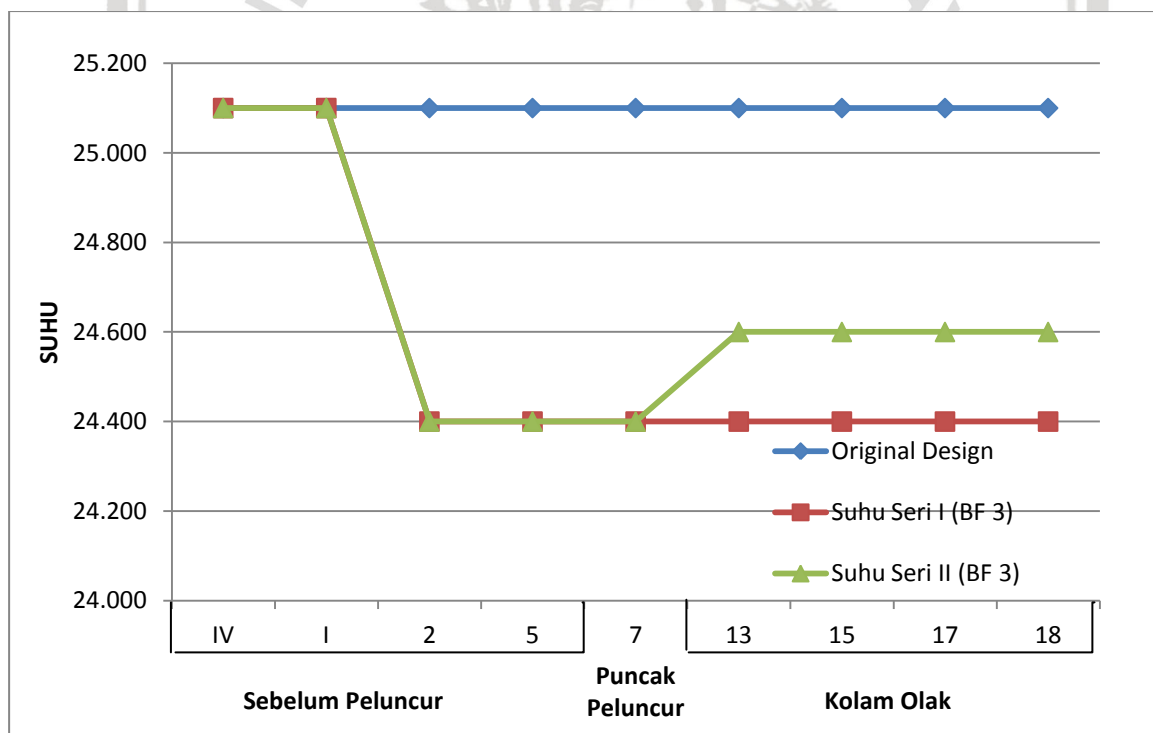
Gambar 4.30 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 1000 Tahun



Gambar 4.31 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 4.32 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 4.33 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri I, dan Seri II menunjukkan bahwa:

1. Dapat dilihat dari Gambar 4.28 nilai kadar oksigen pada seri I mengalami peningkatan pada section 13, setelah itu mengalami penurunan. Sedangkan pada *Original Design* mengalami penurunan dan peningkatan dan penurunan paling banyak terjadi pada section 17 setelah itu naik kembali. Untuk seri II mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak terlalu besar.
2. Dapat dilihat dari Gambar 4.29 nilai kadar oksigen *Original Design* rendah dibandingkan dengan nilai kadar oksigen pada seri I dan seri II (BF 3). Nilai kadar oksigen pada seri II banyak yang meningkat dan nilainya lebih tinggi dibanding dengan seri I, hal itu terjadi pada kolam olak section 13 hingga section 18. Jadi dapat disimpulkan nilai kadar oksigen pada original design lebih rendah dari dua kondisi lainnya yaitu seri I dan seri II (BF 3).
3. Dapat dilihat dari Gambar 4.30 nilai kadar oksigen pada *Original Design* merupakan nilai terendah dibandingkan dengan nilai dua kondisi lainnya yaitu seri I dan seri II. Sedangkan nilai kadar oksigen pada seri I dan seri II hampir sama, pada seri II section 13 sampai section 17 mengalami penurunan dan pada seri I nilai oksigen mengalami peningkatan dan penurunan, akan tetapi nilainya lebih besar dibandingkan nilai oksigen seri II.
4. Dapat dilihat dari Gambar 4.31 suhu pada *Original Design* lebih tinggi dari pada suhu seri I dan seri II. Dan pada seri II mengalami penurunan yang cukup banyak pada section 13 dan seterusnya, sedangkan suhu pada seri I berada di tengah-tengah antara dua seri (original design dan seri II).
5. Dapat dilihat dari Gambar 4.32 nilai suhu pada *Original Design* tinggi dan stabil dibanding dengan nilai suhu seri I dan seri II (BF 3). Sedangkan nilai suhu seri II dan I mengalami penurunan yang cukup banyak terjadi pada section 2 sebelum peluncur, akan tetapi seri II terjadi peningkatan pada kolam olak (section 13) setelah itu nilai suhu stabil. Sedangkan pada seri I setelah mengalami penurunan nilai suhunya kembali stabil.
6. Dapat dilihat dari Gambar 4.33 nilai suhu pada *Original Design* tertinggi dibandingkan dengan seri I dan seri II. Sedangkan suhu pada kedua kondisi tersebut pada awalnya sama, hingga pada section 13 suhu pada seri II meningkat sedangkan suhu pada seri I stabil.

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, alternatif seri III dan seri IV dapat dilihat pada Tabel 4.34 sampai dengan 4.39 berikut ini:

Tabel 4.34

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.133	7.133	7.133
I	7.610	7.610	7.610
2	7.717	7.870	7.870
5	7.570	7.567	7.567
7	7.707	7.660	7.660
13	7.820	7.513	7.440
15	7.587	7.633	7.423
17	7.373	7.657	7.540
18	7.563	7.593	7.510

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.35

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.623	7.623	7.623
I	7.350	7.350	7.350
2	7.740	8.017	8.017
5	7.590	7.847	7.847
7	7.627	7.797	7.797
13	7.723	7.867	7.847
15	7.653	8.103	7.757
17	7.543	7.753	7.797
18	7.573	7.787	7.863

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.36

Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Section	Original Design (mg/l)	DO Seri III (BF 2) (mg/l)	DO Seri IV (BF 2) (mg/l)
IV	7.437	7.437	7.437
I	7.593	7.593	7.593
2	7.767	8.230	8.230
5	7.607	8.040	8.040
7	7.667	8.060	8.060
13	7.793	8.037	7.870
15	7.750	7.960	7.853
17	7.690	7.947	7.820
18	7.780	7.983	7.773

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.37

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	24.667	24.667	24.667
I	24.633	24.633	24.633
2	24.633	24.600	24.600
5	24.633	24.600	24.600
7	24.633	24.600	24.600
13	24.667	24.600	25.100
15	24.667	24.600	25.100
17	24.633	24.600	25.100
18	24.633	24.600	25.100

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

Tabel 4.38

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun

Section	Original Design (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	24.600	24.600	24.600
I	24.600	24.600	24.600
2	24.700	24.200	24.200
5	24.700	24.200	24.200
7	24.700	24.200	24.200
13	24.700	24.300	24.700
15	24.700	24.300	24.700
17	24.733	24.300	24.700
18	24.800	24.200	24.700

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

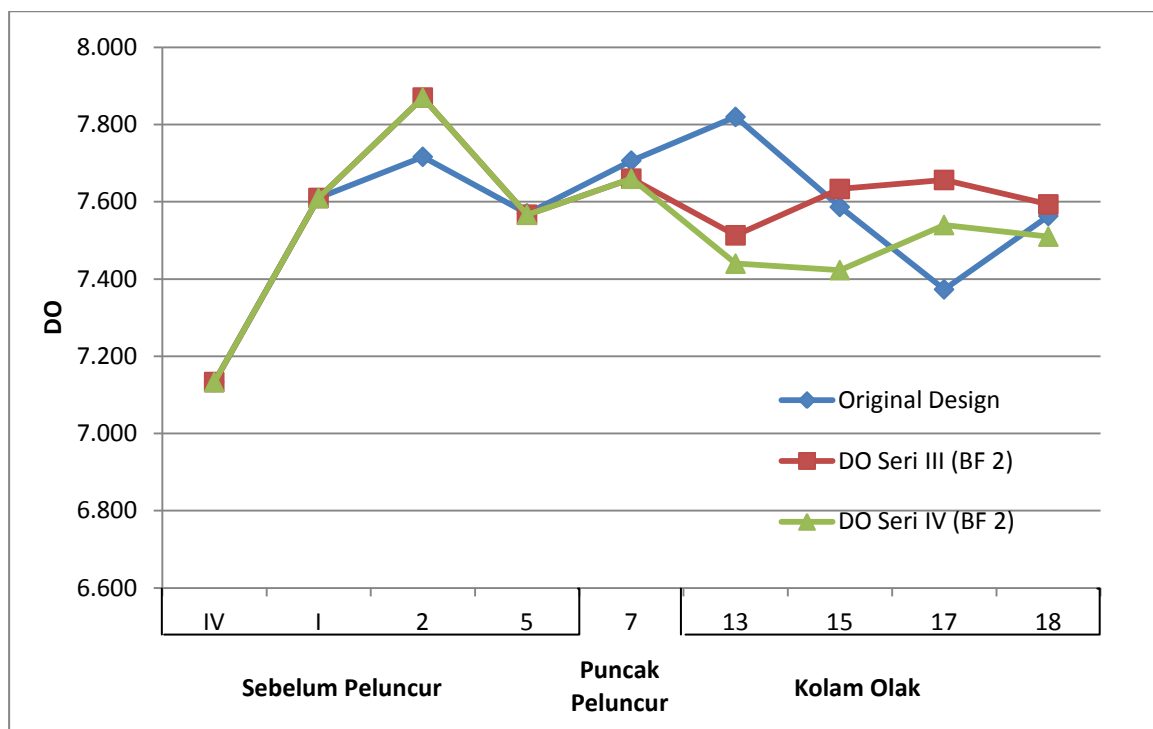
Tabel 4.39

Perbandingan Suhu antara *Original Design*, alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

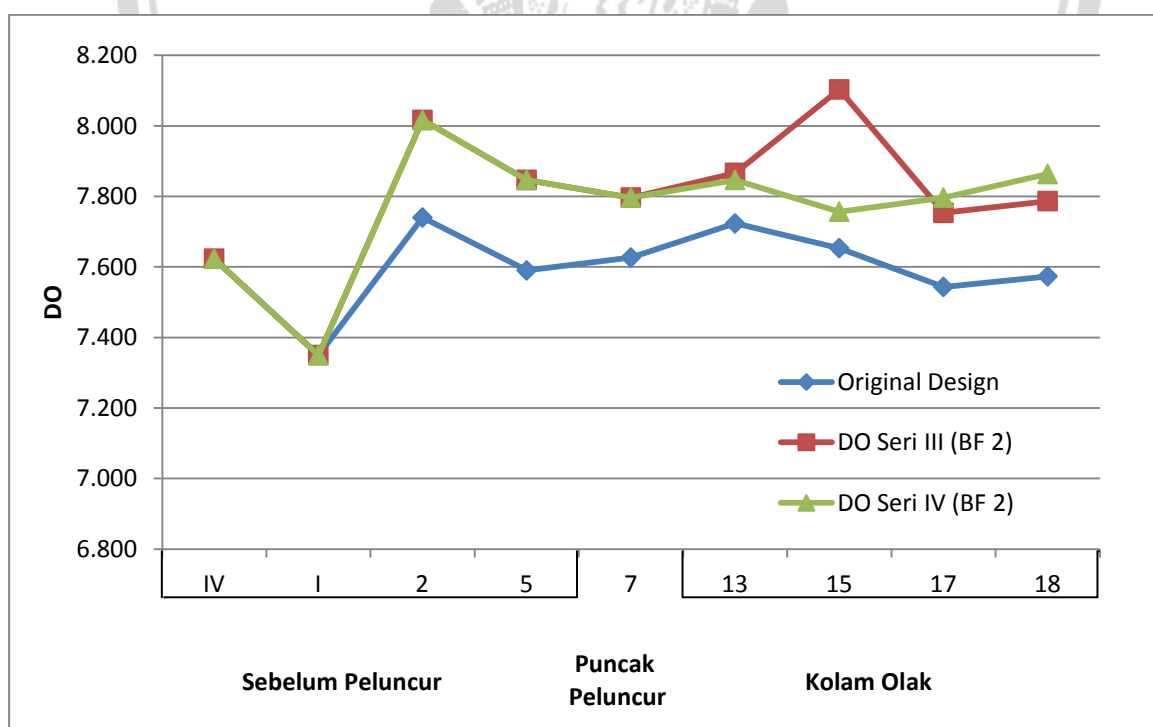
Section	Original Design (°C)	Suhu Seri III (BF 2) (°C)	Suhu Seri IV (BF 2) (°C)
IV	25.100	25.100	25.100
I	25.100	25.100	25.100
2	25.100	24.400	24.400
5	25.100	24.300	24.300
7	25.100	24.300	24.300
13	25.100	24.300	24.700
15	25.100	24.300	24.700
17	25.100	24.300	24.700
18	25.100	24.300	24.700

Sumber: Hasil Pengukuran, 2017

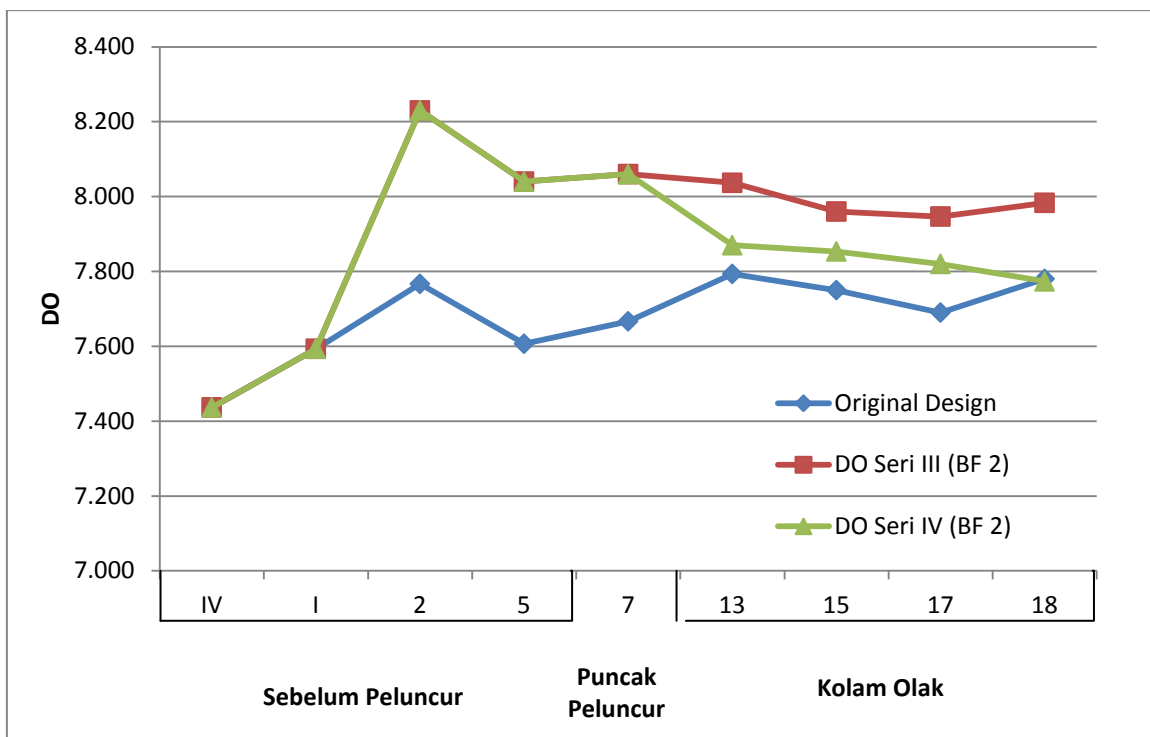
Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, alternatif seri III dan seri IV dapat dilihat pada Gambar 4.34 sampai dengan 4.39 berikut ini:



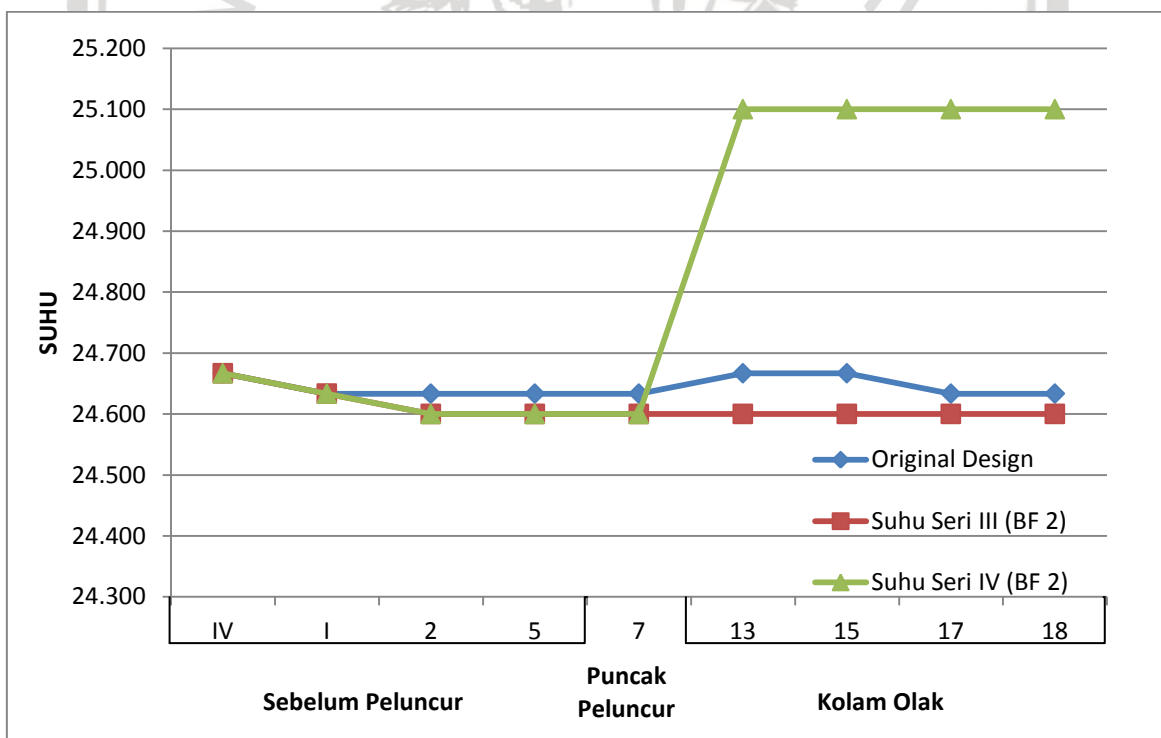
Gambar 4.34 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun



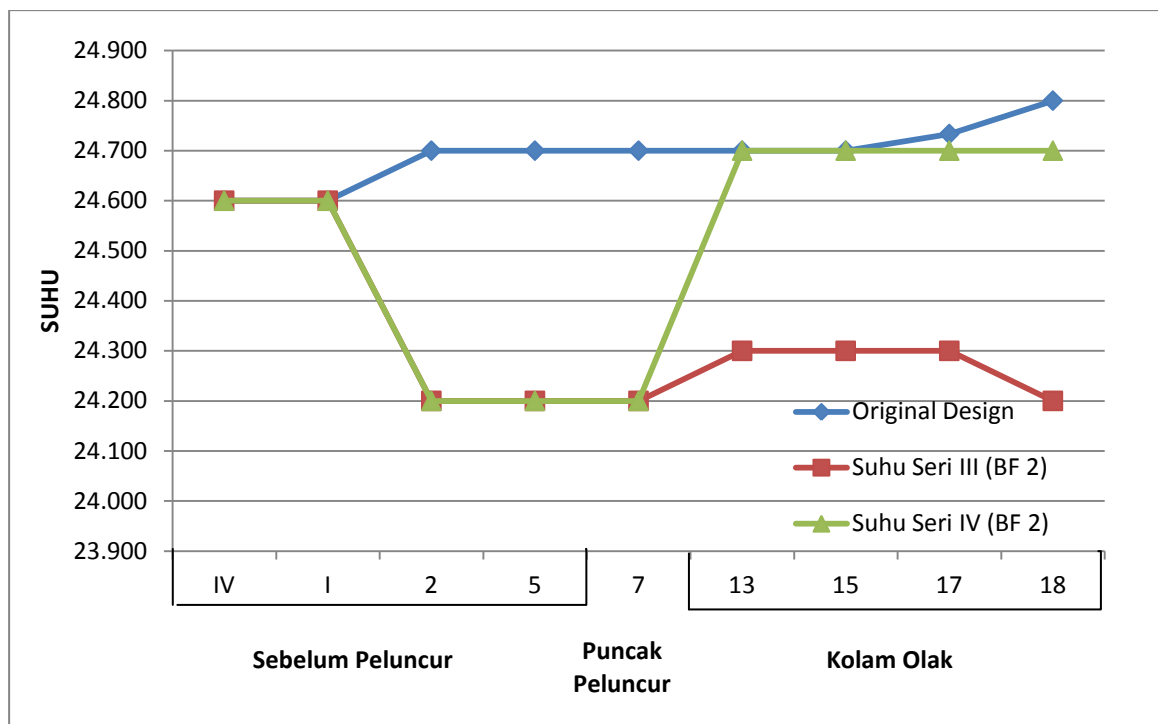
Gambar 4.35 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun



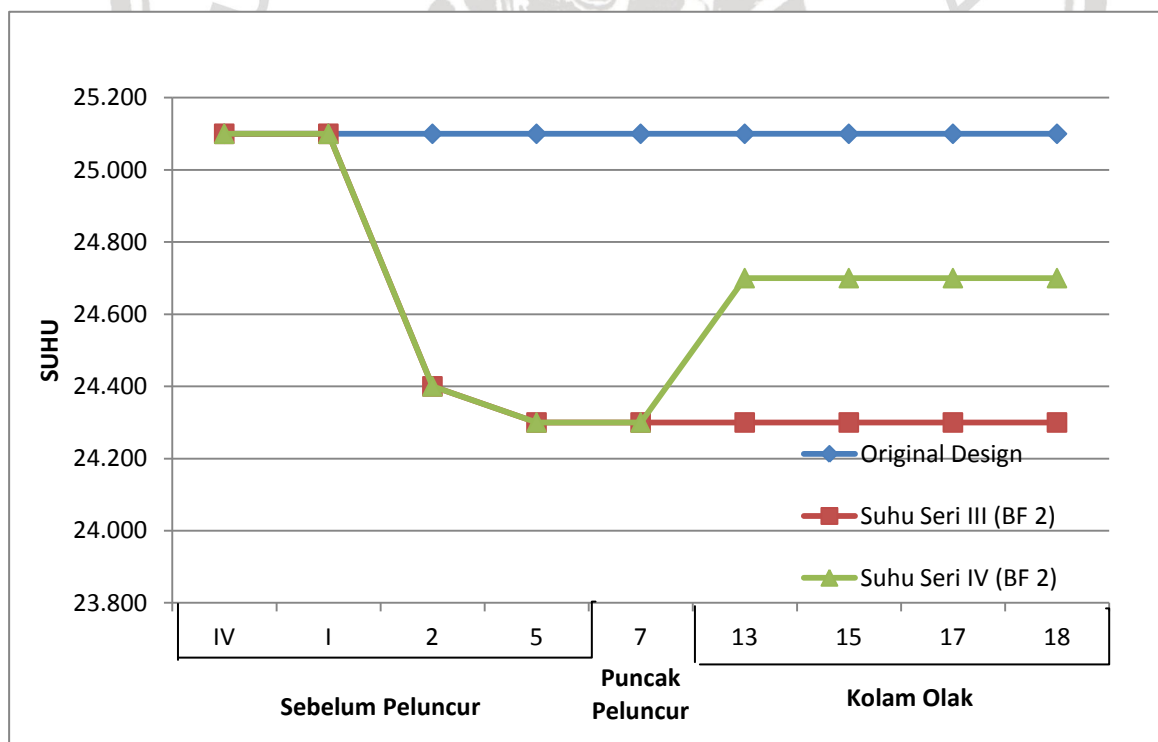
Gambar 4.36 Perbandingan DO antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun



Gambar 4.37 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 4.38 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 100 Tahun



Gambar 4.39 Perbandingan Suhu antara *Original Design*, alternatif Seri III, dan Seri IV dengan Kala Ulang 1000 Tahun

Hasil perbandingan DO dan suhu antara *Original Design*, Alternatif Seri III, dan Seri IV menunjukkan bahwa:

1. Dapat dilihat dari Gambar 4.34 nilai kadar oksigen pada *Original Design* awal section sama, pada section 2 menurun dan meningkat pada section 13, dan pada section 15 dan section 17 menurun. Sedangkan kadar oksigen seri III dan seri IV pada section IV hingga section 7 sama, tetapi pada section selanjutnya kadar oksigen pada seri III lebih tinggi dibandingkan kadar oksigen seri IV.
2. Dapat dilihat Dari Gambar 4.35 nilai kadar oksigen pada *Original Design* rendah dibandingkan dengan kedua kondisi lainnya yaitu seri III dan IV (BF 2). Sedangkan pada seri III dan seri IV nilai kadar oksigen cenderung sama, tetapi pada kolam olak section 15 nilai kadar oksigen seri III meningkat setelah itu menurun dan meningkat kembali sedangkan seri IV menurun dan meningkat kembali.
3. Dapat dilihat dari Gambar 4.36 nilai kadar oksigen pada *Original Design* lebih rendah dibandingkan dengan seri III dan seri IV. Sedangkan nilai kadar oksigen pada seri III dan seri IV di section IV hingga 7 sama, tetapi pada section selanjutnya nilai kadar oksigen pada seri III lebih tinggi dari nilai kadar oksigen pada seri IV.
4. Dapat dilihat dari Gambar 4.37 suhu pada seri III dan seri IV sama hingga section 7, setelah itu terjadi peningkatan pada seri IV sedangkan seri III stabil. Dan suhu *Original Design* tingginya berada diantara seri III dan seri IV.
5. Dapat dilihat dari Gambar 4.38 nilai suhu pada *Original Design* dapat dikatakan tinggi dibandingkan dengan seri III dan seri IV (BF 2). Sedangkan nilai suhu pada seri III dan seri IV (BF 2) mengalami penurunan pada section 2, setelah itu nilai sama dan pada section 13 suhu pada seri III dan seri IV meningkat, kemudian nilai setara tetapi pada section 18 suhu seri III menurun.
6. Dapat dilihat dari Gambar 3.39 suhu pada *Original Design* di awal section hingga akhir section stabil. Sedangkan suhu pada seri III dan seri IV konstan hingga section 7 dan mengalami penurunan pada section 2, tetapi pada section 13 suhu di seri IV meningkat sedangkan suhu di seri III stabil.

4.3. Pemasukan Udara dan Konsentrasi udara Dalam Aliran

Besarnya konsentrasi udara dalam aliran atau aerasi alamiah telah diteliti oleh beberapa ahli dalam memasukan variabel yang mempengaruhinya, antara lain faktor kemiringan, faktor debit, faktor kekasaran dan bilangan *Froude*. Karakter penting dalam aliran dengan aliran kecepatan tinggi pada permukaan pelimpah udara masuk dari atmosfer ke dalam aliran dan bercampur dalam aliran.

Gangadharaiah, dkk. (1970) merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh variabel kekasaran dasar dan bilangan *Froude* (Raju, 1986,p.250):

$$C_a = \frac{1,35nF_c^{3/2}}{1 + 1,35nF_c^{3/2}}$$

dengan:

C_a = konsentrasi udara teoritis rata-rata

n = koefisien kekasaran pelimpah

F_c = bilangan Froude di penampang C

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran pada kala ulang 2 tahun, debit 293, 94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada *section IV*:

Diketahui: Data analitis Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.40.

Ditanya: Konsentrasi udara teoritis pada *section IV* model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.41 didapat $h_n = \left(\frac{293,94}{50}\right)^2 / (9,81)^{1/3} = 4,647$ m
2. $A = 50 \times 4,647 = 348,556$ m²
3. $V_n = 293, 94 / 348,556 = 0,843$ m/s
4. $Fr = \frac{v}{\sqrt{g.h}}$
 $= \frac{0,843}{\sqrt{9,81 \cdot 4,647}} = 0,1290684$
5. Koefisien kekasaran pelimpah diambil nilai 0,014
6. Menghitung nilai C_a atau konsentrasi udara pada *section IV* pada model tes Bendungan Riam Kiwa dengan $n = 0,014$ dan $Fr = 0,1290684$

$$\begin{aligned} C_a &= \frac{1,35nF_c^{3/2}}{1 + 1,35nF_c^{3/2}} \\ &= \frac{1,35 \times 0,014 \times 0,1290684^{3/2}}{1 + 1,35 \times 0,014 \times 0,1290684^{3/2}} \\ &= 0,000041 \end{aligned}$$

Tabel 4.40

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 2 Tahun

Section	Jarak x	vn m/s	hn m	Fc	Ca
IV	0.0	0.84	4.647	0.13	0.000041
III	4.0	0.84	4.648	0.13	0.000041
II	4.0	0.84	4.648	0.13	0.000041
I	4.0	0.84	4.647	0.13	0.000041
0	2.4	3.75	1.161	1.15	0.028645
1	7.2	2.078	1.886	0.50	0.002354
2	7.2	14.42	0.272	9.13	14.371802
5	10.4	1.46	3.097	0.27	0.000391
6	11.2	1.43	4.103	0.23	0.000241
7	10.0	1.43	4.103	0.23	0.000241
8	4.0	3.86	1.522	1.03	0.020878

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.41

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 100 Tahun

Secton	Jarak x	vn m/s	hn m	Fc	Ca
IV	0.0	1.469	5.686	0.20	0.000159
III	4.0	1.469	5.686	0.20	0.000159
II	4.0	1.469	5.686	0.20	0.000159
I	4.0	1.469	5.686	0.20	0.000159
0	2.4	4.343	1.923	1.03	0.020874
1	7.2	5.494	1.52	1.47	0.060131
2	7.2	14.868	0.562	6.55	5.300917
5	10.4	2.184	4.423	0.34	0.000761
6	11.2	2.321	5.397	0.33	0.000678
7	10.0	2.321	5.398	0.33	0.000677
8	4.0	4.972	2.52	1.03	0.020878

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.42

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 1000 Tahun

Secton	Jarak x	vn m/s	hn m	Fc	Ca
IV	0.0	1.854	6.341	0.24	0.000271
III	4.0	1.854	6.341	0.24	0.000271
II	4.0	1.854	6.341	0.24	0.000271
I	4.0	1.854	6.341	0.24	0.000271
0	2.4	4.867	2.415	1.03	0.020874
1	7.2	5.311	2.213	1.18	0.030921
2	7.2	15.114	0.778	5.66	3.418744
5	10.4	2.579	5.271	0.37	0.000963
6	11.2	2.84	6.209	0.38	0.001006
7	10.0	2.839	6.21	0.38	0.001005
8	4.0	5.572	3.165	1.03	0.020877

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran pada peluncur seri I, debit 293, 94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada *section 9*:

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.43.

Ditanya: Konsentrasi udara teoritis pada *section 9* model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.43 didapat kecepatan dan kedalaman *section 9* pada model tes Bendungan Riam Kiwa adalah $v = 5,03$ m/dt dan $h = 2,22$ m. Maka dihitung bilangan *Froude* pada *section 9*:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \\ &= \frac{5,03}{\sqrt{9,81 \cdot 2,22}} = 1,114606 \end{aligned}$$

2. Koefisien kekasaran pelimpah diambil nilai 0,014
3. Menghitung nilai C_a atau konsentrasi udara rata-rata pada *section 9* pada model tes Bendungan Riam Kiwa dengan $n = 0,014$ dan $Fr = 1,114606$

$$\begin{aligned} C_a &= \frac{1,35nF_c^{3/2}}{1 + 1,35nF_c^{3/2}} \\ &= \frac{1,35 \times 0,014 \times 1,114606^{3/2}}{1 + 1,35 \times 0,014 \times 1,114606^{3/2}} \\ &= 0,026171 \end{aligned}$$

4. Mencari h analitis $h_n = h_b \times (1 - C_{a1})$
 $= 2,22 \times (1 - 0,026171)$
 $= 2,16$ m
5. Menghitung nilai C_{a2} atau konsentrasi udara teoritis pada *section 9* pada model tes Bendungan Riam Kiwa dengan $n = 0,014$ dan $Fr = 1,129484$

$$\begin{aligned} C_{a2} &= \frac{1,35nF_c^{3/2}}{1 + 1,35nF_c^{3/2}} \\ &= \frac{1,35 \times 0,014 \times 1,129484^{3/2}}{1 + 1,35 \times 0,014 \times 1,129484^{3/2}} \\ &= 0,027233 \end{aligned}$$

Tabel 4.43

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri I Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 2 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	5.03	2.22	1.11	0.026171	2.16	1.13	0.027233
10	8.8	2.66	3.54	0.47	0.001915	3.53	0.47	0.001921
11	20.0	2.35	5.32	0.34	0.000722	5.31	0.34	0.000722
12	20.0	2.57	4.78	0.39	0.001104	4.77	0.39	0.001106
13	20.0	3.38	6.84	0.43	0.001467	6.83	0.43	0.001470

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.44

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri II Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 2 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	5.03	2.22	1.11	0.026171	2.14	1.13	0.027575
10	8.8	2.66	3.54	0.47	0.001915	3.53	0.47	0.001922
11	20.0	2.35	5.32	0.34	0.000722	5.32	0.34	0.000722
12	20.0	2.57	4.78	0.39	0.001104	4.77	0.39	0.001107
13	20.0	1.11	6.86	0.14	0.000051	6.83	0.14	0.000052

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.45

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri III Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 2 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	6.64	2.60	1.36	0.047488	2.47	1.39	0.051083
10	8.8	2.55	3.17	0.47	0.002001	3.17	0.47	0.002007
11	20.0	1.90	3.82	0.32	0.000622	3.82	0.32	0.000623
12	20.0	5.03	3.24	0.92	0.014815	3.19	0.93	0.015151
13	20.0	1.11	8.05	0.13	0.000040	8.05	0.13	0.000040

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.46

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri IV Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 2 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	6.64	2.60	1.36	0.047488	2.47	1.39	0.051083
10	8.8	2.55	3.17	0.47	0.002001	3.17	0.47	0.002007
11	20.0	1.90	3.82	0.32	0.000622	3.82	0.32	0.000623
12	20.0	5.03	3.24	0.92	0.014815	3.19	0.93	0.015151
13	20.0	1.11	7.21	0.14	0.000048	7.21	0.14	0.000048

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.47

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri I Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 100 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	6.36	3.61	1.10	0.025493	3.51	1.12	0.026499
10	8.8	1.75	5.95	0.24	0.000249	5.95	0.24	0.000249
11	20.0	8.55	5.72	1.18	0.031033	5.54	1.20	0.032536
12	20.0	2.78	5.20	0.40	0.001235	5.20	0.40	0.001237
13	20.0	1.26	7.46	0.15	0.000067	7.46	0.15	0.000067

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.48

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri II Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 100 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	6.36	3.61	1.10	0.025493	3.51	1.12	0.026499
10	8.8	1.75	5.95	0.24	0.000249	5.95	0.24	0.000249
11	20.0	8.55	5.72	1.18	0.031033	5.54	1.20	0.032536
12	20.0	2.78	5.20	0.40	0.001235	5.20	0.40	0.001237
13	20.0	1.63	7.62	0.19	0.000139	7.62	0.19	0.000139

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.49

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri III Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 100 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	4.0	5.71	4.21	0.92	0.014627	4.15	0.92	0.014954
10	8.8	4.52	4.86	0.68	0.005842	4.83	0.68	0.005893
11	20.0	1.48	4.95	0.22	0.000198	4.95	0.22	0.000198
12	20.0	6.58	4.56	1.02	0.019836	4.47	1.03	0.020441
13	20.0	1.11	8.89	0.12	0.000035	8.89	0.12	0.000035

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.50

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri IV Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 100 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	Fc ₁	Ca ₁	hn (m)	Fc ₂	Ca ₂
9	5.7	4.21	4.21	0.68	0.005873	4.19	0.68	0.005925
10	4.5	4.86	4.86	0.73	0.007288	4.83	0.73	0.007368
11	1.5	4.95	4.95	0.73	0.007484	4.91	0.74	0.007568
12	6.6	4.56	4.56	0.71	0.006624	4.53	0.71	0.006690
13	2.3	8.03	8.89	0.89	0.013288	8.77	0.90	0.013557

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.51

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri I Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 1000 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	F _{C1}	Ca ₁	hn (m)	F _{C2}	Ca ₂
9	4.0	6.48	4.91	0.97	0.017056	4.82	0.97	0.017502
10	8.8	3.24	5.34	0.46	0.001867	5.33	0.46	0.001873
11	20.0	7.27	5.43	1.03	0.020660	5.31	1.04	0.021318
12	20.0	3.78	7.32	0.46	0.001854	7.30	0.46	0.001859
13	20.0	1.11	7.12	0.14	0.000048	7.12	0.14	0.000048

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.52

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri II Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 1000 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	F _{C1}	Ca ₁	hn (m)	F _{C2}	Ca ₂
9	4.0	6.48	4.91	0.97	0.017056	4.82	0.97	0.017502
10	8.8	3.24	5.34	0.46	0.001867	5.33	0.46	0.001873
11	20.0	7.27	5.43	1.03	0.020660	5.31	1.04	0.021318
12	20.0	3.78	7.32	0.46	0.001854	7.30	0.46	0.001859
13	20.0	2.47	6.93	0.31	0.000565	6.92	0.31	0.000565

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.53

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri III Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 1000 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	F _{C1}	Ca ₁	hn (m)	F _{C2}	Ca ₂
9	4.0	5.22	5.30	0.75	0.007939	5.25	0.75	0.008034
10	8.8	5.11	10.63	0.52	0.002611	10.60	0.52	0.002621
11	20.0	1.80	4.72	0.27	0.000386	4.72	0.27	0.000386
12	20.0	6.60	4.84	0.99	0.018323	4.76	1.00	0.018838
13	20.0	1.68	9.28	0.18	0.000115	9.28	0.18	0.000115

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.54

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Pada Peluncur Seri IV Menurut Gangadharaiah, dkk. Kala Ulang 1000 Tahun

Section	X	v (m/s)	hb (m)	F _{C1}	Ca ₁	hn (m)	F _{C2}	Ca ₂
9	4.0	5.22	5.30	0.75	0.007939	5.25	0.75	0.008034
10	8.8	5.11	10.63	0.52	0.002611	10.60	0.52	0.002621
11	20.0	1.80	4.72	0.27	0.000386	4.72	0.27	0.000386
12	20.0	6.60	4.84	0.99	0.018323	4.76	1.00	0.018838
13	20.0	3.06	7.27	0.37	0.000991	7.27	0.37	0.000993

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Straub-Anderson (1960) kemiringan $7,5^{\circ}$ - 75° merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh sudut kemiringan dan debit per satuan lebar ((Haderson, 1966,p.185):

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran menurut Straub-Anderson (1960) kemiringan $7,5^{\circ}$ - 75° (Haderson, 1966,p.185) kala ulang 2 tahun, debit 293, 94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.55.

Ditanya: Konsentrasi udara teoritis rata-rata pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.55 kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa didapat $\theta = 25,6$ $Q_2 = 293,94$ m³/dt dan lebar = 75 m. Maka dihitung debit per satuan lebar pada *section 2*

$$q = \frac{293,94 \text{ m}^3/\text{dt}}{75 \text{ m}}$$

$$= 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$$

2. $S = \sin \theta$
 $= \sin 25,6 = 0,4504$

3. Menghitung nilai C_a atau konsentrasi udara kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa

$$C_a = (S/q^{1/5})$$

$$= (0,4504/3,9192^{1/5})$$

$$= 0,3428$$

Jadi untuk nilai konsentrasi udara teoritis yang terjadi pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa sebesar 0,348. Pada perhitungan ini nilai konsentrasi teoritis faktor kemiringan pelimpah dan debit mempengaruhi nilai konsentrasi udara bangunan yang di teliti. Sehingga konsentrasi udara teoritis berbeda disetiap debit yang yang diukur. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.55.

Tabel 4.55

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Straub-Anderson (1960) kemiringan $7,5^\circ$ - 75° (Haderson, 1966:185)

Kala Ulang	θ	q (m^2/det)	S	Ca
2	25.6	3.9192	0.4504	0.3428
100	25.6	8.3521	0.4504	0.2946
1000	25.6	11.7548	0.4504	0.2752

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

ASCE Task Comitte (1961) merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh sudut kemiringan dan debit per satuan lebar ((Haderson, 1966:185):

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran menurut ASCE Task Comitte (1961) (Haderson, 1966,p.185) kala ulang 2 tahun, debit 293, 94 m^3/dt Bendungan Riam Kiwa.

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.56.

Ditanya: Konsentrasi udara teoritis pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari tabel 4.56 kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa didapat $\theta = 25,6$ $Q_2 = 293,94 m^3/dt$ dan lebar = 75 m. Maka dihitung debit per satuan lebar pada section 2

$$q = \frac{293,94 m^3/dt}{75 m}$$

$$= 3,9192 m^2/dt$$

2. $S = \sin \theta$
 $= \sin 25,6 = 0,4504$

3. Menghitung nilai Ca atau konsentrasi udara pada kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa

$$C_a = 0,743 \log(S/q^{1/5}) + 0,876$$

$$= 0,743 \log(0,4504/3,9192^{1/5}) + 0,876$$

$$= 0,5305$$

Jadi untuk nilai konsentrasi udara teoritis yang terjadi pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa sebesar 0,5305. Pada perhitungan ini nilai konsentrasi teoritis faktor kemiringan pelimpah dan debit mempengaruhi nilai konsentrasi udara bangunan

yang di teliti. Bedanya dengan dari Straub-Anderson (1960) adalah perumusannya. Sehingga konsentrasi udara teoritis berbeda disetiap debit yang diukur. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut ASCE Task Comittee (1961) (Haderson, 1966;185)

Kala Ulang	θ	q (m^2/det)	S	Ca
2	25.6	3.9192	0.4504	0.5305
100	25.6	8.3521	0.4504	0.4817
1000	25.6	11.7548	0.4504	0.4596

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Anderson (1965) merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh sudut kemiringan dan debit per satuan lebar (Novak, 1984,p.116)

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran menurut Anderson (1965) (Novak, 1984) kala ulang 2 tahun, debit 293, 94 m^3/dt Bendungan Riam.

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.57.

Ditanya : Konsentrasi udara teoritis pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.57 kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa didapat $\theta = 25,6$, $Q_2 = 293,94 m^3/dt$ dan lebar = 75 m. Maka dihitung debit per satuan lebar :

$$q = \frac{293,94 m^3/dt}{75 m}$$

$$= 3,9192 m^2/dt$$

2. $S = \sin \theta$
 $= \sin 25,6 = 0,4504$

3. Menghitung nilai Ca atau konsentrasi udara pada kala ulang 2 Tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa

$$C_a = 0,7226 + 0,743 \log [\sin \theta / q^{1/5}]$$

$$= 0,7226 + 0,743 \log [0,4505 / 3,9192^{1/5}]$$

$$= 0,3771$$

Jadi untuk nilai konsentrasi udara teoritis yang terjadi pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa sebesar 0,3771. Pada perhitungan ini nilai konsentrasi teoritis faktor kemiringan pelimpah dan debit mempengaruhi nilai konsentrasi udara bangunan yang di teliti. Bedanya dengan dari Straub-Anderson (1960) dan ASCE Task Comitte (1961) adalah perumusannya. Sehingga dalam hal ini konsentrasi udara teoritis berbeda disetiap debit yang yang diukur. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.57.

Tabel 4.57

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Anderson (1965) (Novak, 1984)

Kala Ulang	θ	q (m ² /det)	S	Ca
2	25.6	3.9192	0.4504	0.3771
100	25.6	8.3521	0.4504	0.3283
1000	25.6	11.7548	0.4504	0.3062

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Wood (1983) merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh sudut kemiringan (Chanson, 1993-a,p.223):

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran menurut Wood (1983)

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.58.

Ditanya : Konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.58 didapat $\theta = 25,6$, maka

$$S = \sin \theta$$

$$= \sin 25,6 = 0,4504$$
2. Menghitung nilai Ca atau konsentrasi udara pada model tes Bendungan Riam Kiwa

$$C_a = 0,9 \sin \theta$$

$$= 0,9 \cdot 0,4504$$

$$= 0,4054$$

Jadi untuk nilai konsentrasi udara teoritis yang terjadi pada section 2 model tes Bendungan Riam Kiwa sebesar 0,4054. Pada perhitungan ini nilai konsentrasi teoritis hanya faktor kemiringan pelimpah mempengaruhi nilai konsentrasi udara bangunan yang di teliti. Sehingga nilai konsentrasi udara teoritis dari semua perlakuan sama. Untuk lebih

jelasnya mengenai perhitungan konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.58.

Hager (1991) merumuskan besarnya konsentrasi udara dalam aliran dipengaruhi oleh sudut kemiringan (Chaudhry, 1993,p.258):

Berikut adalah contoh perhitungan konsentrasi udara dalam aliran menurut Hager (1991)

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada Tabel 4.58.

Ditanya: Konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.58 didapat $\theta = 25,6$. Maka :

$$\begin{aligned} S &= \sin \theta \\ &= \sin 25,6 = 0,4504 \end{aligned}$$

2. Menghitung nilai C_a atau konsentrasi udara pada model tes Bendungan Riam Kiwa

$$\begin{aligned} C_a &= 0,75 (\sin \theta)^{0,75} \\ &= 0,75 (0,4504)^{0,75} \\ &= 0,4224 \end{aligned}$$

Jadi untuk nilai konsentrasi udara teoritis yang terjadi pada section 2 model tes Bendungan Riam Kiwa sebesar 0,4124. Pada perhitungan ini nilai konsentrasi teoritis hanya faktor kemiringan pelimpah mempengaruhi nilai konsentrasi udara bangunan yang di teliti. Sehingga nilai konsentrasi udara teoritis dari semua perlakuan sama. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan konsentrasi udara teoritis pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58

Perhitungan Teoritis Konsentrasi Udara Menurut Wood (1983) dan Hager (1991)

Rumus	θ	S	C_a
Wood (1983)	25.6	0.4504	0.4054
Hager (1991)	25.6	0.4504	0.4124

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.4. Pengukuran Langsung Kadar Oksigen Terlarut

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam aliran. Oksigen terlarut dalam aliran dapat berasal dari fotosintesis tanaman air, yang jumlahnya tidak tetap tergantung dari jumlah tanamannya dan dari atmosfer (udara) yang masuk kedalam air dengan kecepatan terbatas.

Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung dari suhu dan tekanan atmosfer. Pada suhu 20°C dengan tekanan 1 atmosfer, konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh adalah 9,2 ppm, sedangkan pada suhu 50°C dengan tekanan atmosfer yang sama tingkat kejenuhannya hanya 5,6 ppm. Semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah tingkat kejenuhannya. Biota air hangat memerlukan oksigen terlarut minimal 5 ppm, sedangkan biota air dingin memerlukan oksigen terlarut mendekati jenuh. Konsentrasi oksigen terlarut minimal untuk kehidupan biota tidak boleh kurang dari 6 ppm.

Pengukuran kadar oksigen terlarut dalam aliran dilakukan di Model Tes Bendungan Riam Kiwa, Laboratorium Hidrolika Terapan, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Pengukuran langsung kadar oksigen terlarut dalam aliran dilakukan pada saat running Q_2 , Q_{100} dan Q_{1000} . Pengukuran kadar oksigen terlarut menggunakan alat DO Meter. Dan pengukuran ini dilakukan pada section tertentu, karena kondisi aliran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan pengukuran kadar oksigen terlarut. Data pengukuran kadar oksigen terlarut dapat dilihat pada tabel 4.59.

Naik dan turunnya kadar oksigen terlarut dalam aliran pada section yang telah diukur pada Q_2 di setiap perlakuan *Original Design* hingga seri IV terdapat pada Tabel 4.59.

Contoh perhitungan:

Diketahui : Kadar oksigen di section IV = 7,1333 mg/l Section 2 = 7,6100 mg/l

Ditanya : penurunan atau kenaikan kadar oksigen terlarut?

Penyelesaian :

$$\frac{7,6100 - 7,1333}{7,1333} = 0,0668$$

Pada section yang telah diukur langsung dengan menggunakan alat DO Meter mengalami peningkatan dan penurunan kadar oksigen. Jadi yang terjadi pada section IV dan section I mengalami peningkatan sebesar 0,0668. Rata – rata persentase kadar oksigen terlarut pada Q_2 yang banyak mengalami peningkatan adalah seri I sebesar 1,0258 %. Dan

yang mengalami peningkatan terendah adalah seri IV sebesar 0,6945 %. Lebih lanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.59.

Tabel 4.59
Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q₂

No	Debit (m ³ /dt)	Section	Original Design		Seri I	
			Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
1	293,94	IV	7.1333		7.1333	
		I	7.6100	0.0668	7.6100	0.0668
		2	7.7167	0.0140	7.8133	0.0267
		5	7.5700	-0.0190	7.5600	-0.0324
		7	7.7067	0.0181	7.6233	0.0084
		13	7.8200	0.0147	8.0933	-0.0617
		15	7.5867	-0.0298	7.6467	-0.0552
		17	7.3733	-0.0281	7.6967	0.0065
		18	7.5633	0.0258	7.6933	-0.0004
		Rata-Rata	7.5644	0.7800	7.6522	1.0258
		Total	68.0800	6.2403	68.8700	8.2065

Lanjutan Tabel 4.59

Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q₂

Debit (m ³ /dt)	Section	Seri II		Seri III		Seri IV	
		Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
293,94	IV	7.1333		7.133		7.1333	
	I	7.6100	0.0668	7.610	0.0668	7.6100	0.0668
	2	7.8133	0.0267	7.870	0.0342	7.8700	0.0342
	5	7.5600	-0.0324	7.567	-0.0385	7.5667	-0.0385
	7	7.6233	0.0084	7.660	0.0123	7.6600	0.0123
	13	7.7800	0.0206	7.513	-0.0191	7.4400	-0.0287
	15	7.7200	-0.0077	7.633	0.0160	7.4233	-0.0022
	17	7.6700	-0.0065	7.657	0.0031	7.5400	0.0157
	18	7.6833	0.0017	7.593	0.0083	7.5100	-0.0040
	Rata-Rata	7.6215	0.9700	7.5819	0.8299	7.5281	0.6945
	Total	68.5933	7.7596	68.2367	6.6389	67.7533	5.5556

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Naik dan turunnya kadar oksigen terlarut dalam aliran pada section yang telah diukur yang terjadi pada Q₁₀₀ di setiap perlakuan *Original Design* hingga seri IV terdapat pada Tabel 4.60.

Contoh perhitungan:

Diketahui : Kadar oksigen di section IV = 7,6233 mg/l Section I = 7,3500 mg/l

Ditanya : penurunan atau kenaikan kadar oksigen terlarut

Penyelesaian :

$$\frac{7,3500 - 7,6233}{7,6233} = -0,0359$$

Pada section yang telah diukur langsung dengan menggunakan alat DO Meter mengalami naik dan turunnya kadar oksigen. Jadi terjadi pada section IV dan section I penurunan sebesar -0,0359. Rata – rata persentase kadar oksigen terlarut pada Q₁₀₀ yang banyak mengalami peningkatan adalah seri II sebesar 0,4820 %. Dan yang mengalami penurunan kadar oksigen terlarut adalah Original Design sebesar -0.0516 %. Lebih lanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.60.

Tabel 4.60

Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q₁₀₀

No	Debit (m ³ /dt)	Section	Original Design Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Seri I Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
2	626.41	IV	7.6233		7.6233	
		I	7.3500	-0.0359	7.3500	-0.0359
		2	7.7400	0.0531	7.9833	0.0862
		5	7.5900	-0.0194	7.7433	-0.0301
		7	7.6267	0.0048	7.7967	0.0069
		13	7.7233	0.0127	7.8567	0.0077
		15	7.6533	-0.0091	7.8267	-0.0038
		17	7.5433	-0.0144	7.7600	-0.0085
		18	7.5733	0.0040	7.8233	0.0082
		Rata-Rata	7.6026	-0.0516	7.7515	0.3832
		Total	68.4233	0.4127	69.7633	3.0659

Lanjutan Tabel 4.60

Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q₁₀₀

Debit (m ³ /dt)	Section	Seri II		Seri III		Seri IV	
		Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
626.41	IV	7.6233		7.623		7.6233	
	I	7.3500	-0.0359	7.350	-0.0359	7.3500	-0.0359
	2	7.9833	0.0862	8.017	0.0907	8.0167	0.0907
	5	7.7433	-0.0301	7.847	-0.0212	7.8467	-0.0212
	7	7.7967	0.0069	7.797	-0.0064	7.7967	-0.0064
	13	7.9100	0.0145	7.867	0.0090	7.8467	0.0064
	15	7.9167	0.0008	8.103	0.0301	7.7567	-0.0115
	17	7.7733	-0.0181	7.753	-0.0432	7.7967	0.0052
	18	7.8833	0.0142	7.787	0.0043	7.8633	0.0086
	Rata-Rata	7.7756	0.4820	7.794	0.3430	7.7663	0.4490
	Total	69.9800	3.8563	70.143	2.7440	69.8967	3.5921

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Naik dan turunnya kadar oksigen terlarut dalam aliran pada section yang telah diukur yang terjadi pada Q_{1000} di setiap perlakuan *Original Design* hingga seri IV terdapat pada Tabel 4.61.

Contoh perhitungan:

Diketahui : Kadar oksigen di section IV = 7,4367 mg/l Section I = 7,5933 mg/l

Ditanya : penurunan atau kenaikan kadar oksigen terlarut

Penyelesaian :

$$\frac{7,5933 - 7,4367}{7,4367} = 0.0211$$

Pada section yang telah diukur langsung dengan menggunakan alat DO Meter mengalami naik dan turunnya kadar oksigen. Jadi yang terjadi pada section IV dan section I peningkatan sebesar 0,0211. Rata – rata persentase kadar oksigen terlarut pada Q_{1000} yang banyak mengalami peningkatan adalah seri III sebesar 0,9352%. Dan yang mengalami peningkatan kadar oksigen terlarut terendah adalah *Original Design* sebesar 0.5763 %. Lebih lanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.61.

Tabel 4.61
Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q_{1000}

		Original Design		Seri I		
No	Debit (m ³ /dt)	Section	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
3	818.61	IV	7.4367		7.4367	
		I	7.5933	0.0211	7.5933	0.0211
		2	7.7667	0.0228	7.9933	0.0527
		5	7.6067	-0.0206	7.8567	-0.0171
		7	7.6667	0.0079	7.9267	0.0089
		13	7.7933	0.0165	7.9567	0.0038
		15	7.7500	-0.0056	7.9200	-0.0046
		17	7.6900	-0.0077	7.8833	-0.0046
		18	7.7800	0.0117	7.9567	0.0093
		Rata- Rata	7.6759	0.5763	7.8359	0.8676
Total	69.0833	4.6104	70.5233	6.9406		

Lanjutan Tabel 4.61

Perhitungan Rata-Rata Kadar Oksigen Terlarut Q_{1000}

Debit (m ³ /dt)	Section	Seri II		Seri III		Seri IV	
		Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)	Kadar Oksigen (mg/l)	Persentase (%)
818.61	IV	7.4367		7.437		7.4367	
	I	7.5933	0.0211	7.593	0.0211	7.5933	0.0211
	2	7.9933	0.0527	8.230	0.0838	8.2300	0.0838
	5	7.8567	-0.0171	8.040	-0.0231	8.0400	-0.0231
	7	7.9267	0.0089	8.060	0.0025	8.0600	0.0025
	13	7.9133	-0.0017	8.037	-0.0029	7.8700	-0.0236
	15	7.9000	-0.0017	7.960	-0.0095	7.8533	-0.0021
	17	7.8233	-0.0097	7.947	-0.0017	7.8200	-0.0042
	18	7.9500	0.0162	7.983	0.0046	7.7733	-0.0060
	Rata-Rata	7.8215	0.8584	7.921	0.9352	7.8530	0.6051
Total		70.3933	6.8676	71.287	7.4818	70.6767	4.8411

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.5. Oksigen Terlarut Dalam Aliran

Dissolved Oxygen (DO) adalah jumlah oksigen yang terlarut dalam aliran. Oksigen terlarut dalam aliran dapat berasal dari fotosintesis tanaman air, yang jumlahnya tidak tetap tergantung dari jumlah tanamannya dan dari atmosfer (udara) yang masuk kedalam air dengan kecepatan terbatas.

Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung dari suhu dan tekanan atmosfer. Pada suhu 20°C dengan tekanan 1 atmosfer, konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh adalah 9,2 ppm, sedangkan pada suhu 50°C dengan tekanan atmosfer yang sama tingkat kejenuhannya hanya 5,6 ppm. Semakin tinggi suhu air, maka semakin rendah tingkat kejenuhannya. Biota air hangat memerlukan oksigen terlarut minimal 5 ppm, sedangkan biota air dingin memerlukan oksigen terlarut mendekati jenuh. Konsentrasi oksigen terlarut minimal untuk kehidupan biota tidak boleh kurang dari 6 ppm.

4.5.1 Rasio Defisit

Rasio defisit merupakan proses penurunan kadar oksigen. Rasio defisit yang dimaksud adalah perubahan kadar oksigen dari hulu ke hilir. Dalam penelitian ini untuk memprediksi angka rasio defisit oksigen khususnya untuk bendungan. Avery dan Novak menggunakan angka reynolds dan angka froude. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Berikut ini adalah perhitungan rasio defisit oksigen r_{15} pada suhu 15°C dapat dilihat pada Tabel 4.62.

Contoh perhitungan:

Diketahui : dapat dilihat pada Tabel 4.149 diketahui debit $Q_2 = 293,94 \text{ m}^3/\text{dt}$, $q = 293,94/75 = 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$, $h = 2,88 \text{ m}$, $v = 0,89 \times 10^{-6}$

Ditanya : rasio defisit r_{15} pada suhu 15°C ?

Penyelesaian :

- $$F_{ij} = (2g)^{0,25} \cdot h^{0,75} \cdot q^{-0,5}$$

$$= (2 \times 9,81)^{0,25} \cdot 2,88^{0,75} \cdot 3,9192^{-0,5}$$

$$= 2,2466$$
- $$R_e = q \cdot (2v)^{-1}$$

$$= 3,9192 \times (2 \times 0,89 \times 10^{-6})^{-1}$$

$$= 8807191$$
- $$r_{15} - 1 = 0,64 \cdot 10^{-4} \cdot F_{rj}^{1,787} \cdot R_e^{0,533}$$

$$r_{15} = 0,64 \cdot 10^{-4} \cdot 2,2466^{1,787} \cdot 8807191,011^{0,533} - 1$$

$$= 2,3675$$

Tabel 4.62

Perhitungan Angka Rasio Defisit Oksigen r_{15}

No	Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /dt)	h (m)	Fr	Re	r_{15}
1	Q2	293.94	3.9192	2.88	2.25	8807191.01	2.3676
2	Q100	626.41	8.3521	4.78	2.25	18768838.95	3.0530
3	Q1000	818.61	11.7548	6.00	2.24	26415280.90	3.4615

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

4.5.2 Efisiensi Transfer

Aerasi adalah fenomena alami transfer oksigen dari udara menuju air melintasi Permukaan bebas. Efisiensi aerasi tergantung pada kuantitas asupan udara pada lompatan hidrolis.

Efisiensi aerasi menunjukkan transfer oksigen penuh dalam air. Karena suhu memainkan peran penting dalam mekanisme transfer massa, efisiensi aerasi perlu dikonversi berdasarkan suhu standar. Gulliver et al (1990) mengembangkan hubungan berdasarkan kesamaan perpindahan massa untuk menyesuaikan efisiensi aerasi hingga 20°C dan dilambangkan sebagai E_{20} . Berikut ini dapat dilihat pada Tabel 4.63 sampai 4.67 perhitungan efisiensi transfer oksigen.

Berikut ini adalah perhitungan efisiensi gas transfer dan indeks efisiensi pada suhu 20°C menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990) dapat dilihat di Tabel 4.63.

Contoh perhitungan:

Diketahui : $Q_2 = 293,94 \text{ m}^3/\text{dt}$, $T = 24,64^\circ\text{C}$, $C_u = 7,1333 \text{ mg/l}$, $C_d = 7,563 \text{ mg/l}$

Ditanya : indeks efisiensi pada suhu 20°C ?

Penyelesaian :

$$1. \quad E = \frac{7,563 - 7,1333}{9,2 - 7,1333} = 0,2081$$

$$\begin{aligned} 2. \quad F &= 1 + 0,02103 (T - 20) + 8,261 \cdot 10^{-5} (T - 20)^2 \\ &= 1 + 0,02103 (24,64 - 20) + 8,261 \cdot 10^{-5} (24,64 - 20)^2 \\ &= 1,0995 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad E_{20} &= 1 - (1 - E)^{1/f} \\ &= 1 - (1 - 0,2081)^{1/1,0995} \\ &= 0,2797 \end{aligned}$$

Tabel 4.63

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer seri 0 Menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990)

No	Kala Ulang	Debit (m^3/dt)	E	F	E_{20}
1	Q2	293.94	0.2081	1.0995	0.2797
2	Q100	626.41	0.0317	1.1005	0.1201
3	Q1000	818.61	0.1947	1.1094	0.2741

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.64

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer seri 1 Menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990)

No	Kala Ulang	Debit (m^3/dt)	E	F	E_{20}
1	Q2	293.94	0.2710	1.0975	0.3357
2	Q100	626.41	0.1268	1.0951	0.2027
3	Q1000	818.61	0.2949	1.0975	0.3575

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.65

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer seri 2 Menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990)

No	Kala Ulang	Debit (m^3/dt)	E	F	E_{20}
1	Q2	293.94	0.2661	1.0946	0.3296
2	Q100	626.41	0.1649	1.0970	0.2388
3	Q1000	818.61	0.2911	1.0995	0.3552

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.66

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer seri 3 Menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990)

No	Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	E	F	E20
1	Q2	293.94	0.2226	1.0987	0.2924
2	Q100	626.41	0.1036	1.0924	0.1794
3	Q1000	818.61	0.3100	1.0961	0.3705

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.67

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer seri 4 Menurut Gulliver, Thene, dan Rindels (1990)

No	Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	E	F	E20
1	Q2	293.94	0.1823	1.1036	0.2590
2	Q100	626.41	0.1522	1.0965	0.2269
3	Q1000	818.61	0.1909	1.0999	0.2644

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Nakasone (1987) mengkombinasikan antara variabel tinggi jatuh, debit, kedalaman aliran di hilir (*Tail Water Level, TWL*) untuk mencari efisiensi transfer pada *weir*.

Berikut adalah contoh perhitungan efisiensi transfer menurut Nakasone (1987) dengan persamaan (Wilhelms, dkk., 1993) kala ulang 2 tahun, debit 293,94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada seri 0:

Diketahui: Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada tabel dibawah.

Ditanya : Efisiensi transfer pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.67 didapat kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa adalah $D = 10$ m, $Q_2 = 293,94$ m³/dt, lebar = 75 m, $H_C = 2.48$ m, dan $H = 114,45$ m.

Maka dihitung debit per satuan lebar pada Q_2

$$q = \frac{293,94 \text{ m}^3/\text{dt}}{75 \text{ m}}$$

$$= 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$$

4. Menghitung nilai Efisiensi Transfer seri 0 pada Q_2 model tes Bendungan Riam Kiwa

$$\begin{aligned} \text{a. } \ln r_{20} &= 0,0785 (D + 1,5H_C)^{1,31} \cdot q^{0,428} \cdot H^{0,31} \\ &= 0,0785 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{1,31} \cdot 3,9192^{0,428} \cdot 114,45^{0,31} \\ &= 18,9175 \end{aligned}$$

$$\text{b. } E_{20} = 1 - \exp - [0,0785 (D + 1,5H_C)^{1,31} \cdot q^{0,428} \cdot H^{0,31}]$$

$$= 1 - \text{Exp} - [0,0785 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{1,31} \cdot 3,9192^{0,428} \cdot 114,45^{0,31}]$$

$$= 1$$

Jadi untuk nilai efisiensi transvfer yang terjadi pada seri 0 di Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa Ln r₂₀ sebesar 18,9175, dan nilai E₂₀ sebesar 1. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan efisiensi transfer pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.68 sampai Tabel 4.72.

Tabel 4.68

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 0 dengan Persamaan pertama Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	114.45	2.48	10	18.9175	1
Q100	626.41	8.3521	101.72	2.97	10	26.9972	1
Q1000	818.61	11.7548	100.7	2.98	10	31.1943	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.69

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 1 dengan Persamaan pertama Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.1	3.45	10	21.33	1
Q100	626.41	8.3521	109.65	4.3	10	32.7325	1
Q1000	818.61	11.7548	108.47	4.73	10	39.7124	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.70

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 2 dengan Persamaan pertama Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.95	3.45	10	21.3809	1
Q100	626.41	8.3521	109.6	4.3	10	32.7279	1
Q1000	818.61	11.7548	108.27	4.73	10	39.6897	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.71

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 3 dengan Persamaan pertama Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	108.37	3.1	10	20.2688	1
Q100	626.41	8.3521	106.35	4.04	10	31.4206	1
Q1000	818.61	11.7548	105.58	4.23	10	37.1335	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.72

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 4 dengan Persamaan pertama Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	111.73	3.1	10	20.4615	1
Q100	626.41	8.3521	111.47	4.04	10	31.8819	1
Q1000	818.61	11.7548	110.47	4.23	10	37.6584	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah contoh perhitungan efisiensi transfer menurut Nakasone (1987) dengan persamaan kedua (Wilhelms, dkk., 1993) kala ulang 2 tahun, debit 293,94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada seri 0:

Diketahui : Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada tabel dibawah.

Ditanya : Efisiensi transfer pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.73 didapat kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa adalah D = 10 m, Q₂ = 293,94 m³/dt, lebar = 75 m, H_C = 2.48 m, dan H = 114,45 m. Maka dihitung debit per satuan lebar pada Q₂

$$q = \frac{293,94 \text{ m}^3/\text{dt}}{75 \text{ m}} \\ = 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$$

2. Menghitung nilai Efisiensi Transfer seri 0 pada Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa

$$\begin{aligned} \text{a. } \ln r_{20} &= 0,0861 (D + 1,5H_C)^{0,816} \cdot q^{0,428} \cdot H^{0,31} \\ &= 0,0861 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{0,816} \cdot 3,9192^{0,428} \cdot 114,45^{0,31} \\ &= 5,6904 \end{aligned}$$

$$\text{b. } E_{20} = 1 - \exp - [0,0816 (D + 1,5H_C)^{0,816} \cdot q^{0,428} \cdot H^{0,31}]$$

$$= 1 - \text{Exp} - [0,0861 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{0,816} \cdot 3,9192^{0,428} \cdot 114,45^{0,31}]$$

$$= 0,99662$$

Jadi untuk nilai efisiensi transvfer yang terjadi pada seri 0 di Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa Ln r₂₀ sebesar 5,6904, dan nilai E₂₀ sebesar 0.99662. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan efisiensi transfer pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.73 samapai Tabel 4.77.

Tabel 4.73

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 0 dengan Persamaan kedua Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	114.45	2.48	10	5.6904	0.99662
Q100	626.41	8.3521	101.72	2.97	10	7.9141	0.99963
Q1000	818.61	11.7548	100.7	2.98	10	9.1398	0.99989

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.74

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 1 dengan Persamaan kedua Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.1	3.45	10	6.1045	0.99777
Q100	626.41	8.3521	109.65	4.3	10	9.0017	0.99988
Q1000	818.61	11.7548	108.47	4.73	10	10.7157	0.99998

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.75

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 2 dengan Persamaan kedua Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.95	3.45	10	6.1190	0.9978
Q100	626.41	8.3521	109.6	4.3	10	9.0005	0.99988
Q1000	818.61	11.7548	108.27	4.73	10	10.7096	0.99998

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.76

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 3 dengan Persamaan kedua Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	108.37	3.1	10	5.9025	0.99727
Q100	626.41	8.3521	106.35	4.04	10	8.7440	0.99984
Q1000	818.61	11.7548	105.58	4.23	10	10.2444	0.99996

Sumber: Hasil Perhitungan, 2017

Tabel 4.77

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 4 dengan Persamaan kedua Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	111.73	3.1	10	5.9586	0.99742
Q100	626.41	8.3521	111.47	4.04	10	8.8724	0.99986
Q1000	818.61	11.7548	110.47	4.23	10	10.3892	0.99997

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah contoh perhitungan efisiensi transfer menurut Nakasone (1987) dengan persamaan ketiga (Wilhelms, dkk., 1993) kala ulang 2 tahun, debit 293,94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada seri 0:

Diketahui : Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada tabel dibawah.

Ditanya : Efisiensi transfer pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.78 didapat kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa adalah D = 10 m, Q₂ = 293,94 m³/dt, lebar = 75 m, H_C = 2.48 m, dan H = 114,45 m. Maka dihitung debit per satuan lebar pada Q₂

$$q = \frac{293,94 \text{ m}^3/\text{dt}}{75 \text{ m}}$$

$$= 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$$

2. Menghitung nilai Efisiensi Transfer seri 0 pada Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa

$$\begin{aligned} \text{a. } \text{Ln } r_{20} &= 5,39 (D + 1,5H_C)^{1,31} \cdot q^{-363} \cdot H^{0,31} \\ &= 5,39 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{1,31} \cdot 3,9192^{-363} \cdot 114,45^{0,31} \\ &= 440.923 \end{aligned}$$

$$\text{b. } E_{20} = 1 - \text{Exp} - [5,39 (D + 1,5H_C)^{1,31} \cdot q^{-363} \cdot H^{0,31}]$$

$$= 1 - \text{Exp} - [5,39 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{1,31} \cdot 3,9192^{-363} \cdot 114,45^{0,31}]$$

$$= 1$$

Jadi untuk nilai efisiensi transvfer yang terjadi pada seri 0 di Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa Ln r₂₀ sebesar 440.923, dan nilai E₂₀ sebesar 1. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan efisiensi transfer pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.78 sampai Tabel 4.82.

Tabel 4.78

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 0 dengan Persamaan ketiga Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	114.45	2.48	10	440.923	1
Q100	626.41	8.3521	101.72	2.97	10	345.857	1
Q1000	818.61	11.7548	100.7	2.98	10	304.967	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.79

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 1 dengan Persamaan ketiga Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.1	3.45	10	497.154	1
Q100	626.41	8.3521	109.65	4.3	10	419.330	1
Q1000	818.61	11.7548	108.47	4.73	10	388.244	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.80

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 2 dengan Persamaan ketiga Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.95	3.45	10	498.340	1
Q100	626.41	8.3521	109.6	4.3	10	419.271	1
Q1000	818.61	11.7548	108.27	4.73	10	388.022	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.81

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 3 dengan Persamaan ketiga Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	108.37	3.1	10	472.419	1
Q100	626.41	8.3521	106.35	4.04	10	402.524	1
Q1000	818.61	11.7548	105.58	4.23	10	363.032	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.82

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 4 dengan Persamaan ketiga Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	111.73	3.1	10	476.912	1
Q100	626.41	8.3521	111.47	4.04	10	408.434	1
Q1000	818.61	11.7548	110.47	4.23	10	368.163	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Berikut adalah contoh perhitungan efisiensi transfer menurut Nakasone (1987) dengan persamaan keempat (Wilhelms, dkk., 1993) kala ulang 2 tahun, debit 293,94 m³/dt Bendungan Riam Kiwa pada seri 0:

Diketahui : Data hasil pengukuran langsung model tes Bendungan Riam Kiwa yang di tunjukan pada tabel dibawah.

Ditanya : Efisiensi transfer pada kala ulang 2 tahun model tes Bendungan Riam Kiwa.

Penyelesaian:

1. Dari Tabel 4.83 didapat kala ulang 2 tahun pada model tes Bendungan Riam Kiwa adalah D = 10 m, Q₂ = 293,94 m³/dt, lebar = 75 m, H_C = 2.48 m, dan H = 114,45 m. Maka dihitung debit per satuan lebar pada Q₂

$$q = \frac{293,94 \text{ m}^3/\text{dt}}{75 \text{ m}}$$

$$= 3,9192 \text{ m}^2/\text{dt}$$

2. Menghitung nilai Efisiensi Transfer seri 0 pada Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa

$$\begin{aligned} \text{a. } \text{Ln } r_{20} &= 5,92 (D + 1,5H_C)^{0,816} \cdot q^{-0,363} \cdot H^{0,31} \\ &= 5,92 (10 + 1,5 \cdot 2,48)^{0,816} \cdot 3,9192^{-0,363} \cdot 114,45^{0,31} \\ &= 132,814 \end{aligned}$$

$$\text{b. } E_{20} = 1 - \text{Exp} - [5,92 (D + 1,5H_C)^{0,816} \cdot q^{-0,363} \cdot H^{0,31}]$$

$$= 1 - \text{Exp} - [10 + 1,5 \cdot 2,48) 0,^{816} \cdot 3,9192^{-0,363} \cdot 114,45^{0,31}]$$

$$= 1$$

Jadi untuk nilai efisiensi transvfer yang terjadi pada seri 0 di Q₂ model tes Bendungan Riam Kiwa Ln r₂₀ sebesar 132,814, dan nilai E₂₀ sebesar 1. Untuk lebih jelasnya mengenai perhitungan efisiensi transfer pada model tes Bendungan Riam Kiwa dapat di lihat pada Tabel 4.83 sampai Tabel 4.87.

Tabel 4.83

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 0 dengan Persamaan keempat Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	114.45	2.48	10	132.814	1
Q100	626.41	8.3521	101.72	2.97	10	101.527	1
Q1000	818.61	11.7548	100.7	2.98	10	89.4777	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.84

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 1 dengan Persamaan keempat Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.1	3.45	10	142.477	1
Q100	626.41	8.3521	109.65	4.3	10	115.479	1
Q1000	818.61	11.7548	108.47	4.73	10	104.906	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.85

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 2 dengan Persamaan keempat Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	110.95	3.45	10	142.818	1
Q100	626.41	8.3521	109.6	4.3	10	115.463	1
Q1000	818.61	11.7548	108.27	4.73	10	104.846	1

Sumber : Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.86

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 3 dengan Persamaan keempat Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	108.37	3.1	10	137.764	1
Q100	626.41	8.3521	106.35	4.04	10	112.172	1
Q1000	818.61	11.7548	105.58	4.23	10	100.292	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 4.87

Perhitungan Efisiensi Oksigen Transfer Seri 4 dengan Persamaan keempat Menurut Nakasone (1987)

Kala Ulang	Debit (m ³ /dt)	q (m ² /det)	H (m)	H _C (m)	D (m)	Ln r ₂₀	E ₂₀
Q2	293.94	3.9192	111.73	3.1	10	139.074	1
Q100	626.41	8.3521	111.47	4.04	10	113.819	1
Q1000	818.61	11.7548	110.47	4.23	10	101.709	1

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

