

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Penyajian Data

#### 4.1.1 Survei Lapangan dan Wawancara

Objek dari penelitian ini adalah sungai Sunter STA 0+0 hingga 0+125. Survei dilakukan oleh peneliti untuk melihat kondisi lapangan. survei dilakukan pada saat terjadinya banjir pada sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu untuk mengetahui banjir yang terjadi pada lapangan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1. Selain melakukan survei lapangan peneliti melakukan wawancara dengan konsultan dan warga setempat terkait banjir yang terjadi pada sungai Sunter STA 0+0 hingga 0+125 yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Menurut warga setempat banjir pernah terjadi pada awal tahun 2020 setinggi 1,5 meter hingga 2 meter diatas permukaan sungai.



Gambar 4. 1. Survey Lapangan Sungai Sunter Bagian Cipinang-Melayu

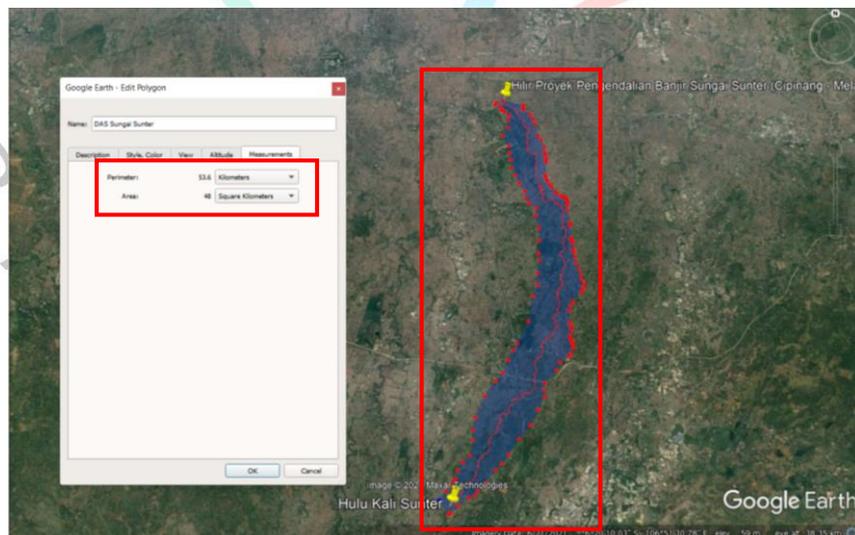


Gambar 4. 2 Wawancara bersama konsultan dan warga setempat (Dokumen Pribadi, 2021)

#### 4.1.2 Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang menampung dan mengalirkan air hujan yang jatuh ke dalam sungai. Untuk membuat DAS diperlukan topografi alami yang mana DAS ini dipisahkan oleh gunung-gunung maupun bukit-bukit atau dataran tinggi sehingga air hujan mengalir ke sungai.

Untuk membuat DAS dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *Google Earth Pro* dimana langkah pertama menentukan aliran sungai tinjauan penelitian menggunakan *line* mulai dari titik hilir yaitu tinjauan penelitian dan untuk titik hulu yaitu hulu DAS sungai Sunter yang dapat dilihat pada website *Standart Water Convection BBWS Ciliwung-Cisadane*. Setelah mendapatkan aliran sungai untuk tinjauan penelitian yaitu 38 KM maka setelah itu dibuat DAS dengan membuat poligon sesuai dengan ketinggian tanah di sekitar aliran sungai, dimana ketinggian tanah yang dipilih dimana tinggi titik tersebut memiliki elevasi tertinggi dibandingkan sekitarnya, lalu dihubungkan setiap titiknya hingga menjadi poligon DAS untuk tinjauan penelitian. Hasil pembuatan DAS dapat dilihat pada Gambar 4.3. Luasan DAS yang dihasilkan adalah sebesar 48 km<sup>2</sup>.



Gambar 4. 3. Hasil Poligon dan Luasan DAS Aliran Tinjauan Penelitian

#### 4.1.3 Data Hujan

Data curah hujan harian didapatkan dari hasil pencatatan dan perhitungan yang didapatkan dari stasiun hujan. Stasiun hujan dipilih berdasarkan lokasi kedekatan terhadap DAS dari tinjauan penelitian. Berdasarkan lokasi tinjauan penelitian yaitu pada sungai Sunter maka digunakan 3 titik stasiun hujan yaitu Pos Curah Hujan Cawang, Stasiun Hujan BMKG Pusat Kemayoran, Pos Curah Hujan Jatijajar. Stasiun hujan dipilih berdasarkan kedekatan terhadap Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Sunter yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Data curah hujan tersebut diambil untuk mendapatkan data curah hujan maksimum. Berikut adalah data curah hujan maksimum harian setiap bulannya dari 3 titik stasiun hujan tersebut. Berikut data curah hujan harian yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 *Curah Hujan Harian*

No	Tahun	Bulan	Pos Curah Hujan	BMKG	Pos Curah Hujan
			Cawang	Kemayoran	Jatijajar
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan
1	2017	JAN	30	45	-
		FEB	175	180	-
		MAR	86	18	-
		APR	35	50	-
		MEI	19	47	-
		JUN	47	24	42
		JUL	8	7	31
		AGT	9	19	12
		SEP	29	29	38
		OKT	72	55	38
		NOV	172	68	26
		DES	330	62	23
2	2018	JAN	80	46	25
		FEB	150	105	44
		MAR	70	51	42
		APR	57	52	34
		MEI	12	41	34
		JUN	12	16	34
		JUL	9	8	19
		AGT	9	9	7
SEP	15	14	67		
OKT	22	63	83		

No	Tahun	Bulan	Pos Curah Hujan	BMKG	Pos Curah Hujan
			Cawang	Kemayoran	Jatijajar
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan
3	2019	NOV	37	72	58
		DES	20	35	35
		JAN	58	87	53
		FEB	55	49	66
		MAR	30	91	86
		APR	94	51	103
		MEI	30	25	49
		JUN	24	22	59
		JUL	8	9	0
		AGT	15	16	0
		SEP	0	6	6
		OKT	17	18	89
4	2020	NOV	30	32	86
		DES	109	53	157
		JAN	97	145	101
		FEB	108	129	104
		MAR	49	64	103
		APR	34	72	69
		MEI	25	20	70
		JUN	36	10	9
		JUL	69	17	4
		AGT	49	23	49
		SEP	75	32	53
		OKT	51	41	106
NOV	68	30	39		
DES	49	23	30		

Berdasarkan data yang didapatkan yaitu 2017 – 2020 terdapat beberapa data curah hujan yang tidak tersedia. Data yang tidak tersedia tersebut harus dilengkapi untuk memenuhi perhitungan data curah hujan maksimum tahunan. Untuk melengkapi data curah yang hilang tersebut dapat menggunakan persamaan 2.4. Contoh perhitungan pada tahun 2017 bulan januari:

Tabel 4. 2 Perhitungan Data Curah Hujan Data Jan – Mei 2017

No	Tahun	Bulan	Stasiun Hujan					
			Jati Jajar		Cawang		Kemayoran	
			Curah Hujan	Rata-Rata Curah Hujan	Curah Hujan	Rata-Rata Curah Hujan	Curah Hujan	Rata-Rata Curah Hujan
1	2017	JAN	7	17.5	30	44.85	45	24.77
		FEB	34		175		180	
		MAR	13		86		18	
		APRIL	9		35		50	
		MEI	7		47		19	

Contoh perhitungan stasiun Jati Jajar bulan Januari 2017:

$$P_x = \frac{1}{3} \left[ 30 \frac{17,5}{50} + 45 \frac{17,5}{84} \right] = 6.6 = 7 \text{ mm}$$

#### 4.1.4 Data Penampang Sungai

Data Penampang sungai yang digunakan untuk analisis hidrolika dan muka air banjir sesuai dengan kala ulang 10,20 dan 50 tahun yang diaplikasi ke aplikasi *HEC-RAS*. Data penampang sungai di dapatkan dari hasil gambar pada Lampiran 3. Dari hasil gambar tersebut maka data penampang dilakukan rekapitulasi agar dapat dimasukkan pada perhitungan penampang pada aplikasi *HEC-RAS* yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk data penampang asli atau eksisting dan Tabel 4.4 untuk data penampang dengan desain dinding penahan tanah.

Tabel 4. 3 Data Penampang Eksisting Sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu STA 0+0 - 0+125

Patok	0		25		50		75		100		125	
Lebar penampang	0.000		0.000		0.000		0.000		22.910		0.000	
Sumbu	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Titik 9	0.000	28.926	0.000	26.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 8	1.589	27.360	1.739	26.331	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 7	3.375	26.112	2.836	25.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 6	5.642	24.711	3.507	25.263	0.000	27.295	0.000	0.000	0.000	27.248	0.000	27.257
Titik 5	7.089	24.707	4.755	24.998	2.104	26.384	0.000	0.000	2.256	25.344	2.048	25.295
Titik 4	9.217	24.575	6.076	24.759	4.617	25.225	0.000	27.201	3.162	25.082	2.590	25.011
Titik 3	10.432	24.390	7.512	24.592	6.909	24.937	2.016	25.399	4.141	24.988	3.766	24.932
Titik 2	12.327	24.311	8.682	24.492	8.834	24.848	2.860	25.098	5.392	24.859	4.813	24.718
Titik 1	14.509	24.221	9.869	24.390	10.875	24.616	4.171	24.897	6.679	24.549	5.625	24.514
Titik As	15.993	24.268	11.017	24.292	12.591	24.315	6.087	24.517	7.451	24.431	6.423	24.488
Titik a	18.418	24.346	11.791	24.322	14.092	24.385	7.100	24.682	8.418	24.559	7.010	24.389
Titik b	20.982	24.441	13.893	24.443	16.144	24.462	8.363	24.793	9.497	24.731	8.242	24.567
Titik c	22.509	24.509	15.488	24.623	18.014	24.615	9.475	24.959	10.778	24.827	9.886	24.715
Titik d	24.484	24.692	16.652	24.779	20.012	24.952	10.770	25.588	11.713	24.888	11.426	24.877
Titik e	26.523	25.092	17.960	24.904	21.509	25.731	12.430	26.854	12.680	24.923	12.461	24.889
Titik f	27.745	25.441	19.389	25.045	24.426	28.029	13.923	27.205	14.554	27.409	13.135	24.899
Titik g	29.711	26.881	20.541	26.736	26.003	28.454	15.789	27.408	17.821	27.635	14.736	27.470
Titik h	31.170	27.968	21.553	27.926	27.804	28.300	17.504	27.572	22.910	27.643	16.647	27.426
Titik i	33.776	28.521	24.662	28.642	29.763	27.812	19.267	27.634			18.616	27.453
Titik j	36.669	28.839	27.616	29.494	33.530	27.716						
Titik k	38.757	28.933	29.747	29.444								
Titik l			31.292	27.859								

Sumber: Dokumen BBWS Ciliwung-Cisadane, 2021

Tabel 4. 4 *Data Penampang Eksisting Sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu STA 0+0 - 0+125*

Patok	0		25		50		75		100		125	
Lebar penampang	38.757		31.781		33.530		19.267		18.145		18.616	
Sumbu	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Titik 9	0.000	0.000	0.000	26.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 8	0.000	28.926	1.739	26.331	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 7	1.589	27.360	2.836	25.626	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Titik 6	3.375	26.112	3.507	25.263	0.000	27.295	0.000	0.000	0.000	27.248	0.000	27.257
Titik 5	5.642	24.711	4.755	24.998	2.104	26.384	0.000	0.000	2.256	25.344	2.048	25.295
Titik 4	7.089	24.707	6.076	24.759	4.617	25.225	0.000	27.201	3.162	25.082	2.590	25.011
Titik 3	9.217	24.575	7.512	24.592	6.909	24.937	2.016	25.399	4.141	24.988	3.766	24.932
Titik 2	10.432	24.390	8.682	24.492	8.834	24.848	2.860	25.098	5.392	24.859	4.813	24.718
Titik 1	12.327	24.311	9.869	24.390	10.875	24.616	4.171	24.897	6.679	24.549	5.625	24.514
Titik As	14.509	24.221	11.017	24.292	12.591	24.315	6.087	24.517	7.451	24.431	6.423	24.488
Titik a	15.993	24.268	11.791	24.322	14.092	24.385	7.100	24.682	8.418	24.559	7.010	24.389
Titik b	18.418	24.346	13.893	24.443	16.144	24.462	8.363	24.793	9.497	24.731	8.242	24.567
Titik c	20.982	24.441	15.488	24.623	18.014	24.615	9.475	24.959	10.778	24.827	9.886	24.715
Titik d	22.509	24.509	16.652	24.779	20.012	24.952	10.770	25.588	11.713	24.888	10.966	25.760
Titik e	24.484	24.692	17.960	24.904	21.509	25.731	12.430	26.854	12.680	24.923	12.461	25.760
Titik f	26.523	25.092	19.389	25.045	24.426	28.029	13.923	29.760	14.554	27.409	13.466	25.760
Titik g	27.745	25.441	20.541	26.736	26.003	28.454	14.323	29.760	17.745	29.760	14.215	29.760
Titik h	29.711	26.881	21.553	27.926	27.404	29.760	14.323	27.494	18.145	29.760	14.615	29.760
Titik i	31.170	27.968	24.662	28.642	27.804	29.760	15.789	27.408	18.145	27.635	14.736	27.470
Titik j	33.376	29.760	27.703	29.760	27.804	28.300	17.504	27.572	22.910	27.643	16.647	27.426
Titik k	33.776	29.760	28.105	29.760	29.763	27.812	19.267	27.634			18.616	27.453
Titik l	36.669	28.839	30.236	29.444	33.530	27.716						
Titik m	38.757	28.933	31.781	27.859								

Sumber: Dokumen BBWS Ciliwung-Cisadane, 2021

#### 4.1.5 Data Tanah

Data perencanaan pembuatan dinding penahan tanah pada lokasi tinjauan penelitian diperlukan data tanah. Data tanah yang didapatkan berasal dari BBWS Ciliwung-Cisadane berupa data sondir maupun bor log yang dapat dilihat pada Lampiran 5. Data tanah dilakukan rekapitulasi sehingga data tanah dapat diaplikasikan sesuai dengan jenis tanah dan penampang rencana yang digunakan. Hasil rekapitulasi data parameter tanah yang akan dimasukkan kedalam aplikasi adalah seperti pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Rekapitulasi Data Parameter Tanah Plaxis 2D

Parameter	Notasi	Satuan	Tanah 1 - 4 Meter	Tanah 5 - 9 Meter	Tanah 10 Meter
Model Material	<i>Model</i>	-	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb	Mohr-Coulomb
Jenis Tanah			Lanau	<i>Silty Clay</i>	<i>Thick Sand</i>
Jenis Perilaku Material	<i>Jenis</i>	-	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>	<i>Undrained</i>
Berat Volume Unsaturated	<i>y unsat</i>	kN/m <sup>3</sup>	17	19	21
Berat Volume Saturated	<i>y sat</i>	kN/m <sup>3</sup>	18	21	21.2
Modulus Elastisitas	<i>E</i>	kN/m <sup>2</sup>	4500	20000	84600
Angka Poisson	<i>u</i>	-	0.3	0.35	0.35
Kohesi	<i>C</i>	kN/m <sup>2</sup>	15	50	100
Sudut Gesek Dalam	$\phi$	°	25	30	40

Sumber: Dokumen BBWS Ciliwung-Cisadane, 2021

## 4.2 Analisis Hidrologi

### 4.2.1 Analisis Curah Hujan Kawasan

Analisis curah hujan kawasan memiliki tujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata pada daerah tangkapan air hujan dan melakukan analisis data curah hujan maksimum yang didapatkan dari stasiun hujan. DAS tinjauan penelitian saat ini memiliki luasan sebesar 48 km<sup>2</sup>, berdasarkan luasan DAS yang ada maka metode yang digunakan untuk menganalisis hidrologi dari data curah hujan tersebut menggunakan metode aritmatik atau metode aritmatik sesuai dengan Tabel 2.1, dimana metode ini digunakan untuk DAS dengan luasan <500 km<sup>2</sup> dan menggunakan 3 stasiun hujan.

Setelah menentukan metode yang digunakan yaitu metode aritmatik maka digunakan persamaan 2.1 dimana jumlah curah hujan maksimum dibagi dengan jumlah stasiun yang digunakan.

Dibawah ini merupakan data hasil perhitungan curah hujan maksimum rata-rata untuk DAS sungai Sunter (tinjauan penelitian) pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Maksimum Menggunakan Metode Aritmatik

No	Tahun	Bulan	Pos Curah Hujan Cawang	BMKG Kemayoran	Pos Curah Hujan Jatijajar	Hujan Harian Rata-rata (mm)	Hujan Max. Harian rata-rata (mm)
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
1	2017	JAN	30	45	7	27	138
		FEB	175	180	34	130	
		MAR	86	18	13	39	
		APR	35	50	9	31	
		MEI	19	47	7	24	
		JUN	47	24	42	38	
		JUL	8	7	31	15	
		AGT	9	19	12	13	
		SEP	29	29	38	32	
		OKT	72	55	38	55	
		NOV	172	68	26	89	
		DES	330	62	23	138	

No	Tahun	Bulan	Pos Curah Hujan Cawang	BMKG Kemayoran	Pos Curah Hujan Jatijajar	Hujan Harian Rata-rata (mm)	Hujan Max. Harian rata-rata (mm)
			Curah Hujan	Curah Hujan	Curah Hujan		
2	2018	JAN	80	46	25	50	100
		FEB	150	105	44	100	
		MAR	70	51	42	54	
		APR	57	52	34	48	
		MEI	12	41	34	29	
		JUN	12	16	34	21	
		JUL	9	8	19	12	
		AGT	9	9	7	8	
		SEP	15	14	67	32	
		OKT	22	63	83	56	
		NOV	37	72	58	56	
		DES	20	35	35	30	
3	2019	JAN	58	87	53	66	106
		FEB	55	49	66	57	
		MAR	30	91	86	69	
		APR	94	51	103	83	
		MEI	30	25	49	35	
		JUN	24	22	59	35	
		JUL	8	9	0	6	
		AGT	15	16	0	10	
		SEP	0	6	6	4	
		OKT	17	18	89	41	
		NOV	30	32	86	49	
		DES	109	53	157	106	
4	2020	JAN	97	145	101	114	114
		FEB	108	129	104	114	
		MAR	49	64	103	72	
		APR	34	72	69	58	
		MEI	25	20	70	38	
		JUN	36	10	9	18	
		JUL	69	17	4	30	
		AGT	49	23	49	40	
		SEP	75	32	53	53	
		OKT	51	41	106	66	
		NOV	68	30	39	46	
		DES	49	23	30	34	

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Curah Hujan Rata-Rata Maksimum

Tahun	Hujan Max Harian Rata-rata (mm)
2017	138
2018	100
2019	106
2020	114

#### 4.2.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Setelah melakukan perhitungan curah hujan rata-rata maksimum tahunan dengan menggunakan metode aritmatik maka perlu dilakukan analisis frekuensi untuk mengetahui parameter statistik untuk mendukung melihat bagaimana kesesuaian data sebelum digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.

Nilai curah hujan rencana yang digunakan tidak memiliki nilai rata-rata sehingga nilai tersebut bisa saja menyimpang dari nilai rata-rata atau yang disebut dispersi. Perhitungan dispersi ini digunakan untuk melihat jenis sebaran yang cocok dengan nilai curah hujan rata-rata maksimum melalui parameter statistik untuk  $(X_i - X)$ ,  $(X_i - X)^2$ ,  $(X_i - X)^3$ ,  $(X_i - X)^4$  metode Gumbell dan Normal selanjutnya persamaan perhitungan dispersi untuk  $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)$ ,  $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^2$ ,  $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^3$ ,  $(\text{Log}X_i - \text{Log}X_r)^4$  metode Log Normal dan Log Pearson III.

Dimana :  $X_i$  = Besarnya curah hujan DAS (mm)

$X_r$  = Rata-rata curah hujan maksimum DAS (mm)

Berikut adalah parameter frekuensi yang digunakan untuk perhitungan dispersi yaitu sebagai berikut:

**1. Standar Deviasi (Sd)**

Perhitungan standar deviasi dilihat pada persamaan 2.6.

**2. Koefisien Variasi (Cv)**

Perhitungan koefisien variasi dilihat pada persamaan 2.7.

**3. Koefisien Kemencengan (Cs)**

Perhitungan koefisien kemencengan dilihat pada persamaan 2.8.

**4. Koefisien Ketajaman (Ck)**

Perhitungan koefisien ketajaman dilihat pada persamaan 2.9.

Hasil perhitungan parameter statistik dari curah hujan rata-rata maksimum tinjauan penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.8 untuk distribusi Normal dan Gumbel dan Tabel 4.9 untuk distribusi Log Normal dan Log Pearson III.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Parameter Curah Hujan Menggunakan Metode Normal dan Gumbel

No.	Tahun	R rencana ( $X_i$ )	$(X_i - X_{rt})$	$(X_i - X_{rt})^2$	$(X_i - X_{rt})^3$	$(X_i - X_{rt})^4$
1	2017	138	23.67	560.11	13255.96	313724.46
2	2018	100	-15.00	225.00	-3375.00	50625.00
3	2019	106	-8.33	69.44	-578.70	4822.53
4	2020	114	-0.33	0.11	-0.04	0.01
Jumlah		459	0.00	854.67	9302.22	369172.00
X <sub>rt</sub>				114.67		
Sd				16.879		
Cv				0.147		
Cs				1.290		
Ck				12.130		

Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Parameter Curah Hujan Menggunakan Metode Log Normal dan Log Pearson III

No.	Tahun	R <sub>i</sub>	Log R <sub>i</sub>	$(\text{Log R}_i - \text{Log R}_{rt})^2$	$(\text{Log R}_i - \text{Log R}_{rt})^3$	$(\text{Log R}_i - \text{Log R}_{rt})^4$
1	2017	138	2.14	0.00720	0.00061	0.00005
2	2018	100	2.00	0.00331	-0.00019	0.00001
3	2019	106	2.03	0.00086	-0.00003	0.00000
4	2020	114	2.06	0.00000	0.00000	0.00000
Jumlah		459	8.22	0.01	0.000395	0.0001
X <sub>rt</sub>		114.67	2.06			
Sd				0.062		
Cv				0.030		
Cs				4.228		
Ck				11.777		

Setelah dilakukan perhitungan berdasarkan 4 jenis metode analisis frekuensi maka dilakukan rekapitulasi untuk melihat data sabaran mana yang sesuai dengan jenis frekuensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Parameter Statistik

No.	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan	Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs = 1.290 Ck = 12.130	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Tidak Memenuhi
2	Log Normal	Cs = 4.228 Ck = 11.777 Cv = 0.030	Cs = Cv <sup>2</sup> + 3Cv Ck = 5,383 Cv ~ 0,06	Tidak Memenuhi
3	Log Pearson Tipe III	Cs = 4.228 Ck = 11.777 Cv = 0.030	Cs ≠ 0	Memenuhi
4	Gumbel	Cs = 1.290 Ck = 12.130	Cs ≤ 1,1396 Ck ≤ 5,4002	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil rekapitulasi parameter statistik bahwa data curah hujan sudah memenuhi syarat untuk jenis sebaran Log Pearson Tipe III. Nilai data curah secara statistik perlu dilakukan pengecekan kembali menggunakan kertas probabilitas untuk meyakinkan bahwa data dan jenis sebaran yang digunakan sudah sesuai.

#### 4.2.3 Analisis Curah Hujan Menggunakan Kertas Probabilitas

Selain melakukan pengecekan analisis curah hujan menggunakan perhitungan numerik pengecekan data curah hujan rata-rata maksimum bisa menggunakan pengecekan melalui kertas probabilitas dengan melakukan *plotting data*.

*Plotting data* dilakukan pada kertas probabilitas dengan menempatkan curah hujan rata-rata maksimum sebagai titik-titik yang diurutkan dari terkecil hingga tertinggi dan untuk sumbu axisnya yaitu probabilitasnya. Setelah dilakukan plot titik curah hujan maka diperlukan garis teoritis sebagai batas untuk mengetahui jarak terjauh titik curah hujan dengan garis teoritis. Untuk mendapatkan garis teoritis diperlukan nilai harga K yang sesuai dengan distribusi Log Pearson III yang dapat dilihat pada Tabel 2.6, untuk mendapatkan nilai K tersebut dibutuhkan nilai koefisien kemencengan (Cs) dimana hasil Cs dari data curah hujan ini adalah 1.187. Nilai Cs 1.187 tidak tercantum pada Tabel 2.6 oleh karena itu dilakukan perhitungan interpolasi sehingga didapatkan harga K untuk Cs 1.187 yang dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan plotting garis teoritis pada Tabel 4.12.

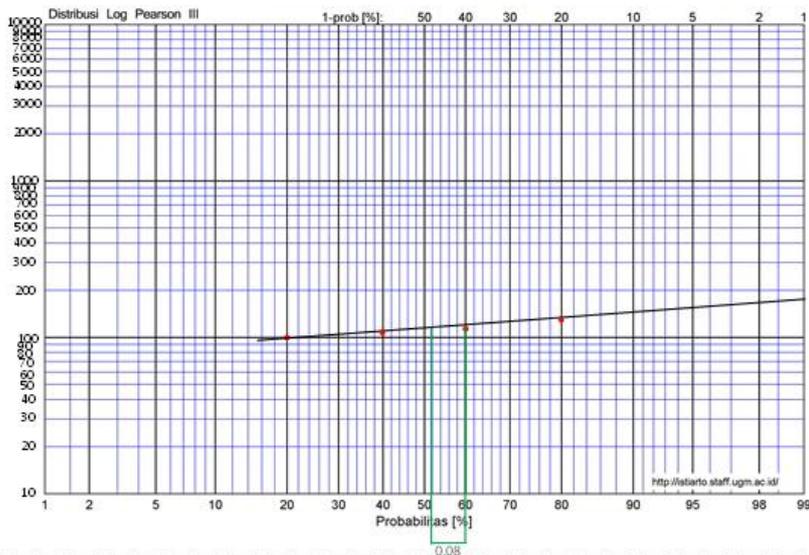
Tabel 4. 11 Hasil Interpolasi Harga K untuk Cs 1.187

Periode	T = 2 tahun	T = 5 tahun	T = 10 tahun	T = 20 tahun	T = 50 tahun	T = 100 tahun
Kt	-0.1930	0.7337	1.3400	2.0842	2.6206	3.6500

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Titik Plotting Garis Teoritis

T (tahun)	Probabilitas (%)	$K_T$	$y_T$	$p = \text{arc ln } y_T (\text{mm})$
2	50	-0.1930	4.70596	110.605
5	80	0.7337	4.83584	125.944
10	90	1.3400	4.92081	137.114
25	96	2.0842	5.02511	152.187
50	98	2.6206	5.10029	164.069
100	99	3.0906	5.16615	175.239
200	99.5	3.6500	5.24455	189.531

Setelah mendapatkan titik letak plotting maka dapat dilakukan *plotting* sehingga terlihat selisih terjauh garis dan titik curah hujan seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4. Hasil *Plotting* Data Curah Hujan Metode Distribusi Log Pearson III

Berdasarkan hasil *plotting* data kertas probabilitas maka diperoleh jarak terjauh atau nilai  $\Delta_{maks} = 0.08$  dan sudah memenuhi syarat untuk bangunan air dengan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) hidrologi yaitu 0.05 dan dari Tabel 2.9 untuk data curah hujan 4 tahun didapatkan bahwa hasil dari  $\Delta_{kritis}$  adalah 0.62 dimana data curah hujan sudah memenuhi syarat yaitu  $\Delta_{maks} = 0.08 \leq \Delta_{kritis} = 0.62$ , sehingga disimpulkan bahwa data curah

hujan rata-rata tinjauan penelitian DAS sungai Sunter mengikuti distribusi Log Pearson III. Dari hasil sebaran yang sudah diketahui dan sudah memenuhi syarat maka diperlukan uji kecocokan sebaran dengan beberapa metode yaitu uji sebaran Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat.

#### 4.2.4 Uji Kesesuaian Distribusi

##### 1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov atau yang dikenal dengan uji non-parametrik dimana dalam pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi, Dalam pengujian ini data curah hujan rata-rata maksimum diurut dari terkecil hingga terbesar lalu dicari nilai dari selisih maksimum. Berikut adalah hasil dari pengujian Smirnov-Kolmogorov yang dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Hasil Uji Kesesuaian Smirnov-Kolmogorov

Xi	m	$P(x) = m/(n+1)$	$P(x<)$	$P'(x) = m/(n-1)$	$P'(x<)$	D
100	1	0.2000	0.8000	0.3333	0.6666667	0.1333
106	2	0.4000	0.6000	0.6667	0.3333	0.2667
114	3	0.6000	0.4000	1.0000	0	0.4000
138	4	0.8000	0.2000	1.3333	-0.333333	0.5333
Jumlah	458					
Sd	16.88				Dmax	0.5333
Xrt	114.50				Dkritis	0.6240

Dari hasil uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov diketahui Dmax atau selisih terjauh yaitu 0.533 dimana berdasarkan Tabel 2.9 untuk data curah hujan 4 tahun dan perhitungan hidrologi yang menggunakan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) 0.05 yaitu Dkritis adalah 0.624, maka hasil dari pengujian Smirnov-Kolmogorov sudah memenuhi syarat yaitu  $D_{max} = 0.533 \leq D_{kritis} = 0.624$ . Dari hasil tersebut maka distribusi Log Pearson Tipe III telah memenuhi syarat dari uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov.

## 2. Uji Chi-Kuadrat

Pengujian Chi-Kuadrat digunakan untuk melihat apakah data sudah memenuhi syarat dimana akan digunakan sebagai perencanaan. Pengujian Chi-Kuadrat ini juga dimaksudkan untuk melihat apakah data sudah sesuai dengan sebaran empirisnya. Dalam pengujian ini data di bagi dalam beberapa kelompok. Berikut adalah uji Chi-Kuadrat terhadap data curah hujan rata-rata maksimum:

$$\begin{aligned} G \text{ (Jumlah Sub-Kelompok)} &= 1 + 3,222 \text{ Log } 4 \\ &= 1 + 3,222 \text{ Log } 4 \\ &= 3,00004 \approx 3 \text{ Kelompok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DK \text{ (Derajat Kebebasan)} &= G - (p + 1) \\ &= 3 - 2 - 1 \\ &= 4.3E-05 \approx \text{diambil } 1 \end{aligned}$$

$$E_i \text{ (jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i)} = \frac{n}{G} = \frac{4}{3} = 1,333$$

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{G - 1} = \frac{138 - 100}{3 - 1} = 19$$

$$X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 100 - \frac{1}{2} (19) = 90,5$$

$$X_{akhir} = X_{max} - \frac{1}{2} \Delta X = 138 - \frac{1}{2} (19) = 128,5$$

$$X_{hitung}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$$

Tabel 4. 14 Hasil Uji Kesesuaian Chi Kuadrat

No	Nilai Batas Sub Kelompok	Fe	Ft	Fe-Ft	$X_{hitung}^2 = \frac{(Fe - Ft)^2}{Ft}$
1	90.5 > P > 109.5	2	1,333	0.667	0.333
2	109.5 > P > 128.5	1	1,333	-0,333	0.083
3	P > 128.5	1	1,333	-0,333	0.083
Jumlah		4	4	$X_{hitung}^2$	0.5

Tabel 4. 15 Hasil Uji Kesesuaian Chi Kuadrat

$X^2 < X^2_{cr}$	
$X^2$	$X^2_{cr}$
0.5	3,841

Dari hasil pengujian Chi-Kuadrat didapatkan bahwa hasil perhitungan uji kesesuaian Chi-Kuadrat terhadap data curah hujan rata-rata maksimum adalah  $X^2 = 0.5$ , sedangkan syarat untuk uji Chi-Kuadrat dengan derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) 0.05 yaitu menggunakan DK = 1 sesuai pada Tabel 2. 10 sehingga didapatkan nilai dari  $X^2_{cr} = 3.841$ . Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi Log Peason Tipe III sudah memenuhi syarat pengujian Chi-Kuadrat yaitu  $X^2 = 0.5 < X^2_{cr} = 3.841$ .

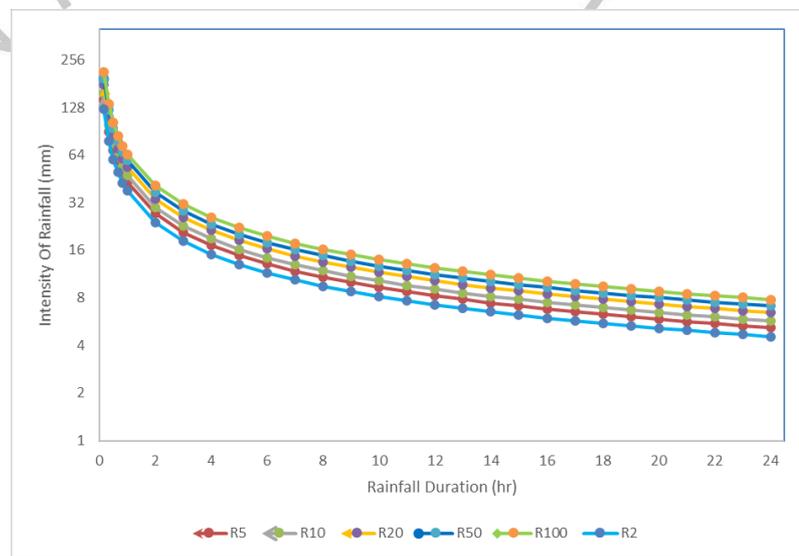
#### 4.2.5 Intensitas Curah Hujan Rencana

Perhitungan intensitas curah hujan rencana guna mengetahui bagaimana tingkat intensitas hujan dalam waktu yang ditentukan hingga 24 jam sehingga dapat digunakan untuk mengetahui debit banjir rencana. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe yang dapat dilihat pada persamaan 2.25.

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Intensitas Curah Hujan Rencana

INTENSITAS HUJAN MAKSIMUM RENCANA						
Time (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R20	R50	R100
	109.323	124.646	137.167	155.287	170.401	186.881
0.167	125.144	142.684	157.017	177.759	195.061	213.925
0.333	78.836	89.885	98.914	111.981	122.881	134.764
0.500	60.163	68.595	75.486	85.458	93.776	102.845
0.667	49.663	56.624	62.312	70.544	77.410	84.896
0.833	42.799	48.797	53.699	60.793	66.710	73.161
1	37.900	43.212	47.553	53.835	59.075	64.788
2	23.876	27.222	29.957	33.914	37.215	40.814
3	18.221	20.774	22.861	25.881	28.400	31.147
4	15.041	17.149	18.871	21.364	23.444	25.711
5	12.962	14.778	16.263	18.411	20.203	22.157
6	11.478	13.087	14.402	16.304	17.891	19.621
7	10.357	11.809	12.995	14.712	16.144	17.705
8	9.475	10.803	11.888	13.459	14.769	16.197
9	8.760	9.987	10.990	12.442	13.653	14.974
10	8.165	9.310	10.245	11.598	12.727	13.958
11	7.663	8.737	9.614	10.884	11.944	13.099
12	7.231	8.244	9.072	10.271	11.271	12.361
13	6.855	7.816	8.601	9.737	10.685	11.718
14	6.525	7.439	8.186	9.268	10.170	11.153
15	6.231	7.105	7.818	8.851	9.713	10.652

INTENSITAS HUJAN MAKSIMUM RENCANA						
Time (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R20	R50	R100
	109.323	124.646	137.167	155.287	170.401	186.881
16	5.969	6.806	7.489	8.478	9.304	10.203
17	5.732	6.536	7.192	8.143	8.935	9.799
18	5.518	6.292	6.924	7.838	8.601	9.433
19	5.323	6.069	6.678	7.561	8.297	9.099
20	5.144	5.865	6.454	7.307	8.018	8.793
21	4.979	5.677	6.247	7.073	7.761	8.512
22	4.827	5.504	6.057	6.857	7.524	8.252
23	4.686	5.343	5.880	6.657	7.304	8.011
24	4.555	5.194	5.715	6.470	7.100	7.787



Gambar 4. 5. Grafik Hubungan Intensitas Hujan dan Kala Ulang

Dilihat dari Tabel 4.16 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana bahwa dengan sedikitnya waktu hujan, maka intensitasnya menjadi tinggi, sedangkan dengan waktunya yang lebih panjang intensitas hujan menjadi rendah. Kala ulang juga digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan dimana menunjukkan bahwa dengan kala ulang yang semakin tinggi intensitas hujan juga menjadi lebih tinggi.

#### 4.2.6 Kala Ulang

Kala ulang yang digunakan untuk pembuatan dinding penahan pada Proyek Pengendalian Banjir Sungai Sunter sesuai dengan Tabel 2.14 dimana ditunjukkan tanggul sungai besar daerah penting yaitu 25 tahun oleh karena itu digunakan kala ulang 10, 20 dan 50 tahun untuk mengetahui debit banjir rencana dan mendapatkan yang lebih efektif untuk perencanaan dinding penahan tanah.

#### 4.2.7 Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana ditentukan dari DAS yang digunakan pada tinjauan penelitian. DAS yang didapatkan dari tinjauan penelitian adalah 48 km<sup>2</sup> sehingga mengikuti syarat maka debit banjir rencana menggunakan metode rasional. Persamaan yang digunakan untuk menghitung metode rasional menggunakan persamaan 2.26. Untuk koefisien limpasan sesuai dengan Tabel 2.11 dimana daerah limpasan pada tinjauan penelitian adalah daerah padat penduduk maka digunakan koefisien limpasan yaitu 0.75. Untuk hasil perhitungan debit banjir rencana sesuai kala ulang 10,20 dan 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Rasional

Tahun Rencana Periode Ulang	Debit Puncak Limpasan Permukaan Rumus Rasional (m <sup>3</sup> /detik)		
	C = 0.75 (Pemukiman Padat Penduduk)	Luas DAS	48 Km <sup>2</sup>
10 Thn			150.343
20 Thn			170.204
50 Thn			186.771

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional didapatkan debit banjir untuk kala ulang 10 tahun adalah 150.343 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 20 tahun adalah 170.204 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 50 tahun adalah 185.771 m<sup>3</sup>/s. Data hasil debit banjir tersebut akan digunakan untuk analisis muka air banjir pada aplikasi *HEC-RAS*

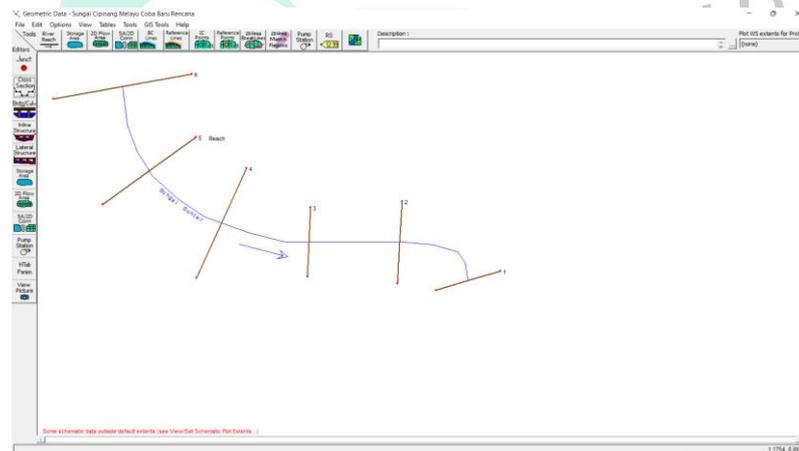
## 4.3 Analisis Muka Air Banjir Menggunakan Aplikasi *HEC-RAS*

### 4.3.1 Pengoperasian Program *HEC-RAS*

#### 1. *Input*

##### a. *Geometric Data*

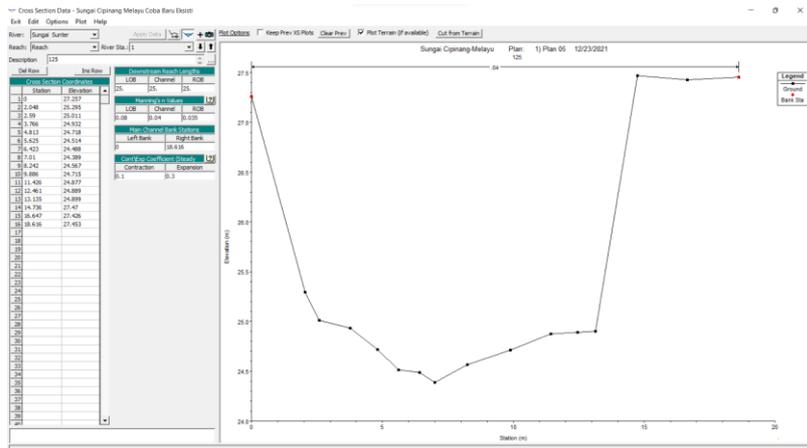
Membuat gambar alur dari aliran sungai, untuk membuat gambar alur dari aliran sungai mengikuti dengan aliran sungai pada Lampiran 3. Setelah membuat gambar alur dari aliran tinjauan penelitian maka dibuat data penampang basah untuk potongan melintang sesuai dengan Lampiran 3 dan data penampang basah dapat dilihat pada Tabel 4.3 untuk kondisi eksisting dan 4.4 untuk kondisi rencana dinding penahan tanah untuk mulai dari STA 0+0 hingga STA 0+125 yang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6. Hasil Input Peta Alur dan Penampang Basah Pada *HEC-RAS*

Memasukan data-data untuk setiap *cross section*:

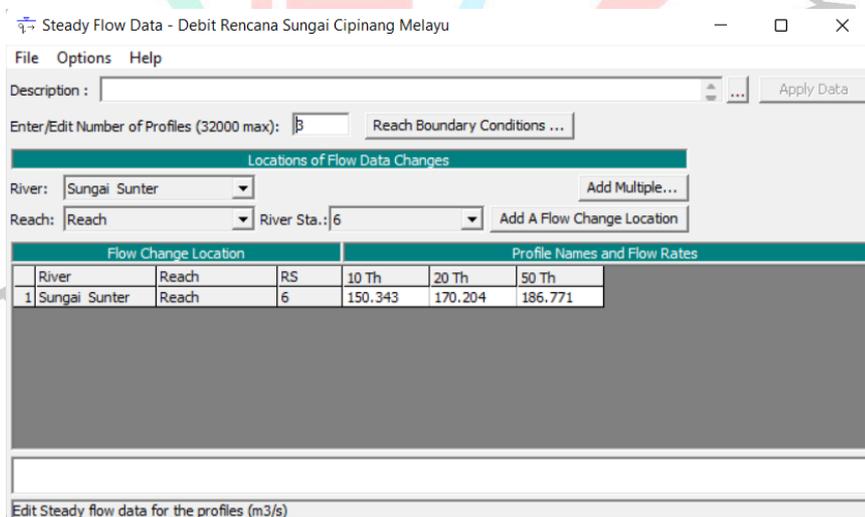
- Nomor Stasiun Penampang.
- Stasiun dan elevasi disesuaikan dengan Tabel 4.3 untuk eksisting dan 4.4 untuk rencana.
- Jarak antar setiap penampang basah yaitu setiap 25 meter.
- Nilai koefisien manning sesuai dengan keadaan lapangan dan panduan *HEC-RAS*.
- Nilai koefisien kontraksi 0,1 dan ekspansi yaitu 0,3 digunakan untuk saluran sub-kritis sesuai panduan *HEC-RAS*.



Gambar 4. 7. Hasil Input Data Untuk Penampang Basah Setiap Cross Section

**b. Memasukan Debit Rencana Kala Ulang**

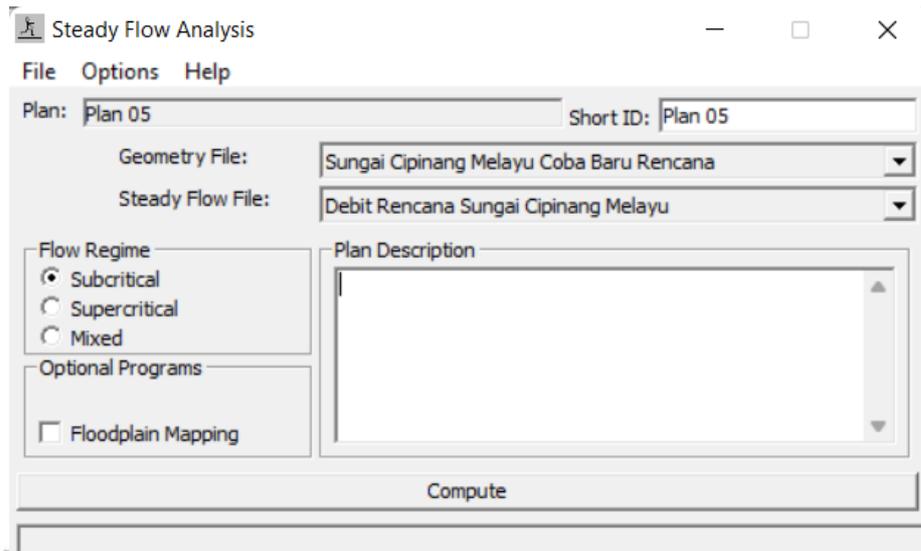
Setelah setiap profil penampang basah sudah dimasukkan maka selanjutnya dimasukkan data debit rencana sesuai dengan kala ulang 10,20 dan 50 tahun. Untuk debit banjir rencana kala ulang 10 tahun adalah 150.343 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 20 tahun adalah 170.204 m<sup>3</sup>/s, kala ulang 50 tahun adalah 185.771 m<sup>3</sup>/s yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8. Hasil Input Data Debit Banjir Rencana Sesuai Kala Ulang

**2. Running**

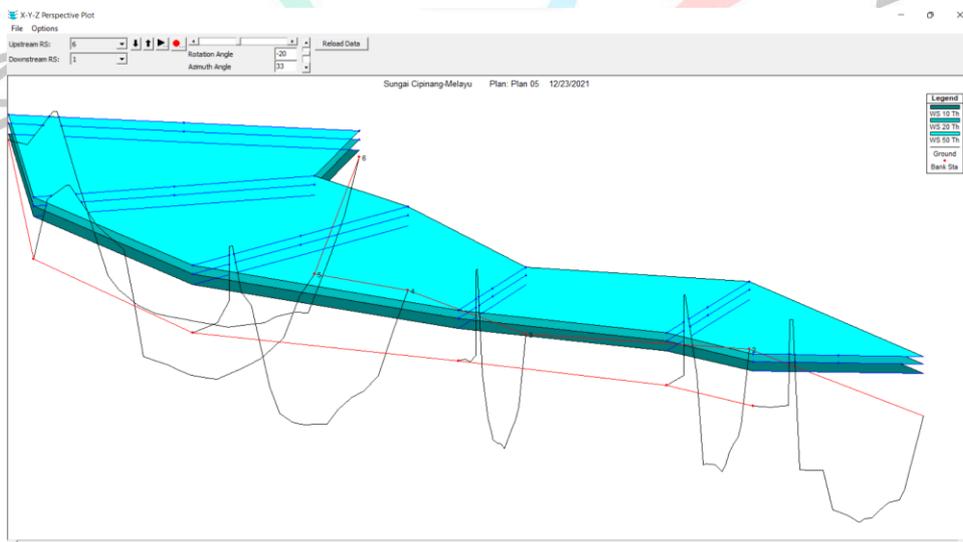
Setelah dilakukan *input* data selanjutnya dilakukan *running* untuk mengetahui muka air banjir dari setiap penampang. Untuk running dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4. 9. Running Pada Aplikasi HEC-RAS

#### 4.3.2 Hasil Analisis Muka Air Banjir HEC-RAS

Setelah dilakukan *running* pada aplikasi HEC-RAS maka hasil analisa hidrolika akan menghasilkan muka air banjir sesuai dengan debit banjir rencana kala ulang 10,20 dan 50 tahun. Untuk hasil dari muka air banjir dapat dilihat pada Gambar 4.10.

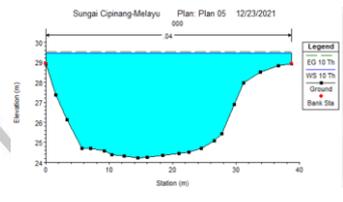
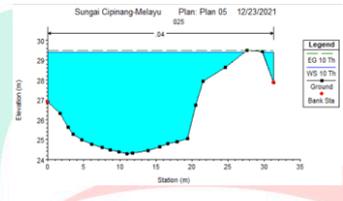
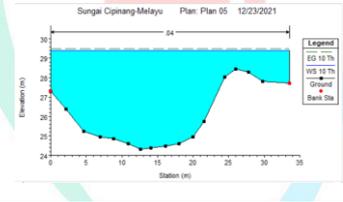
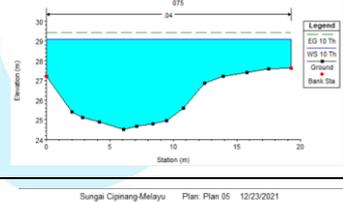
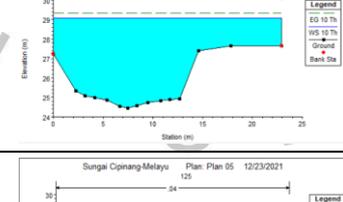
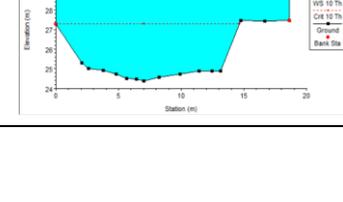


Gambar 4. 10. Hasil 3D Muka Air Pada Kala Ulang 10,20, 50 Tahun

### 4.3.2.1 Hasil Analisis Muka Air Banjir Kondisi Eksisting

1. Hasil analisis muka air banjir kondisi eksisting kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.18.

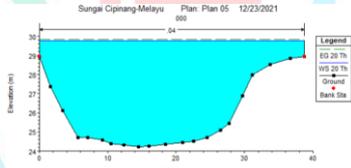
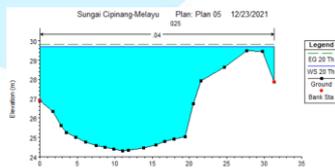
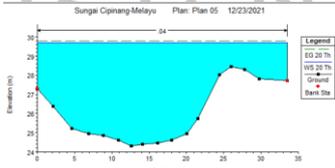
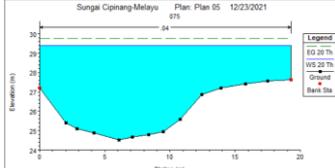
Tabel 4. 18 Kondisi Eksisting Kala Ulang 10 Tahun Hasil HEC-RAS

Kala Ulang 10 Tahun		
STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 29.47 m Elv. Tertinggi Saluran = 28.93 m Tinggi Banjir = 0.54 m
025		Elv. Banjir = 29.39 m Elv. Tertinggi Saluran = 29.49 m Tinggi Banjir = -0.10 m
050		Elv. Banjir = 29.39 m Elv. Tertinggi Saluran = 28.45 m Tinggi Banjir = 0.94 m
075		Elv. Banjir = 28.54 m Elv. Tertinggi Saluran = 27.63 m Tinggi Banjir = 0.91 m
100		Elv. Banjir = 28.82 m Elv. Tertinggi Saluran = 27.64 m Tinggi Banjir = 1.18 m
125		Elv. Banjir = 28.97 m Elv. Tertinggi Saluran = 27.47 m Tinggi Banjir = 1.50 m

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting pada kala ulang 10 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.18, memperlihatkan bahwa banjir terjadi pada penampang STA 000 setinggi 0.54 meter diatas permukaan sungai, STA 050 setinggi 0.94 meter diatas permukaan sungai, STA 075 setinggi 0.91 m diatas permukaan sungai, STA 100 setinggi 1.18 m dan STA 125 setinggi 1.50 diatas permukaan sungai. Sementara itu pada STA 025 tidak terjadi banjir dimana Muka Air Banjir (M.A.B) terdapat pada 0.10 m dibawah permukaan sungai, hal ini dikarenakan tingginya geometri penampang melintang pada STA 025.

2. Hasil analisis muka air banjir kondisi eksisting kala ulang 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Kondisi Eksisting Kala Ulang 20 Tahun Hasil HEC-RAS

STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 29.79 m Elv. Tertinggi Saluran = 28.93 m Tinggi Banjir = 0.86 m
025		Elv. Banjir = 29.7 m Elv. Tertinggi Saluran = 29.49 m Tinggi Banjir = 0.21 m
050		Elv. Banjir = 29.7 m Elv. Tertinggi Saluran = 28.45 m Tinggi Banjir = 1.25 m
075		Elv. Banjir = 28.85 m Elv. Tertinggi Saluran = 27.63 m Tinggi Banjir = 1.22 m

Kala Ulang 20 Tahun		
STA	Penampang Melintang	Keterangan
100		Elv. Banjir = 29.16 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 27.64 m
		Tinggi Banjir = 1.52 m
125		Elv. Banjir = 29.27 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 27.47 m
		Tinggi Banjir = 1.80 m

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting pada kala ulang 20 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.19, memperlihatkan bahwa banjir terjadi pada seluruh penampang dimana banjir yang terjadi pada penampang STA 000 setinggi 0.86 meter diatas permukaan sungai, STA 025 setinggi 0.21 m, STA 050 setinggi 1.25 meter diatas permukaan sungai, STA 075 setinggi 1.22 m diatas permukaan sungai, STA 100 setinggi 1.52 m dan STA 125 setinggi 1.80 diatas permukaan sungai.

3. Hasil analisis muka air banjir kondisi eksisting kala ulang 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Kondisi Eksisting Kala Ulang 50 Tahun Hasil HEC-RAS

Kala Ulang 50 Tahun		
STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 30.04 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 28.93 m
		Tinggi Banjir = 1.11 m
025		Elv. Banjir = 29.96 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 29.49 m
		Tinggi Banjir = 0.47 m

Kala Ulang 50 Tahun		
STA	Penampang Melintang	Keterangan
050		Elv. Banjir = 29.96 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 28.45 m
		Tinggi Banjir = 1.51 m
075		Elv. Banjir = 29.08 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 27.63 m
		Tinggi Banjir = 1.45 m
100		Elv. Banjir = 29.34 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 27.64 m
		Tinggi Banjir = 1.70 m
125		Elv. Banjir = 29.51 m
		Elv. Tertinggi Saluran = 27.47 m
		Tinggi Banjir = 2.04 m

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting pada kala ulang 50 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.20, memperlihatkan bahwa banjir terjadi pada seluruh penampang dimana banjir yang terjadi pada penampang STA 000 setinggi 1.11 meter diatas permukaan sungai, STA 025 setinggi 0.47 m, STA 050 setinggi 1.51 meter diatas permukaan sungai, STA 075 setinggi 1.45 m diatas permukaan sungai, STA 100 setinggi 1.70 m dan STA 125 setinggi 2.04 diatas permukaan sungai.

Berdasarkan hasil diatas menunjukkan bahwa kondisi eksisting pada sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu mengalami banjir yang cukup bervariasi untuk rata rata muka air banjir pada keadaan eksisting kala ulang 10 tahun adalah 0.828 m, untuk kala ulang 20

tahun adalah 1.14 dan untuk kala ulang ulang 50 th adalah 1,38 m sehingga diperlukan adanya dinding penahan tanah untuk menahan muka air banjir.

#### 4.3.2.2 Hasil Analisis Muka Air Banjir Kondisi Rencana

1. Hasil analisis muka air banjir kondisi rencana pada kala ulang 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Kondisi Rencana Kala Ulang 10 Tahun Hasil HEC-RAS  
Kala Ulang 10 Tahun

STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 29.1 m Elv. Dasar Saluran = 24.22 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.88 m
025		Elv. Banjir = 29 m Elv. Dasar Saluran = 24.29 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.71 m
050		Elv. Banjir = 29.01 m Elv. Dasar Saluran = 24.32 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.69 m
075		Elv. Banjir = 28.51 m Elv. Dasar Saluran = 24.52 m Tinggi Muka Air Banjir = 3.99 m
100		Elv. Banjir = 28.57 m Elv. Dasar Saluran = 24.43 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.14 m

Kala Ulang 10 Tahun

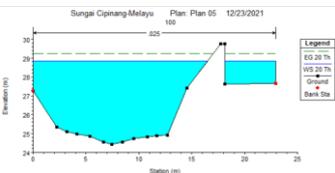
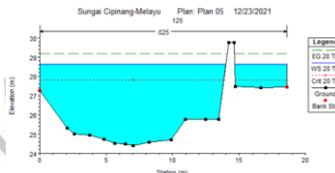
STA	Penampang Melintang	Keterangan
125		Elv. Banjir = 28.38 m
		Elv. Dasar Saluran = 24.39 m
		Tinggi Muka Air Banjir = 3.99 m

2. Hasil analisis muka air banjir kondisi rencana pada kala ulang 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Kondisi Rencana Kala Ulang 20 Tahun Hasil HEC-RAS  
Kala Ulang 20 Tahun

STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 29.39 m
		Elv. Dasar Saluran = 24.22 m
		Tinggi Muka Air Banjir = 5.17 m
025		Elv. Banjir = 29.28 m
		Elv. Dasar Saluran = 24.29 m
		Tinggi Muka Air Banjir = 4.99 m
050		Elv. Banjir = 29.3 m
		Elv. Dasar Saluran = 24.32 m
		Tinggi Muka Air Banjir = 4.98 m
075		Elv. Banjir = 28.77 m
		Elv. Dasar Saluran = 24.52 m
		Tinggi Muka Air Banjir = 4.25 m

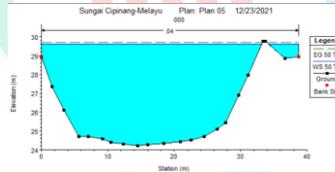
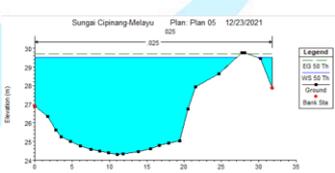
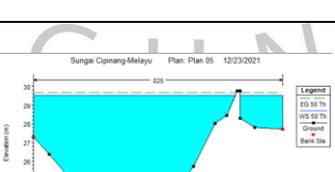
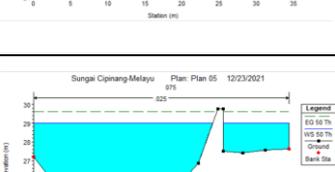
Kala Ulang 20 Tahun

STA	Penampang Melintang	Keterangan
100		Elv. Banjir = 28.83 m Elv. Dasar Saluran = 24.43 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.4 m
125		Elv. Banjir = 28.63 m Elv. Dasar Saluran = 24.39 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.24 m

3. Hasil analisis muka air banjir kondisi rencana pada kala ulang 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Kondisi Rencana Kala Ulang 50 Tahun Hasil HEC-RAS

Kala Ulang 50 Tahun

STA	Penampang Melintang	Keterangan
000		Elv. Banjir = 29.62 m Elv. Dasar Saluran = 24.22 m Tinggi Muka Air Banjir = 5.40 m
025		Elv. Banjir = 29.51 m Elv. Dasar Saluran = 24.29 m Tinggi Muka Air Banjir = 5.22 m
050		Elv. Banjir = 29.52 m Elv. Dasar Saluran = 24.32 m Tinggi Muka Air Banjir = 5.20 m
075		Elv. Banjir = 28.98 m Elv. Dasar Saluran = 24.52 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.46 m

Kala Ulang 50 Tahun

STA	Penampang Melintang	Keterangan
100		Elv. Banjir = 29.05 m Elv. Dasar Saluran = 24.43 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.62 m
125		Elv. Banjir = 28.84 m Elv. Dasar Saluran = 24.39 m Tinggi Muka Air Banjir = 4.45 m

Berdasarkan hasil diatas menunjukan bahwa kondisi perencanaan dinding penahan tanah pada sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu sudah mampu menahan air banjir pada kala ulang 10,20 dan 50 tahun. Hasil dari muka air banjir ini akan diaplikasi untuk melalukan pengecekan terhadap stabilitas dinding penahan tanah pada aplikasi plaxis sesuai dengan muka air banjir yang dihasilkan seperti pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Rekapitulasi Muka Air Banjir Rencana Sesuai Dengan Kala Ulang

STA	Muka Air Banjir Sesuai Kala Ulang (m)		
	10 Th	20 Th	50 Th
000	4.88	5.17	5.40
025	4.71	4.99	5.22
050	4.69	4.89	5.20
075	3.99	4.25	4.46
100	4.14	4.40	4.62
125	3.99	4.24	4.45

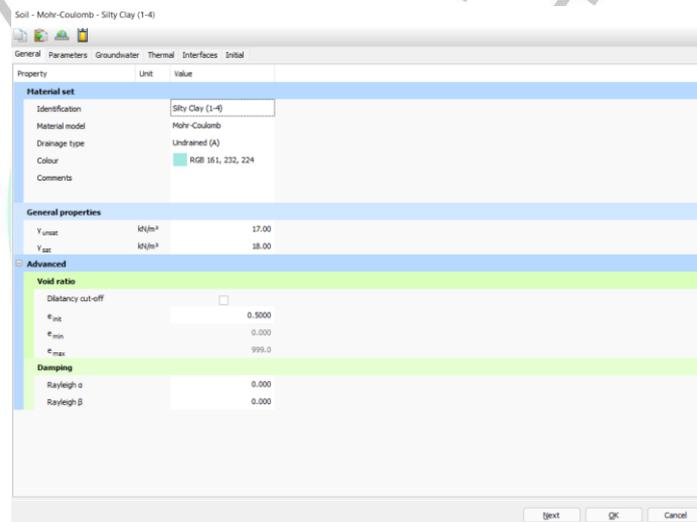
## 4.4 Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah Menggunakan Aplikasi *Plaxis 2D*

### 4.4.1 Pengoperasian Program *Plaxis 2D*

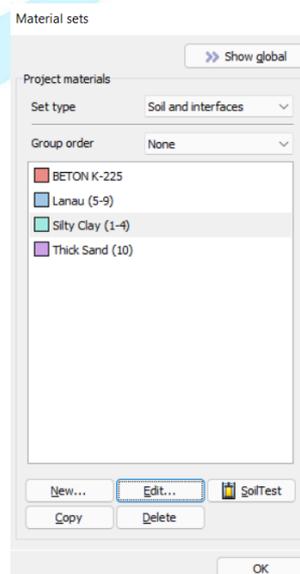
#### 1. Input

##### a. Soil

Masukan data tanah sesuai dengan Tabel 4.5 dimana data tanah ini akan digunakan untuk sebagai material struktur tanah dan dinding penahan tanah. Hasil dari *input* data tanah dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan 4.15



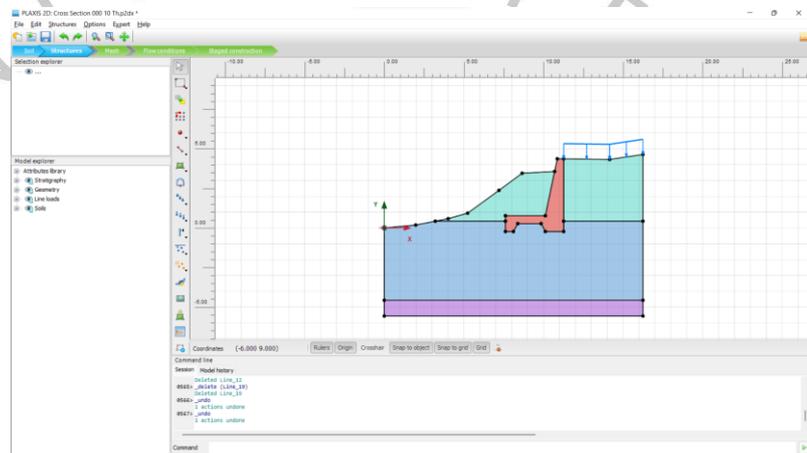
Gambar 4. 11. Data Tanah Pada Aplikasi Plaxis 2D



Gambar 4. 12. Rekapitulasi Material Yang Akan Digunakan

### b. Structures

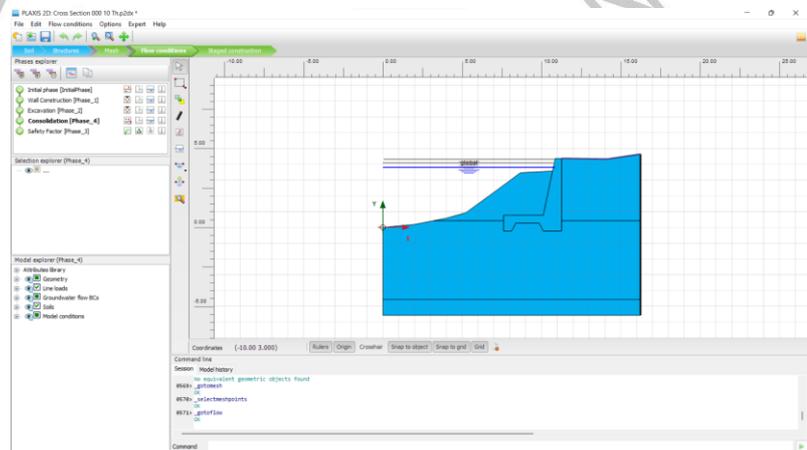
Pada tahapan ini penampang melintang dan dinding penahan di *input* pada aplikasi Plaxis 2D untuk membuat struktur tanah sesuai dengan material yang telah dimasukkan sebelumnya. Pada tahapan ini juga dimasukkan beban lalu lintas sesuai dengan Tabel 2.15, beban lalu lintas yang digunakan adalah sistem jaringan sekunder dengan fungsi jalan lokal dan lalu lintas harian <500 maka digunakan beban sebesar  $10 \text{ KN/m}^2$ .



Gambar 4. 13. Hasil Pembuatan Struktur Pada Plaxis 2D

### c. Flow Conditions

Setelah struktur tanah dan dinding penahan tanah sudah dibuat maka ditentukan muka air sesuai dengan muka air banjir pada Tabel 4.24.

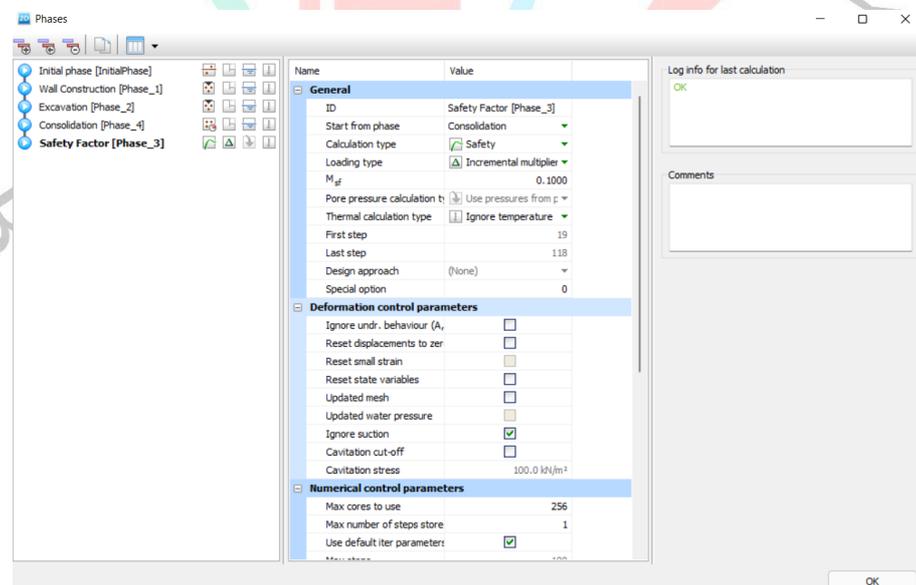


Gambar 4. 14. Hasil Input Muka Air Banjir

## 2. Calculate

Setelah melakukan input terhadap material tanah, struktur dan muka air yang digunakan maka selanjutnya dilakukan kalkulasi terhadap struktur dinding penahan tanah untuk mengetahui *Safety Factor* (nilai keamanan) dan defleksi. Perhitungan yang dimasukkan ke dalam plaxis yang dapat dilihat pada Gambar 4.18 adalah sebagai berikut:

- *Initial phase*, yaitu prosedur awal untuk menentukan struktur yang akan dihitung.
- *Wall Construction*, yaitu perhitungan terhadap struktur dinding penahan tanah.
- *Excavation*, yaitu perhitungan terhadap timbunan di sekitar dinding penahan tanah.
- *Consolidation*, yaitu perhitungan terhadap penurunan struktur tanah.
- *Safety Factor*, yaitu perhitungan terhadap nilai aman dari struktur dinding penahan tanah terhadap struktur tanah.

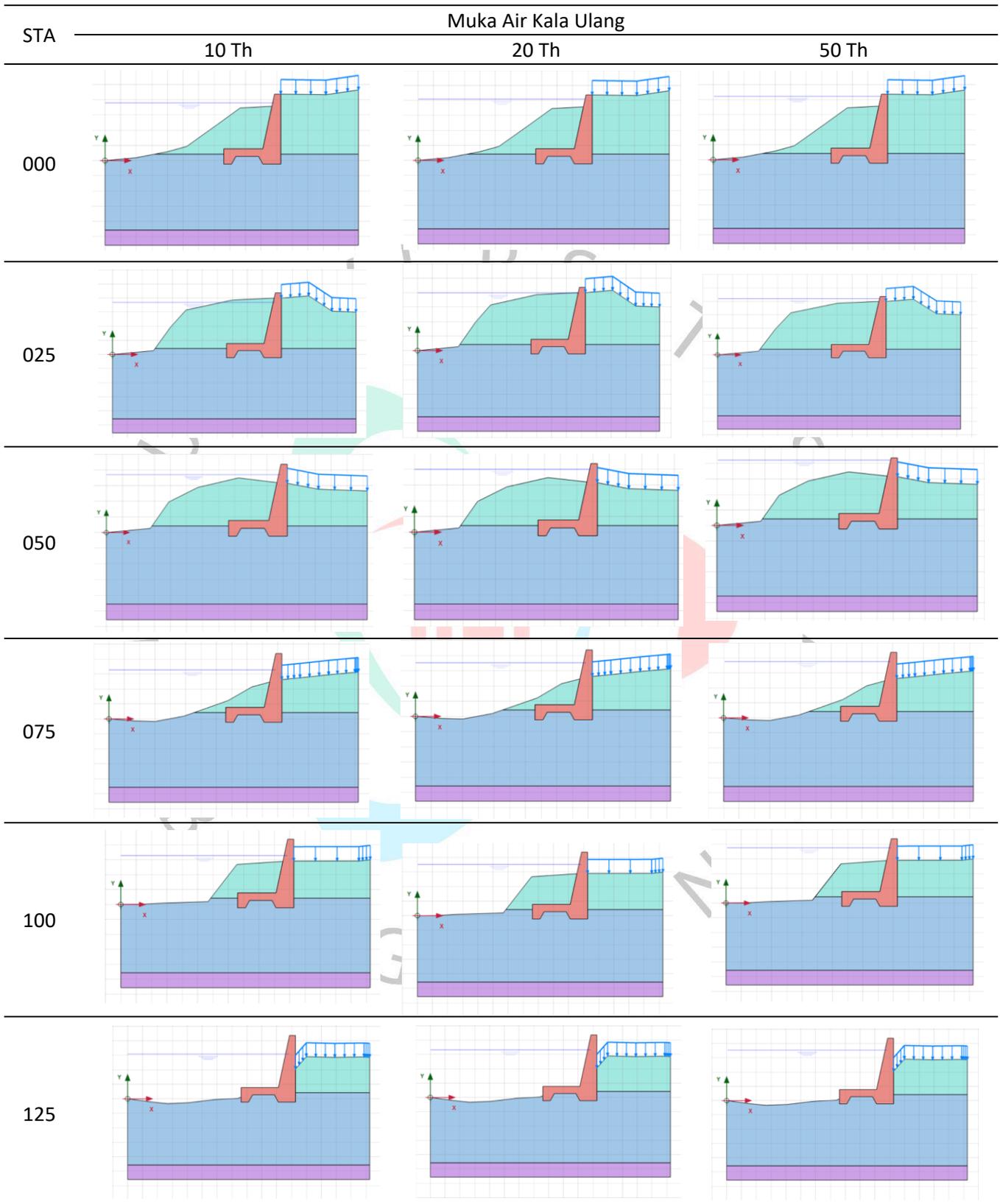


Gambar 4. 15. Perhitungan Calculate Pada Plaxis 2D

### 4.4.2 Hasil Input Struktur dan Muka Air Banjir

Hasil *input* struktur dan muka air banjir untuk perhitungan pada plaxis dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4. 25 Hasil Input Penampang Melintang Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10,20 dan 50 Tahun



#### 4.4.3 Hasil Analisis Nilai Keamanan

##### 1. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+000 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 4.88 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.030 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Reached values	
Reached total time	1.000 day
CSP - Relative stiffness	-0.1103E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	175.9 kN/m <sup>2</sup>
ΣM <sub>stage</sub> - Reached phase p	0.000
ΣM <sub>weight</sub> - Reached weight	1.000
ΣM <sub>sf</sub> - Reached safety fact	5.030

Gambar 4. 16. Hasil Nilai Keamanan STA 0+000 Kala Ulang 10 Tahun

##### 2. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+000 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 5.17 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.306 dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	5.906E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	187.6 kN/m <sup>2</sup>
ΣM <sub>stage</sub> - Reached phase p	0.000
ΣM <sub>weight</sub> - Reached weight	1.000
ΣM <sub>sf</sub> - Reached safety fact	5.306

Gambar 4. 17. Hasil Nilai Keamanan STA 0+000 Kala Ulang 20 Tahun

##### 3. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+000 pada kala ulang 50 tahun dengan muka air banjir 5.40 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.447 dapat dilihat pada Gambar 4.18.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	3.889E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	73.45 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.447

Gambar 4. 18. Hasil Nilai Keamanan STA 0+000 Kala Ulang 50 Tahun

#### 4. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+025 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 4.71 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 2.966 dapat dilihat pada Gambar 4.19.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	2.527E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	234.6 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	2.966

Gambar 4. 19. Hasil Nilai Keamanan STA 0+025 Kala Ulang 10 Tahun

#### 5. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+025 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.99 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 3.010 dapat dilihat pada Gambar 4.20.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	0.1051E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	51.97 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	3.010

Gambar 4. 20. Hasil Nilai Keamanan STA 0+025 Kala Ulang 10 Tahun

#### 6. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+025 pada kala ulang 50 tahun dengan muka air banjir 5.22 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 3.030 dapat dilihat pada Gambar 4.21.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	-6.646E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	41.69 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	3.030

Gambar 4. 21. Hasil Nilai Keamanan STA 0+025 Kala Ulang 50 Tahun

#### 7. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+050 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 4.69 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.255 dapat dilihat pada Gambar 4.22.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	8.803E-18
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	33.21 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.255

Gambar 4. 22. Hasil Nilai Keamanan STA 0+050 Kala Ulang 10 Tahun

### 8. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+050 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.89 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.304 dapat dilihat pada Gambar 4.23.

Reached values	
Reached total time	250.0 day
CSP - Relative stiffness	0.8078E-18
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	36.78 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.304

Gambar 4. 23. Hasil Nilai Keamanan STA 0+050 Kala Ulang 20 Tahun

### 9. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+050 pada kala ulang 50 tahun dengan muka air banjir 4.89 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.312 dapat dilihat pada Gambar 4.24.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	-0.02787E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	35.31 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.312

Gambar 4. 24. Hasil Nilai Keamanan STA 0+050 Kala Ulang 50 Tahun

#### 10. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+075 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 3.99 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 7.553 dapat dilihat pada Gambar 4.25.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	-0.02443E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	54.57 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	7.553

Gambar 4. 25. Hasil Nilai Keamanan STA 0+075 Kala Ulang 10 Tahun

#### 11. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+075 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.25 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 7.824 dapat dilihat pada Gambar 4.26.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	-0.01385E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	50.88 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	7.824

Gambar 4. 26. Hasil Nilai Keamanan STA 0+075 Kala Ulang 20 Tahun

### 12. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+075 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.46 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 7.907 dapat dilihat pada Gambar 4.30.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	3.072E-9
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	34.76 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	7.907

Gambar 4. 27. Hasil Nilai Keamanan STA 0+075 Kala Ulang 20 Tahun

### 13. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+100 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 4.14 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.460 dapat dilihat pada Gambar 4.28.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	0.3064E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	31.43 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.460

Gambar 4. 28. Hasil Nilai Keamanan STA 0+100 Kala Ulang 10 Tahun

#### 14. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+100 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.40 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.498 dapat dilihat pada Gambar 4.29.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	0.05511E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	30.22 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.498

Gambar 4. 29. Hasil Nilai Keamanan STA 0+100 Kala Ulang 20 Tahun

#### 15. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+100 pada kala ulang 50 tahun dengan muka air banjir 4.62 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 5.505 dapat dilihat pada Gambar 4.30.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	2.291E-12
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	130.5E3 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	5.505

Gambar 4. 30. Hasil Nilai Keamanan STA 0+100 Kala Ulang 50 Tahun

#### 16. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+125 pada kala ulang 10 tahun dengan muka air banjir 3.99 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 2.455 dapat dilihat pada Gambar 4.31.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	-0.06056E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	33.34 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	2.455

Gambar 4. 31. Hasil Nilai Keamanan STA 0+125 Kala Ulang 10 Tahun

#### 17. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+125 pada kala ulang 20 tahun dengan muka air banjir 4.24 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 2.690 dapat dilihat pada Gambar 4.32.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	0.08117E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	34.64 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	2.690

Gambar 4. 32. Hasil Nilai Keamanan STA 0+125 Kala Ulang 20 Tahun

### 18. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Hasil perhitungan kalkulasi nilai keamanan pada STA 0+125 pada kala ulang 50 tahun dengan muka air banjir 4.45 m dari permukaan terendah didapatkan hasil nilai keamanan (SF) sebesar 2.792 dapat dilihat pada Gambar 4.33.

Reached values	
Reached total time	200.0 day
CSP - Relative stiffness	2.138E-15
ForceX - Reached total force	0.000 kN
ForceY - Reached total force	0.000 kN
Pmax - Reached max pp	90.16 kN/m <sup>2</sup>
$\Sigma M_{stage}$ - Reached phase p	0.000
$\Sigma M_{weight}$ - Reached weight	1.000
$\Sigma M_{sf}$ - Reached safety fact	2.792

Gambar 4. 33. Hasil Nilai Keamanan STA 0+125 Kala Ulang 10 Tahun

Setelah mendapatkan nilai keamanan tiap penampang melintang perlu dilakukan pengecekan apakah nilai keamanan sudah memenuhi syarat stabilitas keseluruhan pada tanah. Syarat yang digunakan untuk tanah granuler adalah  $> 1.5$  dan tanah kohesif adalah  $> 2$  pada perencanaan dinding penahan tanah tanah yang digunakan bervariasi sehingga digunakan nilai keamanan tertinggi yaitu  $> 2$ . Berikut rekapitulasi nilai keamanan dengan syarat  $>2$  yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

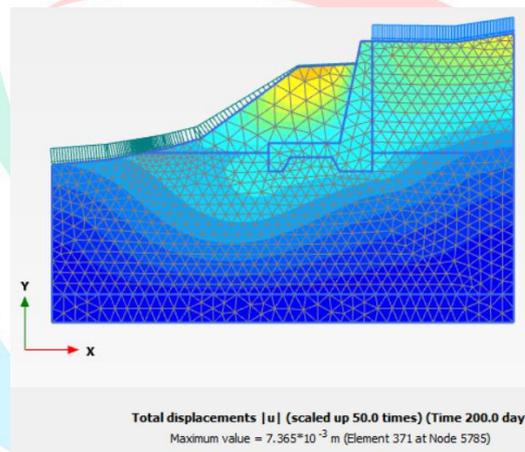
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Nilai Keamanan Terhadap Syarat Nilai Keamanan

STA	Rekapitulasi Nilai Keamanan (SF) Sesuai Syarat > 2					
	10 Th		20 Th		50 Th	
000	5.030	Memenuhi	5.306	Memenuhi	5.447	Memenuhi
025	2.966	Memenuhi	3.010	Memenuhi	3.030	Memenuhi
050	5.255	Memenuhi	5.304	Memenuhi	5.312	Memenuhi
075	7.553	Memenuhi	7.824	Memenuhi	7.907	Memenuhi
100	5.460	Memenuhi	5.498	Memenuhi	5.505	Memenuhi
125	2.455	Memenuhi	2.690	Memenuhi	2.792	Memenuhi

#### 4.4.4 Hasil Analisis Defleksi

##### 1. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

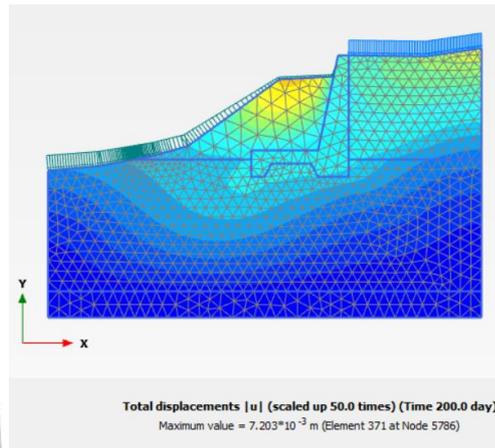
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+000 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.737 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4. 34. Hasil Analisis Defleksi STA 0+000 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

##### 2. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

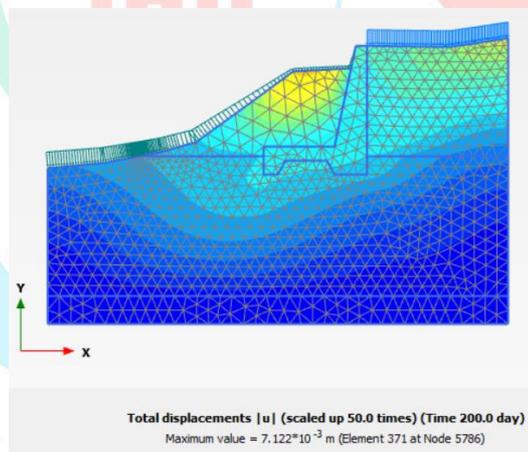
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+000 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.720 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4. 35. Hasil Analisis Defleksi STA 0+000 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

### 3. STA 0+000 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

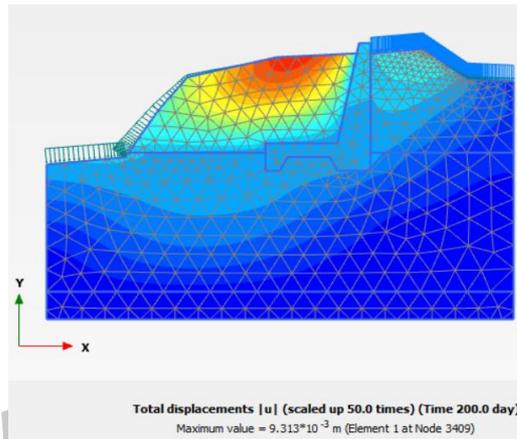
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+000 pada kala ulang 50 tahun terjadi defleksi sebesar 0.711 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.36.



Gambar 4. 36. Hasil Analisis Defleksi STA 0+000 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

### 4. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

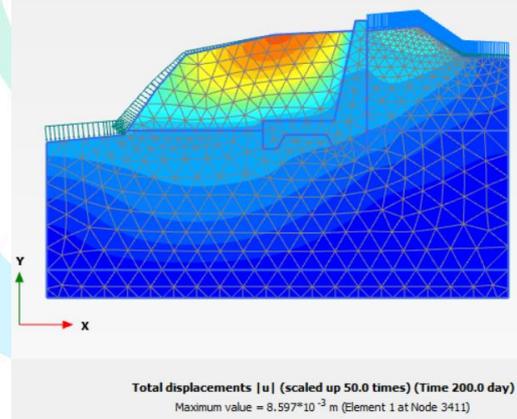
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+025 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.931 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4. 37. Hasil Analisis Defleksi STA 0+025 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

##### 5. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

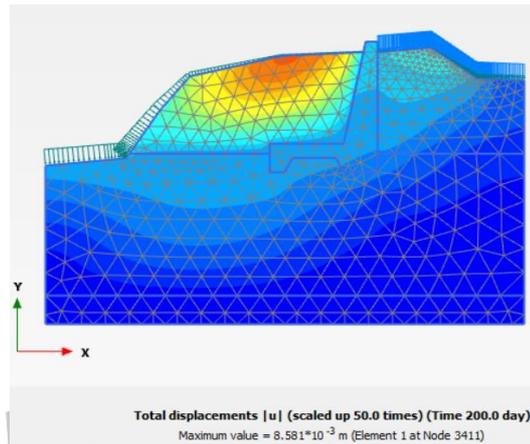
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+025 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.860 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.38.



Gambar 4. 38. Hasil Analisis Defleksi STA 0+025 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

##### 6. STA 0+025 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

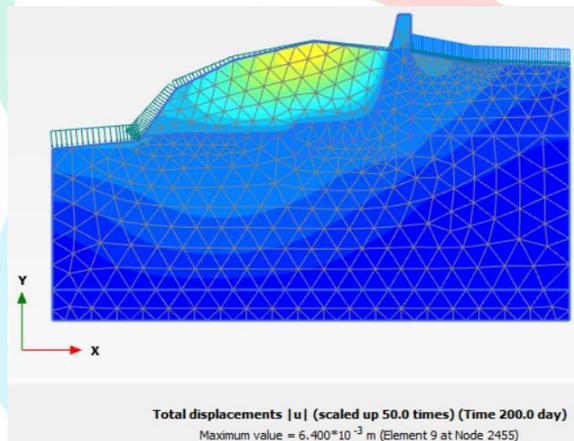
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+025 pada kala ulang 50 tahun terjadi defleksi sebesar 0.858 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.39.



Gambar 4. 39. Hasil Analisis Defleksi STA 0+025 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

**7. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun**

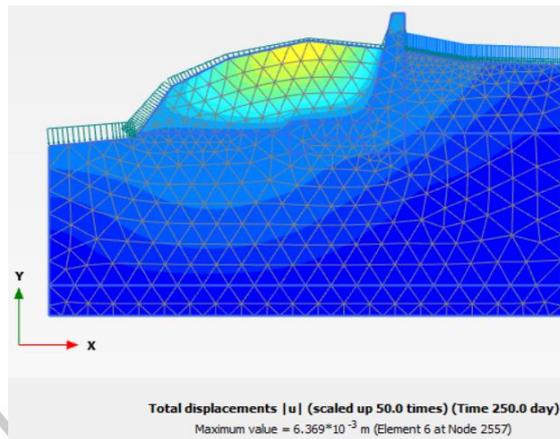
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+050 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.640 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.40.



Gambar 4. 40. Hasil Analisis Defleksi STA 0+050 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

**8. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun**

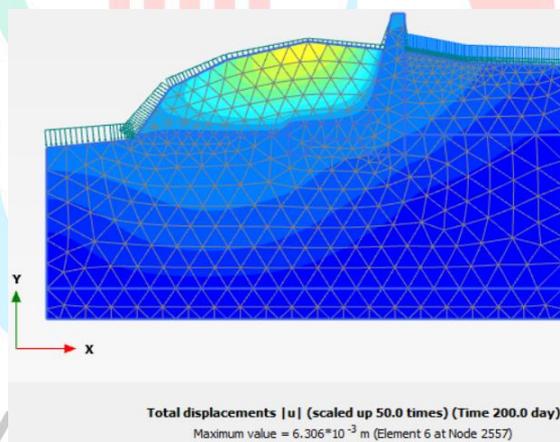
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+050 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.637 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.41.



Gambar 4. 41. Hasil Analisis Defleksi STA 0+050 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

### 9. STA 0+050 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

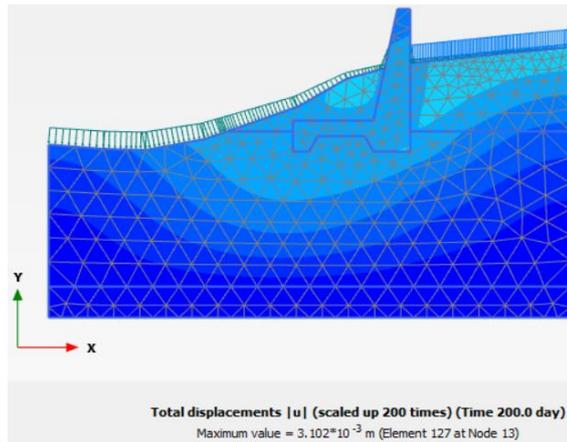
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+050 pada kala ulang 50 tahun terjadi defleksi sebesar 0.637 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.42.



Gambar 4. 42. Hasil Analisis Defleksi STA 0+050 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

### 10. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

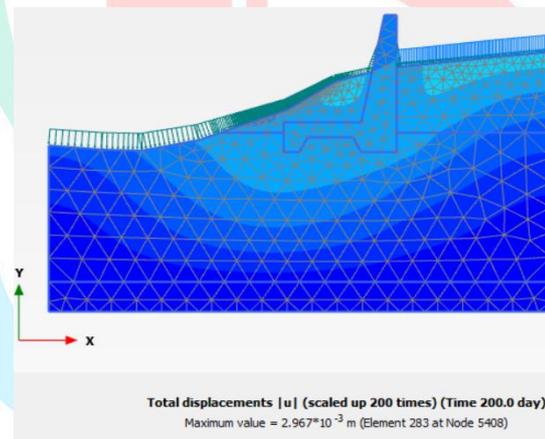
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+075 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.310 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.43.



Gambar 4. 43. Hasil Analisis Defleksi STA 0+075 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

#### 11. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

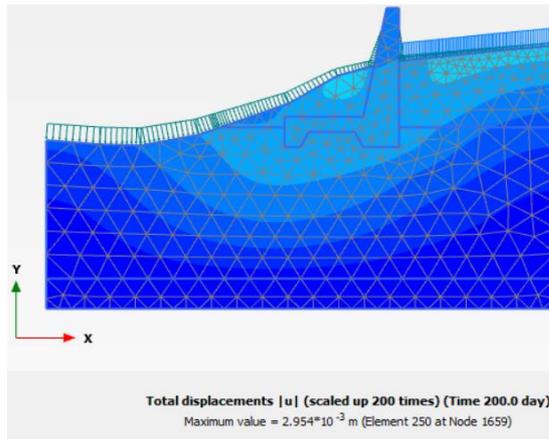
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+075 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.297 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.44.



Gambar 4. 44. Hasil Analisis Defleksi STA 0+075 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

#### 12. STA 0+075 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

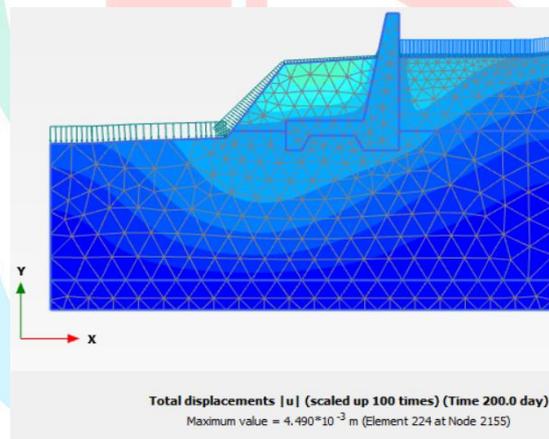
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+075 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.295 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.45.



Gambar 4. 45. Hasil Analisis Defleksi STA 0+075 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

### 13. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

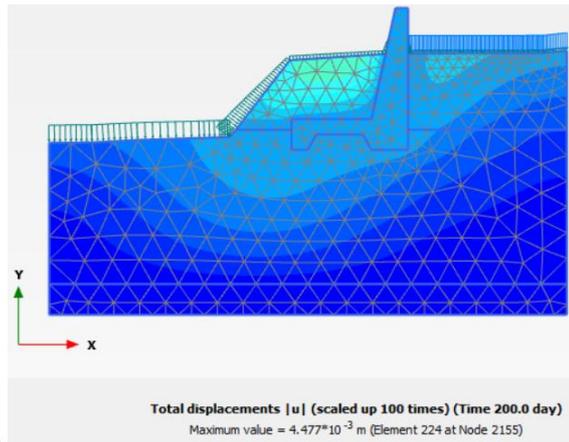
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+100 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.449 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.46.



Gambar 4. 46. Hasil Analisis Defleksi STA 0+100 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

### 14. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

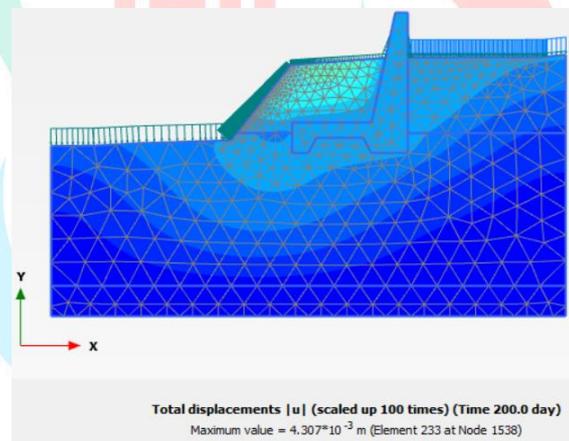
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+100 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.448 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.47.



Gambar 4. 47. Hasil Analisis Defleksi STA 0+100 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

**15. STA 0+100 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun**

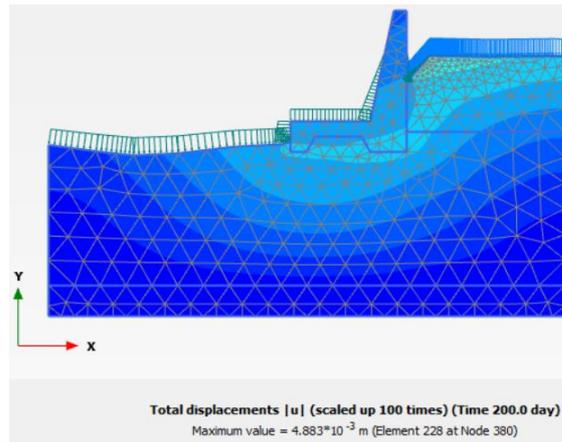
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+100 pada kala ulang 50 tahun terjadi defleksi sebesar 0.431 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.48.



Gambar 4. 48. Hasil Analisis Defleksi STA 0+100 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

**16. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun**

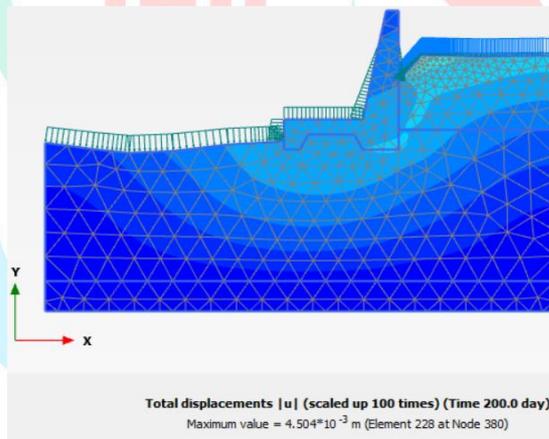
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+125 pada kala ulang 10 tahun terjadi defleksi sebesar 0.488 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.49.



Gambar 4. 49. Hasil Analisis Defleksi STA 0+125 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 10 Tahun

**17. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun**

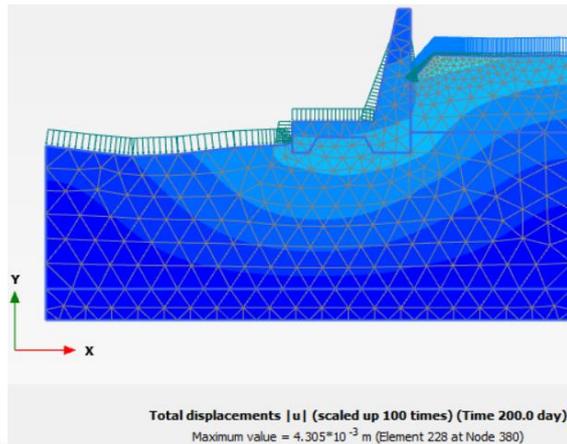
Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+125 pada kala ulang 20 tahun terjadi defleksi sebesar 0.450 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.50.



Gambar 4. 50. Hasil Analisis Defleksi STA 0+125 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 20 Tahun

**18. STA 0+125 Dengan Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun**

Hasil perhitungan kalkulasi besar defleksi pada STA 0+125 pada kala ulang 50 tahun terjadi defleksi sebesar 0.450 cm yang dapat dilihat pada Gambar 4.51.



Gambar 4. 51. Hasil Analisis Defleksi STA 0+125 Pada Muka Air Banjir Kala Ulang 50 Tahun

Setelah melakukan analisis dan didapatkan berapa besar defleksi yang terjadi tiap penampang melintang namun perlu diperhatikan bahwa syarat pondasi dengan bangunan diatas memiliki maksimum defleksi yaitu < 1 inch atau 2.54 cm. Berikut rekapitulasi defleksi dengan syarat < 2.54 cm yang dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Keamanan Terhadap Syarat Nilai Keamanan

STA	Rekapitulasi Defleksi (cm) Sesuai Syarat < 2.54 cm					
	10 Th		20 Th		50 Th	
000	0.737	Memenuhi	0.720	Memenuhi	0.711	Memenuhi
025	0.931	Memenuhi	0.860	Memenuhi	0.858	Memenuhi
050	0.640	Memenuhi	0.637	Memenuhi	0.631	Memenuhi
075	0.310	Memenuhi	0.297	Memenuhi	0.295	Memenuhi
100	0.449	Memenuhi	0.448	Memenuhi	0.431	Memenuhi
125	0.488	Memenuhi	0.450	Memenuhi	0.431	Memenuhi

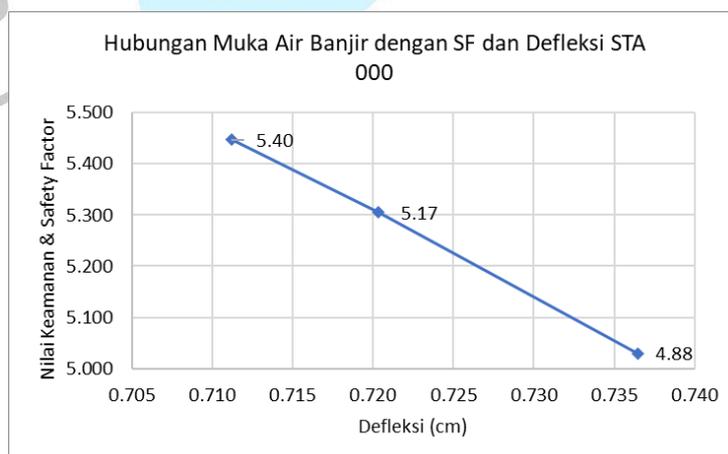
#### 4.5 Analisis Hubungan Muka Air Banjir Dengan Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Setelah mendapatkan hasil analisis dari muka air banjir yang digunakan untuk melakukan analisis stabilitas dinding penahan tanah dan menghasilkan nilai keamanan (*Safety Factor*) dan defleksi, sehingga dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat hubungan dari muka air banjir kala ulang 10,20 dan 50 tahun dengan nilai keamanan dan defleksi. Berikut rekapitulasi kala ulang 10,20 dan 50 tahun untuk nilai keamanan dan defleksi setiap penampang melintang yang dapat dilihat pada Tabel 4.28.

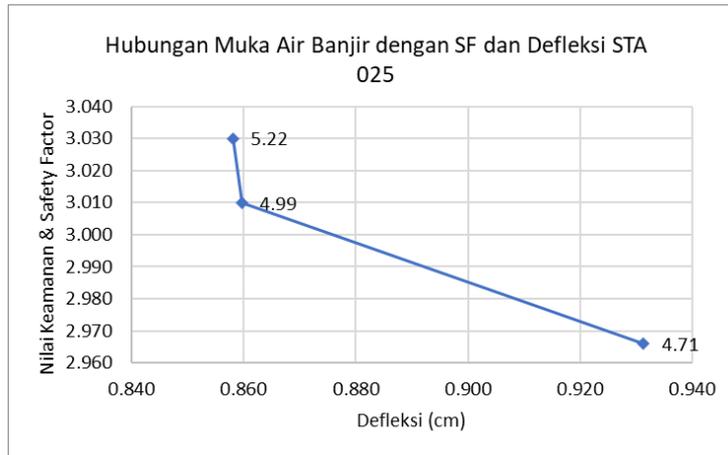
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Kala Ulang 10,20, dan 50 Tahun Nilai Keamanan dan Defleksi Tiap Penampang Melintang

STA	Muka Air Banjir	Nilai Keamanan (SF)	Defleksi (cm)
000	4.88	5.030	0.737
	5.17	5.306	0.720
	5.4	5.447	0.711
025	4.71	2.966	0.931
	4.99	3.010	0.860
	5.22	3.030	0.858
050	4.69	5.255	0.640
	4.89	5.304	0.637
	5.2	5.312	0.631
075	3.99	7.553	0.310
	4.25	7.824	0.297
	4.46	7.907	0.295
100	4.14	5.460	0.449
	4.4	5.498	0.448
	4.62	5.505	0.431
125	3.99	2.455	0.488
	4.24	2.690	0.450
	4.45	2.792	0.431

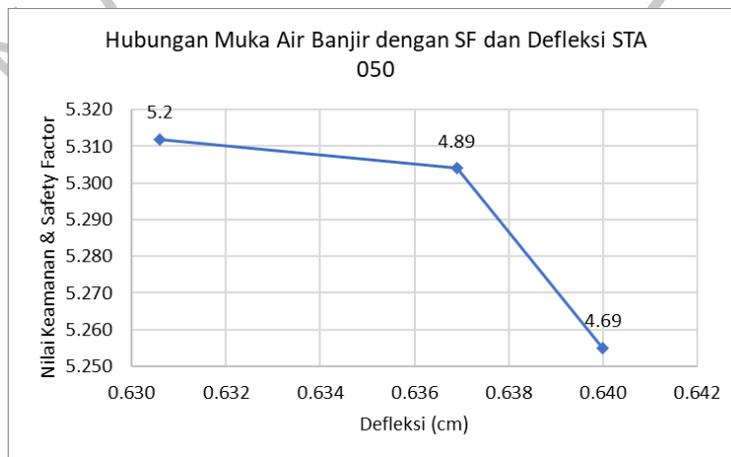
Setelah dilakukan rekapitulasi hasil analisis kala ulang 10,20 dan 50 tahun untuk nilai keamanan dan defleksi maka dapat dibuat grafik hubungan kala ulang 10,20 dan 50 tahun terhadap nilai keaman dan defleksi dari perencanaan dinding penahan tanah sungai Sunter bagian Cipinang-Melayu yang dapat dilihat pada Gambar 4.52 hingga 4.57.



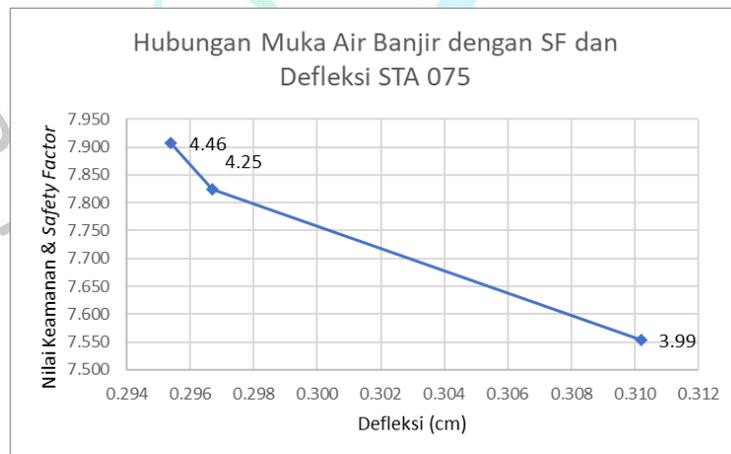
Gambar 4. 52. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+000



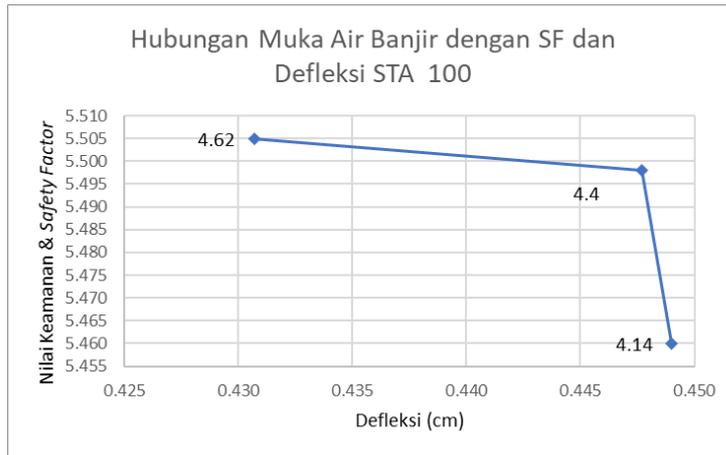
Gambar 4. 53. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+025



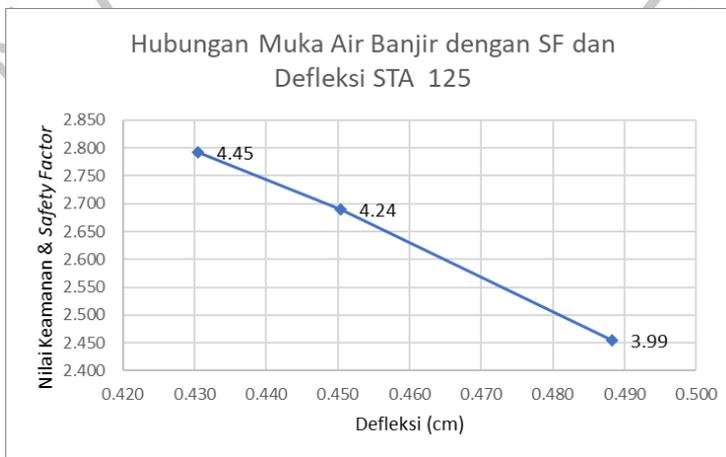
Gambar 4. 54. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+050



Gambar 4. 55. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+075



Gambar 4. 56. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+100



Gambar 4. 57. Grafik Hubungan M.A.B dengan SF dan Defleksi STA 0+125

Grafik diatas menunjukkan adanya hubungan terhadap muka air banjir dengan nilai keamanan (SF) dan defleksi. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa dengan semakin tingginya muka air banjir maka nilai keamanan juga akan menjadi tinggi begitu pula dengan nilai defleksi yang berkurang dengan tinggi muka air banjir.