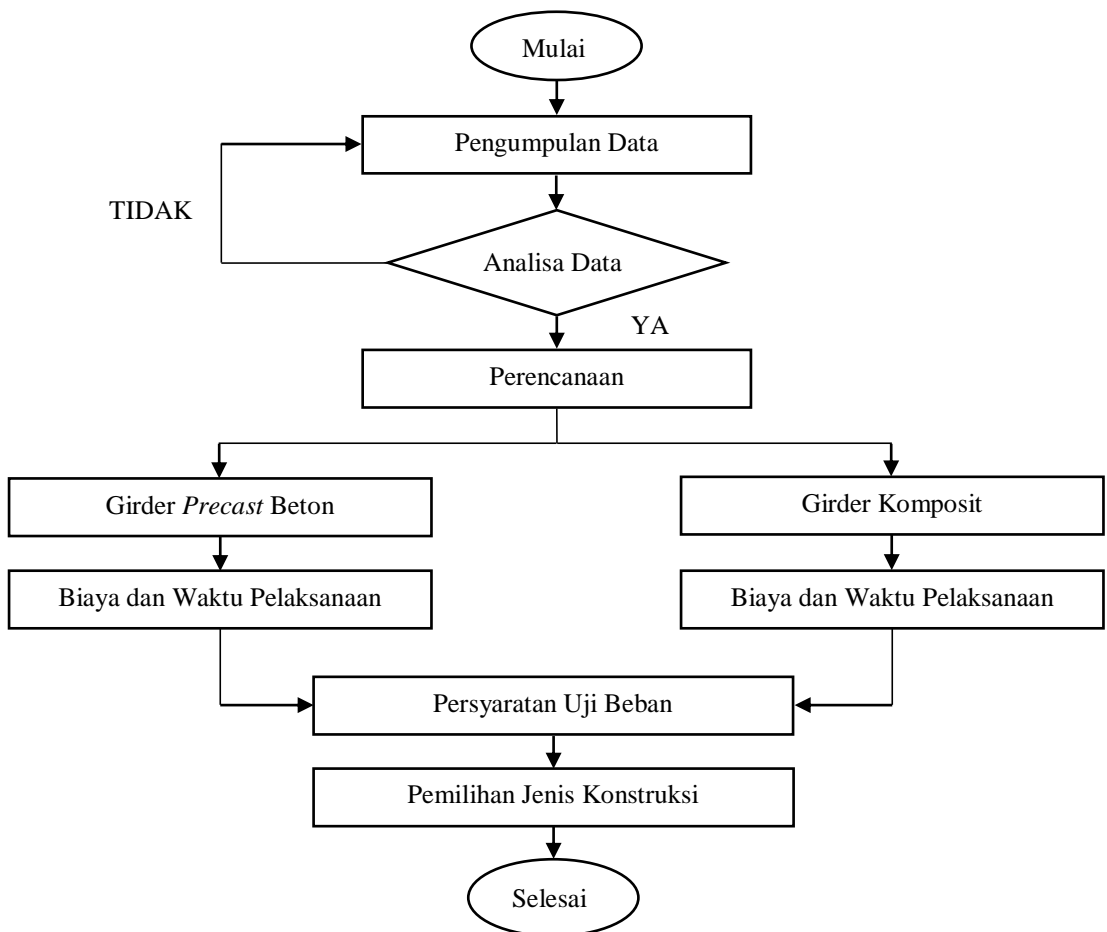


## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Rancangan Penelitian atau Bagan Alir Penelitian

Obyek penelitian adalah pekerjaan struktur pembangunan Jembatan 2 – Sei Liu pada Proyek Jembatan Ruas Mensalong–Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara. Yang mana pada konstruksi tersebut menggunakan sistem konstruksi girder komposit, dan peneliti akan membandingkan dengan sistem konstruksi girder *precast* beton dengan bagan alir sebagai berikut:



**Gambar 3.1.** Diagram Alir

### 3.2. Subyek Penelitian

Subyek penelitian adalah menangani permasalahan sistem konstruksi yang dapat diaplikasikan pada segala jenis medan sekitar jembatan dan lokasi yang tidak mudah diakses hanya dengan jalur darat.

Penulis ingin menggunakan 2 (dua) alternatif sistem konstruksi yang lebih efisien dalam segi kualitas (mutu konstruksi), kuantitas (biaya konstruksi), dan kontinuitas (umur konstruksi) yaitu sistem konstruksi girder komposit dengan sistem konstruksi girder precast beton pada jembatan. Berikut merupakan uraian data teknis Jembatan 2 – Sei Liu pada Proyek Jembatan Ruas Mensalong–Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara:

#### I. Uraian Umum

1. Keadaan Lokasi Jembatan :
2. Alinyemen Jembatan : perlu perubahan letak jembatan
3. Arah Sungai : dari hulu ke hilir
4. Perkiraan Jenis Tanah : lempung warna cokelat, batu pasir serpih

#### II. Keadaan Jembatan

1. Tipe Bangunan Atas : jembatan kayu (eksisting)
2. Kondisi Bangunan atas : kayu dan papan (eksisting)
3. Tipe Bangunan Bawah : kayu dan papan (eksisting)
4. Kondisi Bangunan Bawah : tanah lempung (eksisting)

#### III. Keadaan Sungai

1. Lebar Sungai Tebing ke Tebing : 18 m
2. Lebar Aliran Sungai Normal : 7 m
3. Lebar Aliran Sungai Banjir : 20 m
4. Elevasi M.A.N : + 31.886
5. Elevasi M.A.B : + 36.864
6. Elevasi Dasar Sungai : + 30.00
7. Sifat Aliran Sungai : dari hulu ke hilir
8. Endapan yang Dibawa : pasir
9. Penyempitan : di hulu
10. Penggerusan : di hilir
11. Sifat Tebing Sungai : mudah tergerus
12. Benda-Benda Hanyutan : kayu hutan

### 3.3. Instrumen Penelitian

Data yang diperlukan untuk penelitian ini adalah peta lokasi, gambar kerja, data hasil topografi, data geoteknik (bor log), dan data hidrologi (data curah hujan, analisa debit banjir) untuk mendukung analisa dalam perhitungan pembebanan dan pilihan jenis konstruksi yang dipakai, beserta data gempa (*respond spectrum*) di wilayah studi.

### 3.4. Prosedur Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam proses penelitian ini terbagi menjadi data primer yang didapat dari wilayah studi yang meliputi data penyelidikan tanah, dan fungsi penggunaan infrastruktur dengan perbandingan sistem konstruksi. Sedangkan data sekunder yang diperoleh dari beberapa referensi penelitian maupun peraturan-peraturan konstruksi.

### 3.5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data penelitian dilakukan untuk dapat mengetahui hasil perbandingan dari 2 (dua) sistem konstruksi (konstruksi girder komposit dan *precast* beton), dimana hasil dari penelitian akan menjadi referensi studi atau masukan untuk pekerjaan-pekerjaan di masa yang akan datang. Metode perencanaan konstruksi girder komposit dan konstruksi girder *precast* beton, meliputi:

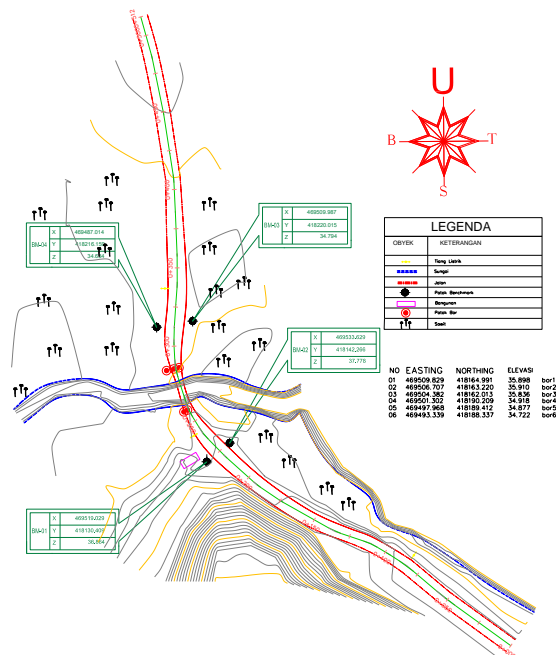
1. Pada tahap awal dilakukan survei data, baik data primer yang diperoleh dari survei lapangan yang dilakukan oleh pemilik kegiatan (PT. Mono Heksa KSO. PT. Aria Jasa Reksatama) maupun data sekunder berasal dari beberapa referensi penelitian maupun peraturan-peraturan konstruksi.
2. Data test tanah (geoteknik dan bor log) di wilayah studi yang dilakukan oleh CV. Geocipta Bangun Optima.
3. Data curah hujan di wilayah studi berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika – Stasiun Meteorologi Juwata, Tarakan.
4. Perhitungan biaya pelaksanaan pembangunan lokasi studi dengan menggunakan perbandingan sistem konstruksi girder komposit dan *precast* beton.
5. Perhitungan kebutuhan waktu pelaksanaan pembangunan lokasi studi dengan menggunakan perbandingan sistem konstruksi girder komposit dan *precast* beton.
6. Pemilihan sistem konstruksi yang sesuai untuk Jembatan dengan persyaratan yang mengacu pada peraturan resmi yang dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) juga peraturan lain, meliputi:

1. RSNI T-02-2005 Standar Pembebanan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum;
2. RSNI-T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum;
3. RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Jembatan Beton, Departemen Pekerjaan Umum;
4. Standar Nasional Indonsia (SNI) 3967-2008 Pedoman Perancangan Bantalan Elastomer untuk Perletakan Jembatan;
5. SNI 2833-2008 Standar Perencanaan Gempa untuk Jembatan;
6. *Bridge Management System* 1992.

### 3.6. Data Primer

#### 3.6.1. Lokasi Penelitian

Batasan wilayah studi penelitian ini berada pada Jembatan 1 – Sei Liu pada Proyek Jembatan 2 Ruas Mensalong–Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara. Adapun batas koordinat disajikan pada Gambar 3.1. sebagai berikut:



**Gambar 3.2.** Koordinat Wilayah Studi

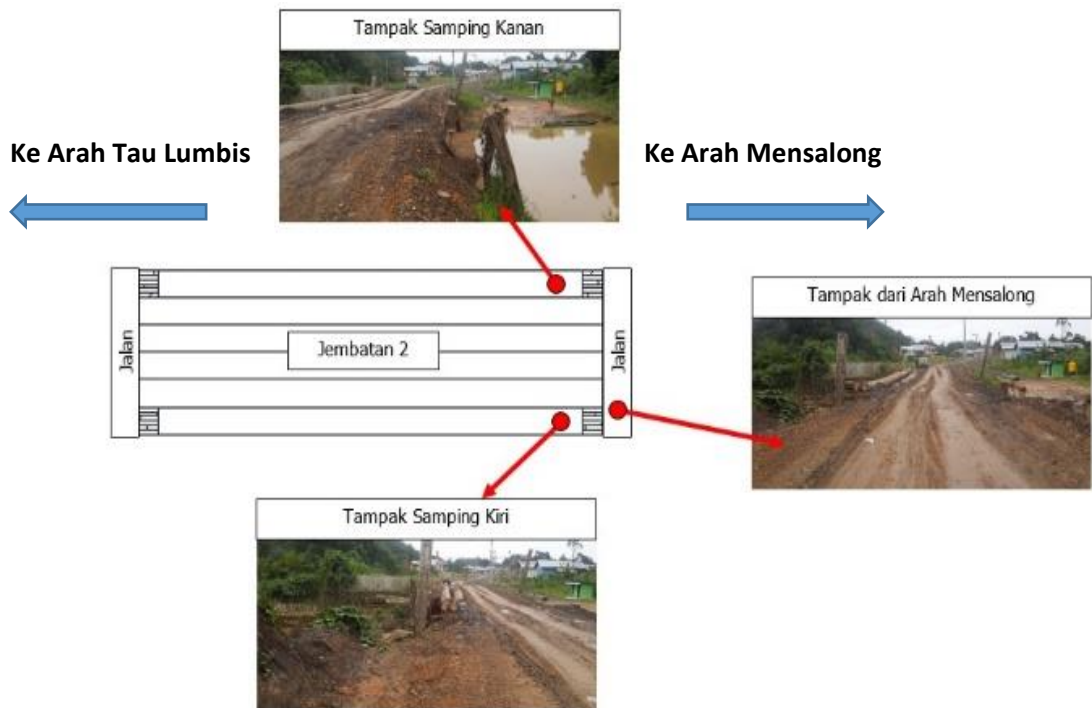
Sumber: CV. Geocipta Bangun Optima.

### 3.6.2. Perencanaan Girder Komposit dan *Precast* Beton

Dalam proses perencanaan konstruksi girder komposit dan *precast* beton, pihak *owner* menghendaki konstruksi girder harus direncanakan dengan menggunakan data peta lokasi, gambar kerja, data hasil pengukuran topografi, data geoteknik (bor log), dan data hidrologi (data curah hujan, analisa debit banjir).

### 3.6.3. Dokumentasi Tampak Kondisi Jembatan Sei Liu, Ruas Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara

Berikut merupakan dokumentasi tampak kondisi Jembatan 2 Sei Liu, Ruas Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara diambil dari samping kanan, samping kiri, dan dari arah Mensalong:



**Gambar 3.3.** Dokumentasi Tampak Kanan, Kiri, Arah Mensalong Kondisi Jembatan Sei Liu, Ruas Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara

### 3.6.4. Hasil Pengukuran Topografi

Untuk memulai pekerjaan desain maka diperlukan pengukuran penentuan titik koordinat. Berikut merupakan persiapan langkah awal yang dilakukan di lokasi proyek:

- **Pemasangan Patok**

Pemasangan patok dimaksudkan untuk menentukan jalur pengukuran di lapangan yang ditandai dengan patok-patok kayu yang dipasang sesuai dengan ketentuan yang ada di dalam KAK. Dalam hal ini pengukuran poligon yang akan dilakukan mengikuti sungai sepanjang lokasi pekerjaan. Sebagai acuan dalam pelaksanaan konstruksi maka dipasang patok-patok beton *bench mark* (BM) dengan koordinat dan elevasi sebagai berikut:

**Tabel 3.1.** Koordinat Titik *Bench Mark* pada Jembatan 2 – Sei Liu Proyek Jembatan Ruas Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara

No.	Titik <i>Bench Mark</i> (BM)	Koordinat	
		(X)	(Y)
<b>Jembatan Liu</b>			
1.	BM01	469519.029	418130.409
2.	BM02	469533.629	418142.266
3.	BM03	469509.987	418220.015
4.	BM04	469487.014	418216.159

### 3.6.5. Hasil Penyelidikan Geoteknik

Maksud dari pekerjaan penyelidikan tanah dengan cara pemboran menggunakan *Rotary Boring Machine* diameter 60 mm dan pengujian penetrasi standar (SPT, *Standard Penetration Test*) adalah untuk memperoleh informasi mengenai profil, jenis, dan tebal lapisan-lapisan tanah/ batuan di bawah permukaan untuk perencanaan pondasi jembatan. Sedangkan tujuan dari pekerjaan penyelidikan tanah ini adalah untuk memperoleh data-data geoteknik dan parameter tanah yang diperlukan untuk desain pondasi jembatan.

Adapun pekerjaan survei penyelidikan tanah ini dilakukan di lokasi jembatan 2 Sei Liu pada ruas jalan Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara. Lokasi pekerjaan penyelidikan tanah dapat dilihat pada Gambar 3.4. berikut ini:




**Gambar 3.4.** Peta Lokasi Pekerjaan Penyelidikan Tanah

Pekerjaan pemboran ini dilakukan terhadap 2 titik di lokasi Jembatan 2 Sei Liu pada ruas jalan Mensalong – Tau Lumbis, Provinsi Kalimantan Utara, dengan hasil kedalaman masing-masing adalah sebagai berikut:

1. STA 4+650 BH 01 Jembatan Sei Liu di kedalaman 15 m;
2. STA 4+650 BH 02 Jembatan Sei Liu di kedalaman 15 m.

METODE		MAT	SAMPLE OR FIELD TEST				DESKRIPSI MATERIAL	GRAFIK SPT					Recovery (%)	RQD (%)	DOKUMENTASI SAMPEL
		KEDALAMAN (m)	N'	N''	N'''	N <sub>60</sub>		10	20	30	40	50			
Pemboran Inti	1						LEMPUNG LANAUAN susunan lapukan warna coklat konsistensi lunak								
	2						LAPUKAN BATU LEMPUNG warna abu-abu konsistensi lunak								
	3	SPT.1 (2.00 - 2.45)	1	1	2	N = 3	LEMPUNG LANAUAN warna coklat konsistensi lunak								
	4						LEMPUNG LANAUAN warna coklat muda konsistensi lunak								
	5	SPT.2 (4.00 - 4.45)	1	2	2	N = 4	LANAU LEMPUNG warna coklat konsistensi teguh								
	6						LANAU PASIRAN HALUS warna abu-abu konsistensi teguh								
	7	SPT.3 (6.00 - 6.45)	1	2	2	N = 4	PASIR HALUS susunan butiran pasir warna abu-abu konsistensi teguh								
	8						PASIR HALUS susunan butiran pasir warna coklat konsistensi sangat padat								
	9	SPT.4 (8.00 - 8.45)	37	30	60	N = 360									
	10														
	11	SPT.5 (10.00 - 10.45)	50	60		N = 360									
	12	SPT.6 (12.00 - 12.45)	13	37	23	N = 60	BATU LEMPUNG warna abu-abu konsistensi sangat keras								
	13														
	14	SPT.7 (14.00 - 14.45)	60			N = 60									
	15														
	16														

**Gambar 3.5.** Data Hasil Pemboran dan Pengujian SPT pada STA. 4+650 (BH 01)

				NOMOR BORE HOLE : BH 02 STA 4+586/50 STANDAR : SNI 2436 - 2008. TATA CARA PENCATATAN DAN IDENTIFIKASI HASIL PENGGERAKAN INTI									
PROYEK : PR09 Perencanaan Teknik Jembatan 2 INSTANSI : PPK P2JN Provinsi Kalimantan Utara NO TITIK : BH 02 KOORDINAT : UTM = X, Y, Z ELEVASI :		MUKA AIR TANAH : 8,5 m KM : 44586/50 DATUM : - KEDALAMAN TOTAL : 15 m		TANGGAL : Juli 2017 DRILL RIG : GY - 100 LOGGING : Zenna PEMERIKSA : Ir. S.P. Setiawan, MT									
METERE	MATA	KEDALAMAN (m)	SAMPLE OR FIELD TEST	DESKRIPSI MATERIAL	GRAFIK SPT					Recovery (%)	RQD (%)	DOKUMENTASI SAMPEL	
					10	20	30	40	50				60
Pemboran Inti			N <sup>1</sup> N <sup>2</sup> N <sup>3</sup> N <sup>4</sup> N <sup>5</sup>										
	1			0-20 cm tabunan pasir putih kekilil LEMPUNG LANAUAN terlihat warna coklat konsistensi teguh									
	2			LEMPUNG LANAUAN warna abu-abu konsistensi teguh									
	3		SPT.1 (2.00 - 2.45)										
	4		1 2 3 N = 5										
	5			LEMPUNG LANAUAN warna coklat konsistensi teguh									
	6		SPT.2 (4.00 - 4.45)										
	7		1 2 2 N = 4										
	8			PASIR HALUS LANAUAN warna abu-abu konsistensi teguh									
	9		SPT.3 (6.00 - 6.45)										
	10		1 3 5 N = 6										
	11			PASIR HALUS LANAUAN warna abu-abu konsistensi agak padat									
	12		SPT.4 (8.00 - 8.45)										
	13		2 3 8 N = 11										
	14			PASIR HALUS LANAUAN campuran lempung organik dan gravel warna abu-abu konsistensi agak padat									
15		SPT.5 (10.00 - 10.45)											
		24 28 32 N = 60											
			PASIR sisipan gravel warna abu-abu konsistensi sangat keras										
		SPT.6 (12.00 - 12.45)											
		37 50 60 N = >60											

**Gambar 3.6.** Data Hasil Pemboran dan Pengujian SPT pada STA. 4+650 (BH 02)

**3.6.6. Hasil Pengujian Laboratorium**

Berikut merupakan hasil dari pengujian contoh tanah di laboratorium disajikan pada Tabel 3.2.:

**Tabel 3.2.** Resume Hasil Pengujian Laboratorium Mekanika Tanah pada STA. 4+650 Jembatan 2 Sei Liu

Sample no. (number of test)	Depth (Kedalaman) (m)	Water Content (Indeks air) (%)	Unit Weight (Bent isi) (gr/cm <sup>3</sup> )	Dry Density (Bent isi) (gr/cm <sup>3</sup> )	Specific Gravity (berat jenis) (G <sub>s</sub> )	Saturation (Kejenuhan) (%)	Void Ratio (Angka Por) (e)	Porosity (Kebangsaan) (%)	Soil Type (Jenis Tanah)	Grain Size Analysis (maksud ukuran butir)			Atterberg Limit (batas-batas Atterberg)				Consolidation (konsolidasi)			Triaxial UU		Direct shear			
										smul	silt	clay	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>p</sub>	Classification	C <sub>c</sub>	C <sub>u</sub>	C <sub>v</sub>	k	φ	c	φ	c	
										(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
BH 1 UDS 1	1.00	1.50	35.76	1.707	1.258	2.59	87.318	1.062	51.504	Sandy Silty CLAY	4.00	31.93	64.07	56.18	30.39	25.80	ML - OL	15.32	0.37	5.193E-03	3.704E-07	7.42	0.14		
BH 2 UDS 1	5.00	5.50	38.01	1.691	1.225	2.58	88.639	1.108	52.555	sandy Silty CLAY	2.34	30.64	67.02	65.21	36.56	28.66	ML - OL	16.21	0.33	5.34E-03	3.78E-07	5.83	0.17		

**3.6.7. Hasil Analisa Pondasi**

Analisa pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan pada berat sendiri, beban-beban bangunan, gaya-gaya luar seperti: tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Di samping itu, tidak boleh terjadi penurunan



melebihi batas yang diijinkan. Tabel 3.3. berikut merupakan hasil analisa pondasi berdasarkan karakteristik tanah yang sudah diuji di laboratorium:

**Tabel 3.3.** Hasil Analisa Pondasi Berdasarkan Pengujian Karakteristik Tanah di Laboratorium

Diameter (m)	Length (m)	Undisplacement Pile			
		Shaft resistance, Qs (kN)	End Bearing Capacity, Qb (kN)	Ultimate Bearing Capacity (kN)	Allowable Bearing Capacity (kN)
0.6	12	476.48	2,076.31	2,552.79	850.93
0.8	12	714.71	3,871.94	4,586.65	1,528.88
1	12	952.95	6,172.54	7,125.49	2,375.16
1.5	12	1,191.19	8,978.12	10,169.31	3,389.77
2	12	1,429.43	14,294.26	15,723.68	5,241.23
2.5	12	1,786.78	22,334.78	24,121.56	8,040.52

Diameter (m)	Length (m)	Displacement Pile			
		Shaft resistance, Qs (kN)	End Bearing Capacity, Qb (kN)	Ultimate Bearing Capacity (kN)	Allowable Bearing Capacity (kN)
0.6	12	952.95	2,076.31	3,029.26	1,009.75
0.8	12	1,429.43	3,871.94	5,301.36	1,767.12
1	12	1,905.90	6,172.54	8,078.44	2,692.81
1.5	12	2,382.38	8,978.12	11,360.50	3,786.83
2	12	2,858.85	14,294.26	17,153.11	5,717.70
2.5	12	3,573.56	22,334.78	25,908.34	8,636.11

Diameter (m)	Length (m)	Undisplacement Pile/Bored Pile			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	12	47.65	207.63	255.28	85.09
0.8	12	71.47	387.19	458.66	152.89
1	12	95.30	617.25	712.55	237.52
1.5	12	119.12	897.81	1,016.93	338.98
2	12	142.94	1,429.43	1,572.37	524.12
2.5	12	178.68	2,233.48	2,412.16	804.05

Diameter (m)	Length (m)	Displacement Pile/Tiang Pancang			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	12	95.30	207.63	302.93	100.98
0.8	12	142.94	387.19	530.14	176.71
1	12	190.59	617.25	807.84	269.28
1.5	12	238.24	897.81	1,136.05	378.68
2	12	285.89	1,429.43	1,715.31	571.77
2.5	12	357.36	2,233.48	2,590.83	863.61

### 3.6.7.1. Rekomendasi Pemilihan Pondasi

- **Pondasi Dalam/ Tiang**

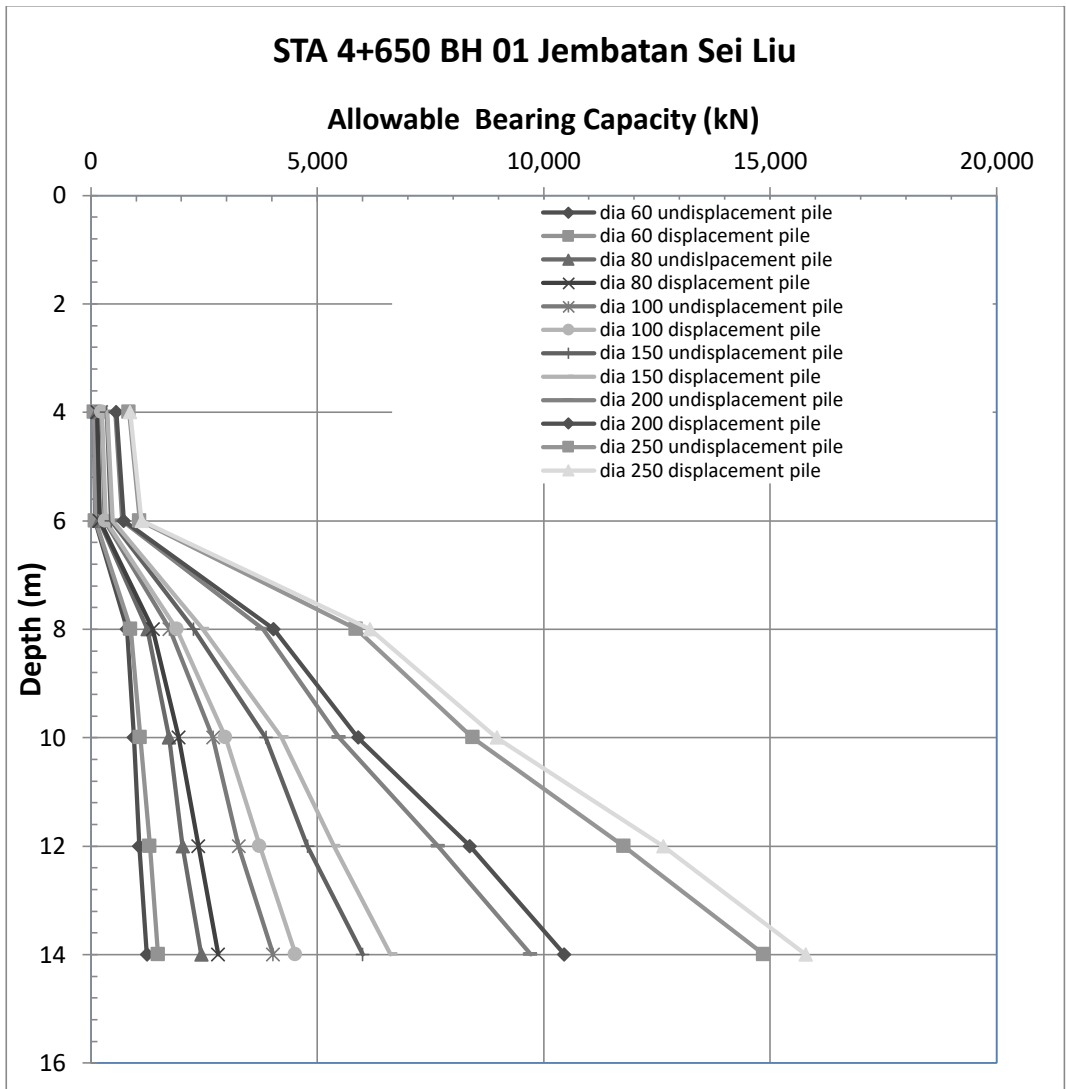
Berikut merupakan *resume* hasil perhitungan daya dukung pondasi dalam/ tiang ditunjukkan pada Tabel 3.4. dan Tabel 3.5. dan grafik daya dukung

ijin pondasi tiang ditunjukkan pada Gambar 3.7. dan Gambar 3.8. pada STA. 4+650 – BH 01 dan BH 02:

**Tabel 3.4.** Lokasi STA. 4+650 BH 01 Jembatan 2 Sei Liu

Diameter (m)	Length (m)	Undisplacement Pile/Bored Pile			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	14	101.47	269.91	371.38	123.79
0.8	14	152.21	579.21	731.42	243.81
1	14	202.94	1,004.75	1,207.69	402.56
1.5	14	253.68	1,546.51	1,800.19	600.06
2	14	304.41	2,609.24	2,913.65	971.22
2.5	14	380.51	4,076.93	4,457.44	1,485.81

Diameter (m)	Length (m)	Displacement Pile/Tiang Pancang			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	14	175.84	269.91	445.75	148.58
0.8	14	263.76	579.21	842.97	280.99
1	14	351.68	1,004.75	1,356.43	452.14
1.5	14	439.60	1,546.51	1,986.11	662.04
2	14	527.52	2,609.24	3,136.76	1,045.59
2.5	14	659.40	4,076.93	4,736.33	1,578.78



**Gambar 3.7.** Grafik Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang pada STA. 4+650 BH 01 Jembatan 2 Sei Liu

Keterangan :

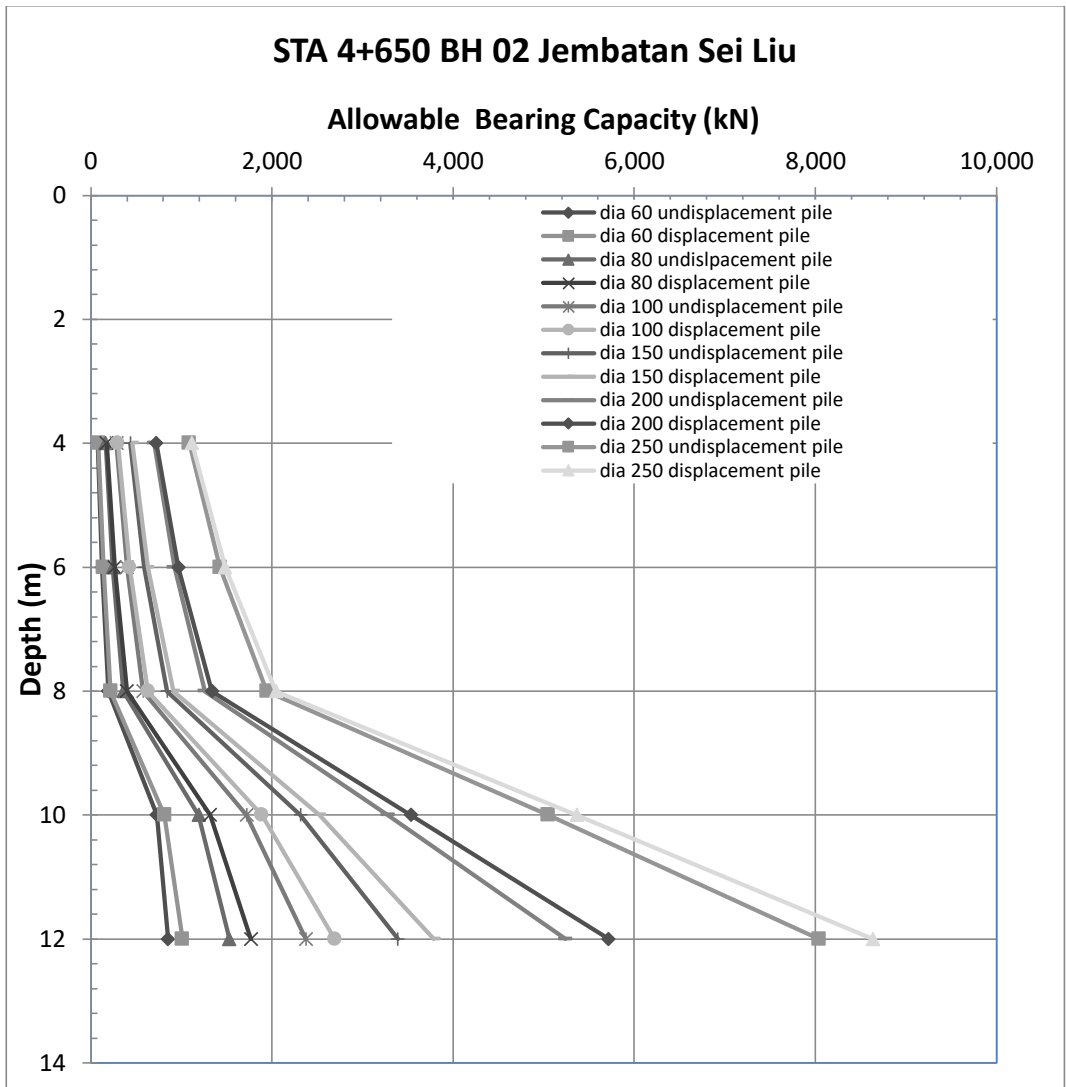
*Undisplacement Pile* : Pondasi *Bored Pile*

*Displacement Pile* : Pondasi Tiang Pancang

**Tabel 3.5.** Lokasi STA. 4+650 BH 02 Jembatan 2 Sei Liu

Diameter (m)	Length (m)	Undisplacement Pile/Bored Pile			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	12	47.65	207.63	255.28	85.09
0.8	12	71.47	387.19	458.66	152.89
1	12	95.30	617.25	712.55	237.52
1.5	12	119.12	897.81	1,016.93	338.98
2	12	142.94	1,429.43	1,572.37	524.12
2.5	12	178.68	2,233.48	2,412.16	804.05

Diameter (m)	Length (m)	Displacement Pile/Tiang Pancang			
		Shaft resistance, Qs (ton)	End Bearing Capacity, Qb (ton)	Ultimate Bearing Capacity (ton)	Allowable Bearing Capacity (ton)
0.6	12	95.30	207.63	302.93	100.98
0.8	12	142.94	387.19	530.14	176.71
1	12	190.59	617.25	807.84	269.28
1.5	12	238.24	897.81	1,136.05	378.68
2	12	285.89	1,429.43	1,715.31	571.77
2.5	12	357.36	2,233.48	2,590.83	863.61



**Gambar 3.8.** Grafik Daya Dukung Ijin Pondasi Tiang pada STA 4+650 BH 02 Jembatan Sei Liu

Keterangan :

*Undisplacement Pile* : Pondasi *Bored Pile*  
*Displacement Pile* : Pondasi Tiang Pancang

Secara teknis untuk aplikasi di lapangan, pemilihan jenis pondasi tiang baik dengan jenis tiang pancang ataupun *bored pile* dapat diterapkan kedua-duanya di lokasi proyek. Keputusan pemilihan pondasi tiang harus mempertimbangkan aspek lain seperti kemudahan pelaksanaan, ketersediaan bahan pondasi dan aspek ekonomi.

### 3.6.8. Hasil Analisa Data Curah Hujan

Dalam analisa curah hujan rancangan ini data hujan yang digunakan adalah dari pos hujan terdekat yaitu Pos Hujan Stasiun Nunukan. Tabel 3.6. berikut ini merupakan data curah hujan maksimum pada stasiun hujan di Nunukan.

**Tabel 3.6.** Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Hujan Nunukan

No	Hujan Harian Maksimum		R Diurutkan		R Diurutkan	
	Tahun	mm	Tahun	mm	Tahun	mm
1.	2002	113.61	2016	77.61	2015	178.38
2.	2003	139.29	2006	78.27	2011	144.57
3.	2004	96.36	2010	80.25	2014	142.38
4.	2005	100.47	2008	87.15	2003	139.29
5.	2006	78.27	2007	89.76	2013	133.98
6.	2007	89.76	2009	95.58	2012	130.74
7.	2008	87.15	2004	96.36	2002	113.61
8.	2009	95.58	2005	100.47	2005	100.47
9.	2010	80.25	2002	113.61	2004	96.36
10.	2011	144.57	2012	130.74	2009	95.58
11.	2012	130.74	2013	133.98	2007	89.76
12.	2013	133.98	2003	139.29	2008	87.15
13.	2014	142.38	2014	142.38	2010	80.25
14.	2015	178.38	2011	144.57	2006	78.27
15.	2016	77.61	2015	178.38	2016	77.61

Setelah didapatkan data curah hujan maksimum dari Stasiun Hujan Nunukan, perlu dilakukan analisa curah hujan rancangan. Analisa curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan tertentu atau hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan ( $R_t$ ) dilakukan melalui analisa frekuensi terhadap data curah hujan harian

maksimum rata-rata daerah pada daerah studi. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan adalah:

- Metode Log Pearson III;
- Metode Smirnov Kolmogorov;
- Metode Chi Square;
- Distribusi Hujan Jam-jaman dengan Metode Mononobe.

Tabel 3.7. berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan debit banjir rancangan dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun yang didapatkan melalui berbagai macam metode di atas:

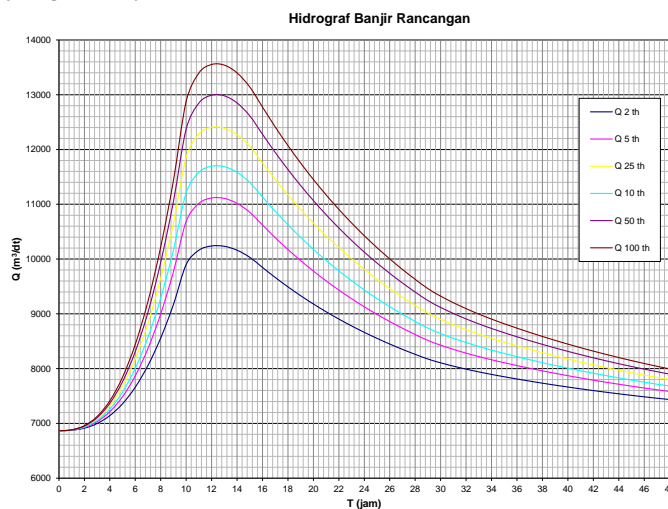
**Tabel 3.7.** Rekapitulasi Perhitungan Debit Banjir Rancangan

T (Jam)	Q <sub>2</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>25</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /det)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /det)
0	6866.000	6866.000	6866.000	6866.000	6866.000	6866.000
1	6874.465	6876.661	6878.117	6879.970	6881.368	6882.777
2	6912.876	6925.042	6933.101	6943.367	6951.108	6958.911
3	6997.377	7031.473	7054.058	7082.830	7104.527	7126.395
4	7141.906	7213.511	7260.942	7321.222	7366.931	7412.856
5	7359.208	7487.210	7571.998	7679.251	7761.463	7843.559
6	7661.220	7867.602	8004.310	8176.452	8309.792	8442.159
7	8058.457	8367.933	8572.931	8830.067	9031.010	9229.499
8	8559.179	8998.607	9289.684	9653.637	9940.114	10221.950
9	9170.560	9768.658	10164.839	10658.921	11050.129	11433.732
10	9899.061	10686.227	11207.645	11856.516	12372.787	12877.652
11	10160.673	11015.735	11582.128	12282.484	12847.767	13396.178
12	10238.984	11114.369	11694.224	12404.811	12989.946	13551.392
13	10233.257	11107.155	11686.026	12387.274	12979.548	13540.041
14	10161.681	11017.004	11583.570	12269.882	12849.597	13398.175
15	10031.896	10853.535	11397.790	12057.854	12613.960	13140.935
16	9846.977	10620.625	11133.090	11754.698	12278.224	12774.419
17	9664.084	10390.266	10871.289	11454.759	11946.165	12411.917
18	9492.411	10174.040	10625.551	11173.223	11634.479	12071.655
19	9331.272	9971.080	10394.889	10908.960	11341.916	11752.270
20	9180.019	9780.572	10178.379	10660.910	11067.303	11452.480
21	9038.046	9601.753	9975.153	10428.079	10809.539	11171.084
22	8904.783	9433.905	9784.396	10209.533	10567.589	10906.952
23	8779.697	9276.355	9605.342	10004.395	10340.483	10659.025
24	8662.285	9128.471	9437.274	9811.844	10127.311	10426.310
25	8552.076	8989.661	9279.517	9631.106	9927.219	10207.872
26	8448.630	8859.367	9131.439	9461.457	9739.402	10002.837
27	8351.530	8737.067	8992.447	9302.217	9563.109	9810.381
28	8260.387	8622.270	8861.982	9152.746	9397.632	9629.733
29	8174.837	8514.517	8739.521	9012.446	9242.307	9460.168

**Tabel 3.8.** Debit Banjir Rancangan

<b>T (tahun)</b>	<b>Q Max ( m<sup>3</sup>/det )</b>
Q2	10238.98
Q5	11114.37
Q10	11694.22
Q25	12404.81
Q50	12989.95
Q100	13551.39

Sedangkan Gambar 3.9. berikut ini menunjukkan grafik hidrograf banjir rancangan yang datanya diambil dari Tabel 3.8.

**Gambar 3.9.** Grafik Hidrograf Banjir Rancangan

### 3.6.9. Hasil Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dalam perencanaan jembatan bertujuan untuk mengumpulkan informasi agar dapat menentukan:

- Debit banjir maksimum yang mungkin terjadi,



- Elevasi jembatan,
- Untuk menentukan tinggi jembatan.

Besar debit dan tinggi banjir yang terjadi adalah merupakan faktor utama sebagai pertimbangan dalam merencanakan suatu bangunan jembatan, terutama dalam hal penentuan tinggi dasar jembatan, lebar bentang dan jarak serta bentuk-bentuk pilar.

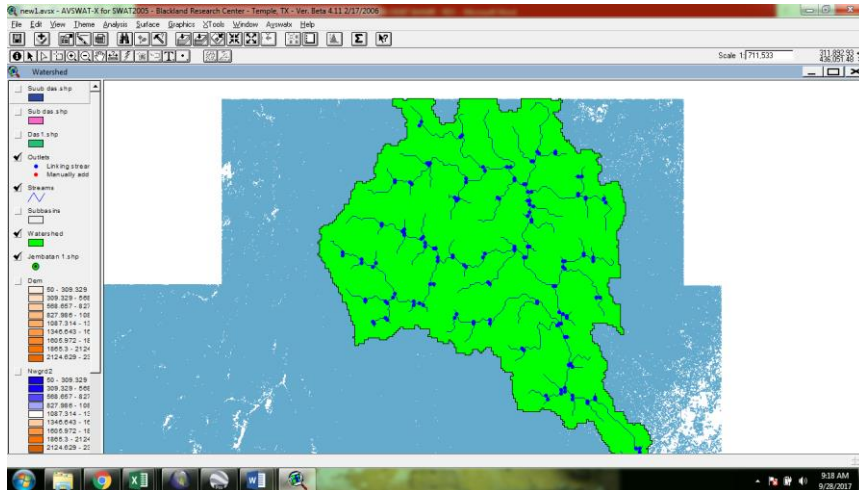
- **Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Secara hidrologi lokasi pekerjaan terletak di Sungai Sebakung, dari data Balai Wilayah Sungai Kalimantan III Daerah Aliran Sungai (DAS) Sebakung mempunyai luas 4.997 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 152 km yang bagian hulu berbatasan dibatasi oleh batas Negara Indonesia dengan Malaysia. Peta DAS Sebakung menurut ada data dapat dilihat pada gambar berikut:



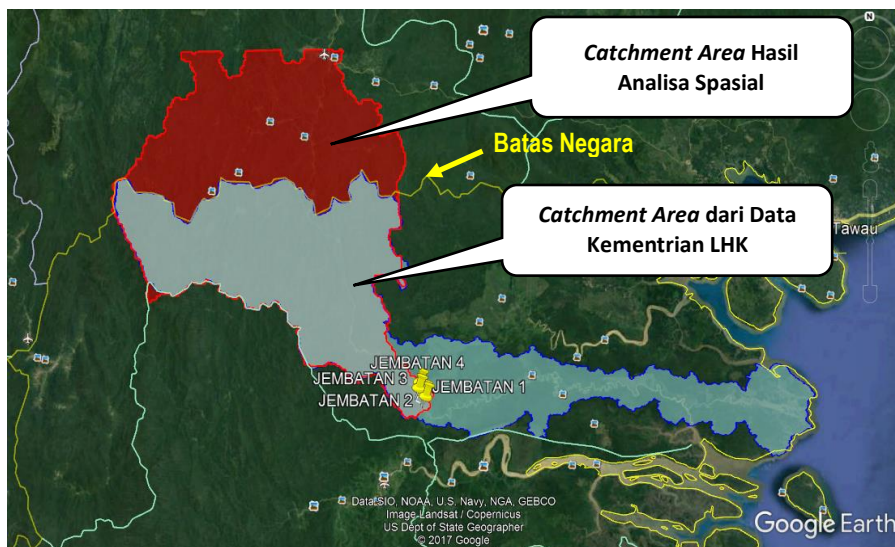
**Gambar 3.10.** Peta DAS Sebakung dari data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Sumber: <http://appgis.dephut.go.id/appgis/download.aspx>)

Karena batas Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak bisa dibatasi oleh batas negara, maka DAS pada titik jembatan dianalisa menggunakan data citra satelit dengan bantuan *software* Arcview dengan extension AVSWAT 2000.



**Gambar 3.11.** Pengolahan Data Spasial DAS

Sumber: *Software* Arcview dengan extension AVSWAT 2000



**Gambar 3.12.** *Catchment Area* Jembatan 2 Sei Liu pada *Google Earth*

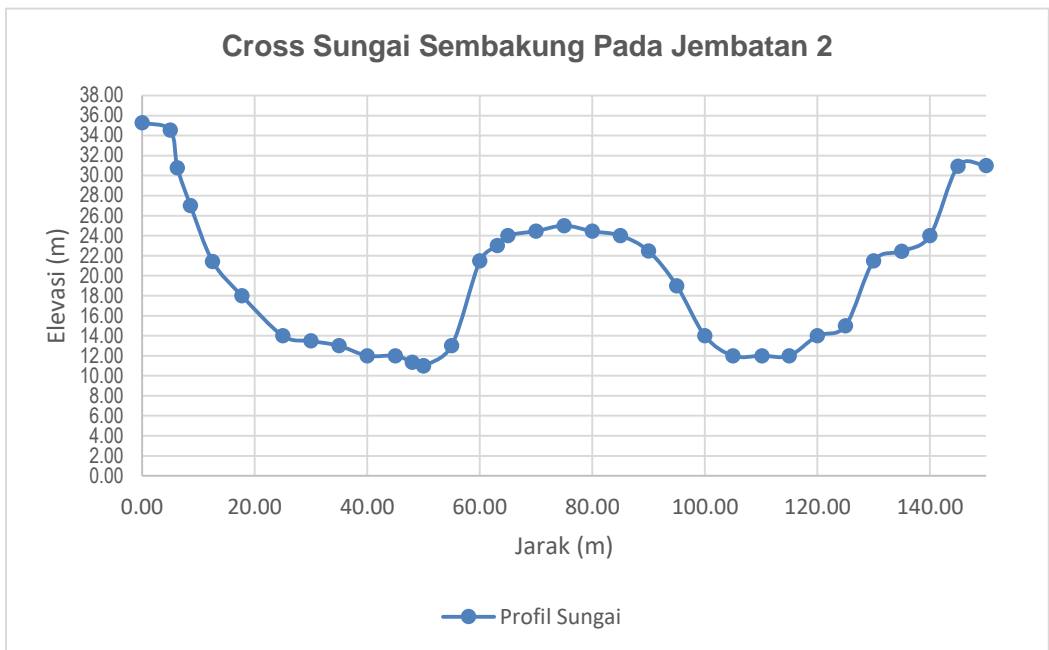
Sumber: *Software* Arcview dengan extension AVSWAT 2000

Dengan menggunakan *software* Arcview dengan Extension AVSWAT 2000 didapatkan hasil *catchment area* seluas  $\pm 6024 \text{ km}^2$  dengan panjang sungai  $\pm 130 \text{ km}$ .

### 3.6.9.1. Profil Muka Air Banjir Pada Jembatan 2 Sei Liu

Dari data pengukuran topografi didapatkan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} b &= 52 \text{ m}^2 \\ x &= 2 \\ s &= 0.000428 \\ k &= 38 \end{aligned}$$



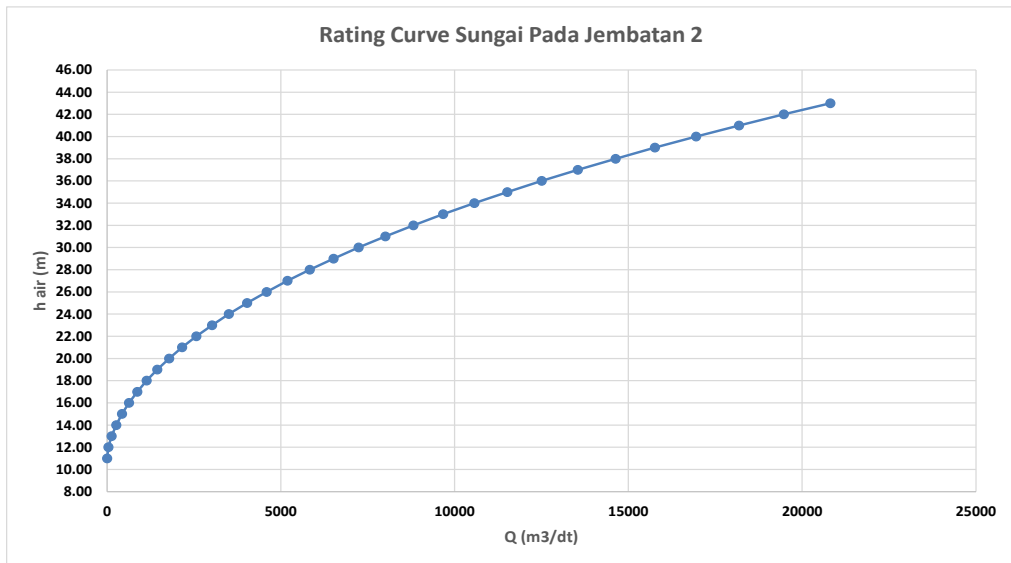
**Gambar 3.13.** Profil Sungai Sembakung pada Rencana Jembatan 2 Sei Liu

Dengan menggunakan rumus hidrolika sungai maka perhitungan banjir yang terjadi dengan metode *passing capacity* adalah disajikan pada Tabel 3.9. sebagai berikut:

**Tabel 3.9.** Perhitungan Muka Air Banjir pada Rencana Jembatan 2 Sei Liu

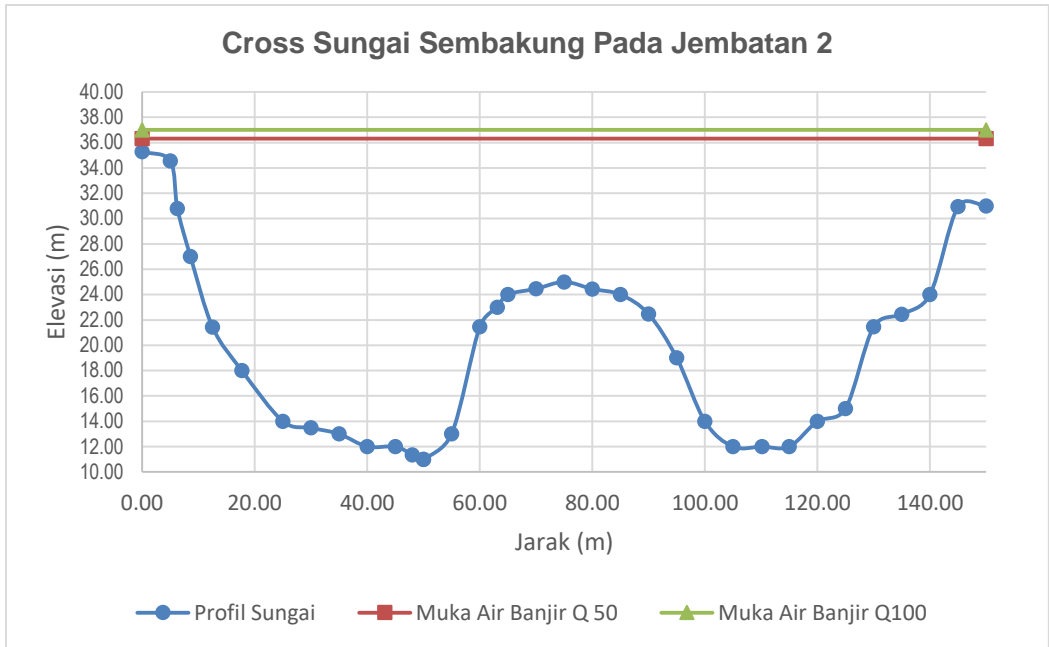
<b>h</b>	<b>Elevasi</b>	<b>A</b> <b>(b+x.h).h</b>	<b>P</b> <b>b+2h(1+x<sup>2</sup>)<sup>0.5</sup></b>	<b>R</b> <b>A/P</b>	<b>V</b> <b>K.R<sup>2/3</sup>.S<sup>0.5</sup></b>	<b>Q</b> <b>A.V</b>
<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m/dt)</b>	<b>(m<sup>3</sup>/dt)</b>
0.00	11.00	0.00	52.00	0.00	0.00	0.00
1.00	12.00	54.00	56.47	0.96	0.76	41.23
2.00	13.00	112.00	60.94	1.84	1.18	132.17
3.00	14.00	174.00	65.42	2.66	1.51	262.74
4.00	15.00	240.00	69.89	3.43	1.79	429.68
5.00	16.00	310.00	74.36	4.17	2.04	631.60
6.00	17.00	384.00	78.83	4.87	2.26	867.92
7.00	18.00	462.00	83.30	5.55	2.46	1138.56
8.00	19.00	544.00	87.78	6.20	2.65	1443.70
9.00	20.00	630.00	92.25	6.83	2.83	1783.72
10.00	21.00	720.00	96.72	7.44	3.00	2159.10
11.00	22.00	814.00	101.19	8.04	3.16	2570.43
12.00	23.00	912.00	105.67	8.63	3.31	3018.34
13.00	24.00	1014.00	110.14	9.21	3.46	3503.53
14.00	25.00	1120.00	114.61	9.77	3.60	4026.69
15.00	26.00	1230.00	119.08	10.33	3.73	4588.57
16.00	27.00	1344.00	123.55	10.88	3.86	5189.92
17.00	28.00	1462.00	128.03	11.42	3.99	5831.49
18.00	29.00	1584.00	132.50	11.95	4.11	6514.05
19.00	30.00	1710.00	136.97	12.48	4.23	7238.39
20.00	31.00	1840.00	141.44	13.01	4.35	8005.27
21.00	32.00	1974.00	145.91	13.53	4.47	8815.47
22.00	33.00	2112.00	150.39	14.04	4.58	9669.77
23.00	34.00	2254.00	154.86	14.56	4.69	10568.95
24.00	35.00	2400.00	159.33	15.06	4.80	11513.78
25.00	36.00	2550.00	163.80	15.57	4.90	12505.03
26.00	37.00	2704.00	168.28	16.07	5.01	13543.48
27.00	38.00	2862.00	172.75	16.57	5.11	14629.89
28.00	39.00	3024.00	177.22	17.06	5.21	15765.02

h	Elevasi	A (b+x.h).h	P $b+2h(1+x^2)^{0.5}$	R A/P	V $K.R^{2/3}.S^{0.5}$	Q A.V
(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/dt)	(m <sup>3</sup> /dt)
29.00	40.00	3190.00	181.69	17.56	5.31	16949.64



**Gambar 3.14.** Rating Curve Banjir Sungai Sembakung pada Rencana Jembatan 2 Sei Liu

Dari hasil perhitungan, didapatkan debit banjir rancangan Q 50 sebesar 12.989,95 m<sup>3</sup>/dt jika dilihat pada grafik *rating curve* dengan elevasi 36.47 m sedangkan untuk Q 100 = 13.551,39 m<sup>3</sup>/dt berada pada elevasi 37.00 m. Melalui informasi warga sekitar tinggi banjir pada lokasi rencana jembatan berada pada elevasi 37 m untuk lebih jelasnya profil muka air banjir dapat dilihat pada Gambar 3.14. berikut ini:



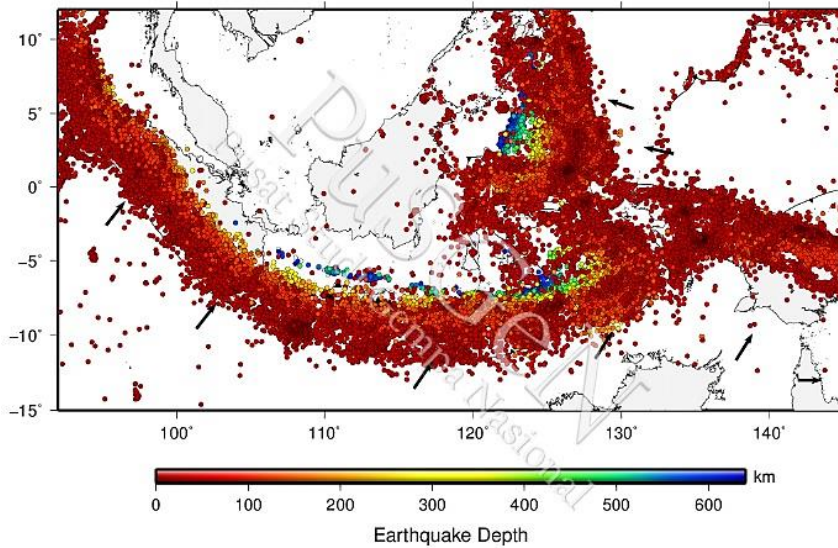
**Gambar 3.15.** Profil Muka Air Banjir pada Rencana Jembatan 2 Sei Liu

Dari Gambar 3.15. di atas maka didapatkan kesimpulan untuk perencanaan jembatan sebaiknya direncanakan tinggi jembatan harus berada di atas elevasi +37.00 m.

### 3.6.10. Data *Respond Spectrum* (Gempa)

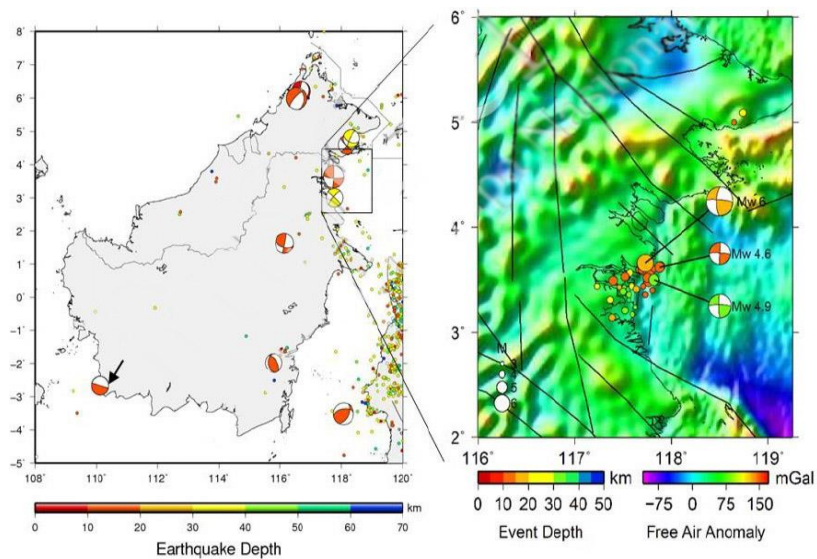
Seismisitas adalah katalog yang memuat persebaran gempa pada suatu daerah/ lokasi, yang hanya meliputi gempa utama. Tingginya nilai seismisitas suatu daerah/ lokasi ditandai dengan semakin banyaknya titik pada peta persebaran seismisitas. Pada Gambar 3.16. berikut ini adalah zonasi peta gempa di Indonesia pada tahun 2017.

Kalimantan merupakan area di Indonesia yang memiliki seismisitas paling rendah. Seismisitas di Kalimantan lebih didominasi oleh aktifitas sesar dengan kedalaman gempa kurang dari 30 km. Berdasarkan solusi *Global Centroid Moment Tensor* (GCMT), pernah terjadi gempa di Kalimantan yang diikuti oleh *aftershock* sehingga mengakibatkan aktifitas sesar geser yang ditunjukkan pada Gambar 3.17.



**Gambar 3.16.** Peta Zonasi Gempa di Indonesia tahun 2017

Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Tahun 2017 ISBN 978-602-5489-01-3



**Gambar 3.17.** Aktifitas Sesar Geser Gempa di Kalimantan tahun 2017

Sumber: Peta Sumber dan Bahaya Gempa Tahun 2017 ISBN 978-602-5489-01-3

**(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)**