



PUSAT KAJIAN LKFT  
UNIVERSITAS GADJAH MADA

DINAS PEKERJAAN UMUM  
& PENATAAN RUANG  
KABUPATEN ASMAT



# LAPORAN AKHIR **STUDI PENANGANAN ABRASI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) ASWET**

IBUKOTA DISTRIK AGATS  
KABUPATEN ASMAT





## KATA PENGANTAR

Segala puji kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penyusun dapat menyelesaikan laporan akhir Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet Ibukota Distrik Agats Kabupaten Asmat, tanpa hambatan berarti.

Abrasi pada daerah aliran sungai (DAS) merupakan salah satu kasus permasalahan yang sering terjadi di terutama pada wilayah tepi sungai yang berkelok. Hal tersebut menjadi masalah yang serius jika abrasi yang terjadi berada di sekitar lingkungan padat hunian. Ibukota Distrik Agats Kabupaten Asmat merupakan kota yang terletak di tepian Sungai Aswet dan tepat di kelokan sungai. Diperlukan studi untuk menangani permasalahan tersebut. Salah satu alternatif penanganan permasalahan tersebut adalah dengan membuat dinding pelindung tebing sungai. Dinding pelindung tebing sungai, juga dikenal sebagai struktur penahan tebing atau struktur penguat tebing, adalah struktur yang dibangun di sepanjang tepi sungai untuk melindungi tepi atau tebing dari erosi dan kerusakan yang disebabkan oleh aliran air. Desain dan konstruksi dinding pelindung tebing sungai dapat bervariasi tergantung pada kondisi lokasi, karakteristik sungai, dan tujuan yang diinginkan. Studi tersebut diwujudkan dalam tiga tahap yaitu kegiatan survei, analisis desain dan output desain.

Penyusunan dokumen akhir ini ditujukan sebagai pedoman untuk memberikan gambaran analisa dan desain dari Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet Ibukota Distrik Agats Kabupaten Asmat kepada pembaca.

Harapan penyusun, penulisan laporan akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Serta yang tidak kalah pentingnya yakni ke depannya dokumen ini dapat menjadi pedoman pelaksanaan bagi perencanaan tersebut.

November 2023,  
Tim Penyusun



## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	ii
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iii
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	v
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	8
1.1    Latar Belakang .....	8
1.2    Maksud dan Tujuan .....	11
1.3    Lingkup Kegiatan.....	11
1.4    Sistematika Laporan .....	14
<b>BAB II GAMBARAN UMUM KAWASAN STUDI DAN PERMASALAHAN .....</b>	15
2.1    Gambaran Umum Kawasan Studi.....	15
2.2    Analisa Permasalahan.....	19
2.3    Alternatif Solusi.....	23
2.4    Dampak yang Diberikan.....	27
2.5    Referensi Standar Desain Pelindung Tebing Sungai.....	31
<b>BAB III ANALISA DESAIN .....</b>	32
3.1    Topografi Tepi Sungai .....	32
3.2    Bathimetri Dasar Sungai .....	36
3.3    Analisa Arus Sungai dan Pasang Surut.....	42
3.4    Uji Sondir dan Uji SPT .....	48
3.5    Desain <i>Sheet Pile</i> dan Angkur .....	53
3.6    Desain Krib .....	71
3.7    Simulasi Aliran Sungai Aswet .....	80



<b>3.8</b>	<b>Rencana Pembangunan .....</b>	85
<b>3.9</b>	<b>Visualisasi 3D .....</b>	90
<b>3.10</b>	<b>Rencana Anggaran Biaya.....</b>	94
<b>BAB IV KESIMPULAN.....</b>		96
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		98
<b>LAMPIRAN.....</b>		Error! Bookmark not defined.



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Keruntuhan-Keruntuhan <i>Sheetpile</i> .....	9
Gambar 1. 2.Denah Distrik Agats .....	10
Gambar 2. 1Proses pembelokan aliran sungai .....	21
Gambar 2. 2Krib pada sungai.....	24
Gambar 2. 3Kolam retensi .....	25
Gambar 3. 1.Pelaksanaan Survei Topografi Menggunakan Drone di Lapangan ..	32
Gambar 3.2. Hasil Pengolahan Peta Kontur Sekitar Pinggiran Sungai Aswet.....	33
Gambar 3.3. Survei Batimetri di Lapangan .....	36
Gambar 3.4. Peta Batimetri Sungai Aswet.....	37
Gambar 3.5. Potongan Melintang Penampang Sungai Aswet.....	39
Gambar 3.6. Pelaksanaan Survei Pasang Surut.....	44
Gambar 3.7. Grafik Pasang Surut Muara Sungai Aswet.....	45
Gambar 3.8. Hasil Simulasi Pasang Surut Sungai Aswet Pada Kondisi Pasang Tertinggi .....	46
Gambar 3.9. Hasil Simulasi Pasang Surut Sungai Aswet Pada Kondisi Surut Terendah .....	47
Gambar 3.10. Pengujian Sondir .....	48
Gambar 3.11. Grafik Hasil Pengukuran Uji Sondir .....	49
Gambar 3.12. Pengambilan Sampel Tanah .....	51
Gambar 3.13. Skematik Solusi Desain Turap .....	54
Gambar 3.14. Layout Parsial Alternatif 1 <i>Sheetpile</i> .....	57
Gambar 3.15. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 1 <i>Sheetpile</i> .....	58
Gambar 3.16. Detail B dan C Alternatif 1 <i>Sheetpile</i> .....	59
Gambar 3.17. Detail D dan F Alternatif 1 <i>Sheetpile</i> .....	60
Gambar 3.18. Detail G dan Profil Alternatif 1 <i>Sheetpile</i> .....	61
Gambar 3.19. Layout Parsial Alternatif 2 <i>Sheetpile</i> .....	62
Gambar 3.20. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 2 <i>Sheetpile</i> .....	63
Gambar 3.21. Detail B dan C Alternatif 2 <i>Sheetpile</i> .....	64
Gambar 3.22. Detail F dan Profil Alternatif 2 <i>Sheetpile</i> .....	65
Gambar 3.23. Layout Parsial Alternatif 3 <i>Sheetpile</i> .....	66
Gambar 3.24. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 3 <i>Sheetpile</i> .....	67



Gambar 3.25. Detail B dan C Alternatif 3 <i>Sheetpile</i> .....	68
Gambar 3.26. Detail D dan F Alternatif 3 <i>Sheetpile</i> .....	69
Gambar 3.27. Detail G dan Profil Alternatif 3 <i>Sheetpile</i> .....	70
Gambar 3.28. Jenis krib berdasarkan permeabilitas.....	71
Gambar 3.29. Jenis Krib Berdasarkan Orientasi Terhadap Arah Aliran .....	71
Gambar 3.30 Formasi peletakan tiang pancang pada krib .....	73
Gambar 3.31 Rencana Layout Krib .....	74
Gambar 3.32. Layout Parsial Krib .....	75
Gambar 3.33. Denah Krib .....	76
Gambar 3.34. Potongan Memanjang dan Melintang Krib .....	77
Gambar 3.35. Detail A dan B Krib.....	78
Gambar 3.36. Detail E dan F krib .....	79
Gambar 3.37 Grafik Kecepatan Aliran Sungai Tanpa Krib .....	80
Gambar 3.38 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Tanpa Krib.....	81
Gambar 3.39 Hasil Simulasi Aliran Tanpa Krib .....	82
Gambar 3.40 Grafik Kecepatan Aliran Sungai Dengan Krib.....	83
Gambar 3.41 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Dengan Krib.....	83
Gambar 3.42 Hasil Simulasi Aliran Dengan Krib.....	84
Gambar 3.43 Master Plan Rencana Tahap Pembangunan.....	86
Gambar 3.44 Site Plan Rencana Pembangunan Tahap 1 .....	87
Gambar 3.45 Site Plan Rencana Pembangunan Tahap 2 .....	88
Gambar 3.46 Parsial Rencana Pembangunan Tahap 3 .....	89
Gambar 3.47. Aerial View Alt.1 .....	90
Gambar 3.46. Aerial View Alt. 1 .....	90
Gambar 3.49. Potongan Melintang Alt.1 .....	91
Gambar 3.50 Aerial View Alt. 2 .....	91
Gambar 3.51 Aerial View Alt. 2 .....	92
Gambar 3.52 Potongan Melintang Alt. 2 .....	92
Gambar 3.53 Skema Pentahapan Alt.1.....	93



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Karakteristik Lereng Tepian Sungai Aswet.....	34
Tabel 3. 2 Klasifikasi Nilai Kelerengan Dasar Perairan Menurut Van Zuidam ....	40
Tabel 3. 3. Data Properti Tanah Hasil Pengujian Lab .....	50
Tabel 3. 4 Estimasi Kedalaman Turap Berdasarkan N-SPT (Teng, 1962).....	55
Tabel 3. 5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 1 .....	94
Tabel 3. 7 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 3 .....	95



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Asmat terletak di antara  $4^{\circ} - 7^{\circ}$  Lintang Selatan dan  $137^{\circ} - 140^{\circ}$  Bujur Timur. Kabupaten Asmat merupakan daerah di Pulau Papua yang memiliki banyak sungai dengan lebar yang cukup besar dan berkelok, termasuk salah satu diantaranya adalah Sungai Aswet. Ibu kota Kabupaten Asmat, yaitu Distrik Agats, berada tepat di sebelah Sungai Aswet dengan lebar sungai 900-1000 meter. Hal tersebut menyebabkan besarnya potensi banjir daerah terutama pada saat pasang surut yang memengaruhi tinggi muka air Sungai Aswet.

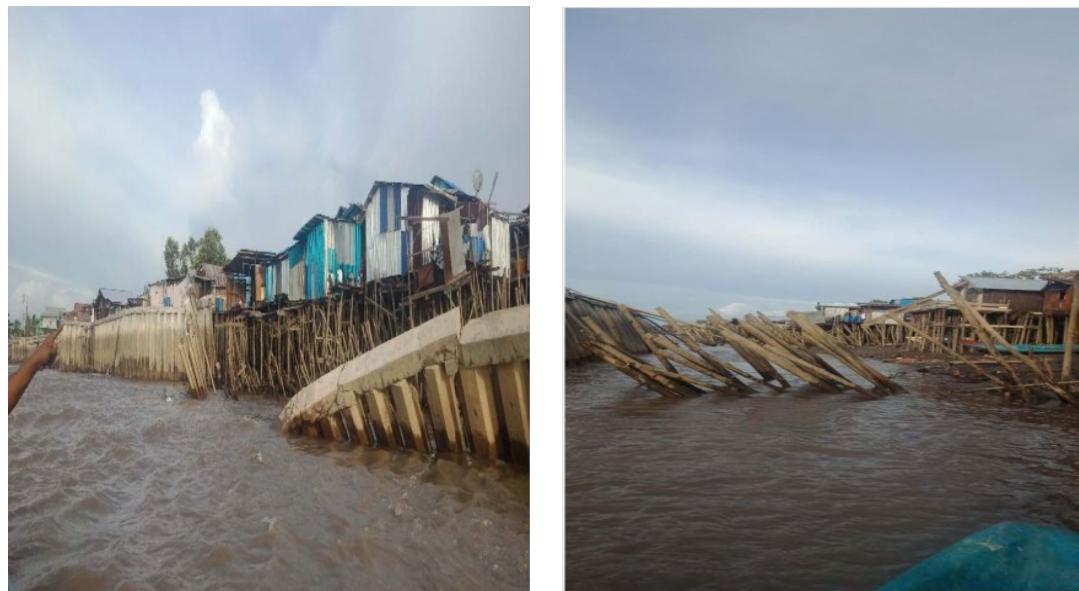
Pada tepi Sungai Aswet, di pinggir Distrik Agats telah dibangun dinding penahan tanah (*sheet pile*) yang digunakan untuk menahan arus sungai agar tidak terus menggenangi Distrik Agats. Akan tetapi, sepanjang 1 km dinding tersebut runtuh karena kuatnya arus, terutama terpusat pada daerah belokan sungai. Kendala lainnya yang dialami dinding penahan tanah Distrik Agats seperti abrasi di tepi sungai yang terus mengikis tanah tempat kaki fondasi dinding diletakkan. Akibatnya, lama kelamaan fondasi akan semakin miring hingga runtuh.

Berkaitan dengan hal tersebut maka sangat diperlukan studi penelitian dan rekayasa sungai melalui penyusunan SID (Studi Inventarisasi Desain) dan DED (Detail Engineering Design) untuk penanggulangan abrasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Aswet di IKD Agats-Kabupaten Asmat.

Studi penelitian diperlukan untuk menentukan lokasi, bentuk, bahan dan ukuran struktur pelindung tebing sungai dalam rangka membekali SID (Studi Inventarisasi Desain) dan DED (*Detail Engineering Design*) untuk penanggulangan abrasi.

Pada Gambar 1.1, diberikan gambaran keruntuhan struktur *sheetpile* dan lokasi Distrik Agats. Gambaran pesisir Distrik Agats yang makin lama kondisi muka air daerah semakin meninggi. Besar potensi terjadinya kenaikan muka air jika tidak dilakukan tindakan lebih lanjut yang dapat menggenang pesisir Distrik Agats. Selain dari pengaruh

kondisi pasang surut air laut, mengingat Sungai Aswet dengan lebar sungai yang besar langsung mengarah ke arah laut, tetapi juga dari pengaruh perbelokan sungai yang melebar ke arah pesisir Distrik Agats.



(a)

(b)

Gambar 1.1. Keruntuhan-Keruntuhan *Sheetpile*  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 1.2.Denah Distrik Agats  
(Sumber: Google Earth)



## 1.2 Maksud dan Tujuan

1. Melakukan studi dan rekayasa dalam rangka penanggulangan abrasi di daerah aliran Sungai Aswet di ibu kota Distrik Agats Kabupaten Asmat.
2. Penyusunan SID (Studi Inventarisasi Desain) dan DED (*Detail Engineering Design*) untuk penanggulangan abrasi di daerah aliran Sungai Aswet.

## 1.3 Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan yang dilaksanakan :

### 1. Kegiatan Pradesign

Merupakan kegiatan untuk menuangkan ide-ide yang diinginkan oleh owner untuk mendapat persetujuan awal terhadap kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan untuk menjalankan kegiatan.

### 2. Kegiatan Survei dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder dan primer. Data sekunder berupa data-data hasil olahan pihak lain yang masih relevan dan berguna dalam proses perencanaan detail struktur dan SID penanganan abrasi seperti *As Build Drawing*, Peta, berkas-berkas dokumen yang berkaitan dengan kegiatan. Sedangkan data primer merupakan data yang dihasilkan dari kegiatan survei lapangan. Adapun data-data primer yang diperlukan yaitu :

- Data sosial ekonomi
- Data topografi tepi sungai
- Data Bathimetri dasar Sungai
- Data pasang-surut sungai
- Data kecepatan aliran permukaan sungai
- Data sondir dan SPT
- Data harga material, upah dan harga satuan pekerjaan

### 3. Kegiatan Analisa

Hasil dari kegiatan pengumpulan data dan survei kemudian akan dipelajari, diolah dan dihitung dengan prosedur analisa-analisa yang diperlukan dalam kegiatan.

Analisa yang diperlukan dalam kegiatan sebagai berikut:

- Topografi tepi sungai

Hasil survei topografi digunakan untuk memberikan gambaran tentang kondisi, karakteristik dan elevasi tepian sungai.

- Bathimetri dasar Sungai

Batimetri dasar sungai memberikan gambaran kedalaman air serta bentuk dasar perairan dari hasil teknologi seperti sonar atau echo sounder. Data ini penting dalam perencanaan dan desain proyek perairan.

- Analisis arus sungai dan pasang surut

Analisa arus sungai digunakan untuk dapat mengetahui debit dari sungai. Data ini juga digunakan untuk menganalisis gaya yang akan terjadi pada krib.

Analisa pasang surut dilakukan untuk mengetahui keadaan pasang tertinggi muka air sungai yang kemudian digunakan sebagai pemilihan ketinggian desain pelindung tebing Sungai.

- Uji Sondir dan Uji SPT

Hasil Uji Sondir akan didapatkan data perlawanannya konus (qc) dan hambatan lekat tanah (fs). Dari kedua data tersebut dapat ditentukan nilai daya dukung tanah dan tipe fondasi yang sesuai dengan bangunan yang akan didirikan.

Uji SPT merupakan metode pengujian untuk mengetahui suatu besaran nilai N-SPT. Nilai N-SPT digunakan untuk menentukan kekuatan tanah dalam menahan beban. Selain itu, nilai N-SPT dapat digunakan untuk menentukan sifat fisik tanah, seperti: kepadatan, kekuatan geser, kekuatan tekan, dll.

- Desain bangunan penanggulangan abrasi

Bangunan pelindung tebing sungai adalah struktur fisik yang dirancang dan dibangun untuk melindungi tebing sungai dari abrasi atau kerusakan akibat aliran air dan tekanan tanah. Tujuan dari bangunan pelindung tebing sungai

adalah untuk menjaga kestabilan tebing dan mencegah abrasi yang dapat mengancam integritas struktur, infrastruktur, dan lingkungan sekitarnya

#### 4. Rancangan Desain

Rancangan desain adalah output kegiatan hasil analisa yang telah dilakukan oleh tim ahli yang diwujudkan dalam bentuk sebagai berikut :

- Studi Inventarisasi Desain (SID)

Studi Inventarisasi Desain merupakan proses untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi terkait dengan desain sehingga mendapatkan pemahaman tentang karakteristik, kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangan desain.

- Detail Engineering Design (DED)

Detail Engineering Drawing (DED) adalah representasi visual yang sangat rinci dan spesifik dari elemen-elemen struktural yang mencerminkan semua detail dan persyaratan teknis yang diperlukan untuk konstruksi.

- Rencana Anggaran dan Biaya

Perhitungan anggaran biaya adalah untuk mendapatkan perkiraan yang akurat tentang biaya yang akan dikeluarkan selama proses pelaksanaan proyek.

- Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)

RKS digunakan untuk memberikan gambaran yang jelas dan rinci mengenai pekerjaan yang akan dilakukan, termasuk rincian teknis, kualitas, ukuran, bahan, dan metode pelaksanaan yang harus dipatuhi.

#### 5. Asistensi

Kegiatan asistensi dilakukan dalam upaya memberikan kesamaan pola piker, harapan dan hasil akhir yang diharapkan, sehingga tujuan uang diinginkan dapat tercapai. Asistensi dilakukan secara kontinu dari setiap tahan kegiatan agar terpantau dan termonitor dengan baik.

## 6. Presentasi

Presentasi dengan pihak-pihak yang terkait dalam kegiatan akan memberikan pemahaman dalam upaya menyatukan persepsi produk dari hasil perencanaan. Presentasi dilakukan setelah proses draft laporan akhir diselesaikan untuk diekspose dan mendapatkan masukan-masukan yang bersifat membangun.

### 1.4 Sistematika Laporan

Sistematika penyajian Laporan Akhir Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet adalah sebagai berikut:

#### 1. Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang kegiatan studi penanganan abrasi DAS Aswet, maksud dan tujuan studi, lingkup kegiatan studi, dan sistematika laporan.

#### 2. Gambaran Umum Kawasan Studi dan Permasalahan

Berisi tentang gambaran umum (ekonomi, sosial, geologi, dll) tentang wilayah studi, analisa permasalahan yang terjadi, alternatif solusi, dan dampak yang akan ditimbulkan/

#### 3. Analisa Desain

Berisi tentang metodologi survei, pengujian, dan analisis mengenai topografi batimetri, hidro-oseanografi, geoteknik, *sheet pile*, krib, dan rencana anggaran biaya (RAB)

#### 4. Kesimpulan

Berisi tentang kesimpulan dari hasil studi dan saran yang diberikan untuk studi selanjutnya.



## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM KAWASAN STUDI DAN PERMASALAHAN**

#### **2.1 Gambaran Umum Kawasan Studi**

##### **a. Kondisi Sosial Ekonomi**

Agats adalah ibukota dari sebuah wilayah pemekaran baru Kabupaten Asmat yang merupakan bagian dari provinsi Papua. Terletak di sebuah wilayah pesisir selatan Papua, berdekatan dengan wilayah Timika yang berada di Kabupaten Mimika, dan terkenal sebagai kota yang berdiri di atas rawa. Kota dengan jumlah penduduk sekitar 31.766 jiwa sesuai data BPS, 2023 ini berperan penting bagi distrik-distrik di sekitarnya dalam menjalankan roda perekonomian dan pemerintahan.

Mayoritas penduduk Agats adalah suku Asmat, yang memiliki budaya dan adat istiadat yang kaya dan unik. Ukiran kayu, tarian, dan musik tradisional merupakan bagian penting dari kehidupan sosial masyarakat Asmat. Akses pendidikan di kawasan Agats masih terbatas, dengan fasilitas dan tenaga pengajar yang terus mengalami peningkatan. Beasiswa dan program pendidikan non-formal juga diadakan untuk membantu meningkatkan tingkat literasi dan keterampilan penduduk.

Mata pencaharian utama penduduk adalah berburu, memancing, dan bertani dalam skala kecil. Seni ukir kayu juga merupakan sumber pendapatan, karena ukiran kayu Asmat sangat terkenal dan memiliki nilai jual yang tinggi. Kegiatan ekonomi lainnya meliputi perdagangan, jasa, dan kontraktor. Keadaan ekonomi dan perdagangan cukup terbatas. Sarana dan prasarana, seperti jalan dan jembatan, mempengaruhi kegiatan ekonomi dan mobilitas penduduk.

Ada upaya dari pemerintah dan lembaga non-pemerintah untuk mengembangkan ekonomi lokal melalui program-program pemberdayaan masyarakat dan pengembangan potensi lokal seperti seni dan kerajinan. Pengembangan ekonomi adalah juga memperhatikan kelestarian lingkungan dan budaya lokal.



## b. Kondisi Hidrologi dan Hidro-Oseanografi

Kawasan Agats di Kabupaten Asmat, Papua, merupakan daerah yang unik karena lokasinya yang berada di tengah-tengah wilayah rawa dan hutan bakau. Kawasan ini memiliki karakteristik hidrologi dan hidro-oseanografi yang khas. Sungai merupakan sumber air utama di kawasan Agats. Sungai-sungai di daerah ini mengalir melalui hutan bakau dan rawa-rawa, membentuk delta dan estuari. Aliran sungai dipengaruhi oleh pasang surut air laut, yang mempengaruhi salinitas dan dinamika air sungai.

Hutan bakau di sekitar sungai memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan melindungi daerah pesisir dari abrasi. Akar bakau membantu menahan tanah dan mencegah erosi oleh gelombang laut. Hutan bakau juga merupakan habitat penting bagi berbagai spesies flora dan fauna.

Kawasan Agats berdekatan dengan Laut Arafura, yang memiliki karakteristik oseanografis khas daerah tropis. Pasang surut air laut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap dinamika air di kawasan Agats. Laut Arafura juga merupakan sumber sumber daya alam seperti ikan dan kerang-kerangan, yang penting untuk mata pencaharian penduduk lokal.

Dinamika air di kawasan Agats dipengaruhi oleh pasang surut, aliran sungai, dan curah hujan. Perubahan musim juga mempengaruhi pola aliran air dan salinitas, yang berdampak pada kehidupan biota air dan ekosistem di kawasan ini. Gelombang dan arus laut di Laut Arafura juga mempengaruhi erosi dan sedimentasi di pesisir.

Secara umum kondisi hidrologi dan hidro-oseanografi di kawasan Agats dapat berubah-ubah tergantung pada faktor-faktor alam dan aktivitas manusia di daerah tersebut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang karakteristik dan dinamika hidrologi dan hidro-oseanografi di kawasan Agats.

## c. Kondisi Geologi

Kawasan Agats, yang terletak di Kabupaten Asmat, Provinsi Papua Selatan, memiliki karakteristik geologi yang unik dan beragam. Kawasan ini terdiri dari dataran rendah



dengan tanah gambut dan tanah liat yang dominan, serta hutan bakau dan rawa-rawa yang melingkupi sebagian besar wilayahnya. Keadaan geologi di kawasan ini memiliki pengaruh signifikan terhadap proses abrasi dan dinamika pesisir.

Salah satu ciri khas geologi kawasan Agats adalah tanah gambut yang tebal dan lembek. Tanah gambut ini terbentuk dari akumulasi material organik yang terdekomposisi dalam kondisi anaerob. Keberadaan tanah gambut menyebabkan permukaan tanah menjadi tidak stabil dan mudah tererosi, terutama saat musim hujan. Proses erosi ini dapat menyebabkan abrasi pantai dan perubahan bentuk garis pantai.

Selain tanah gambut, tanah liat juga merupakan komponen utama dari struktur geologi kawasan Agats. Tanah liat memiliki sifat yang lebih padat dan stabil dibandingkan dengan tanah gambut, sehingga memberikan kekuatan dan stabilitas pada permukaan tanah. Namun, ketika terkena air, tanah liat dapat menjadi lembek dan mudah tererosi, yang juga dapat menyebabkan abrasi.

Hutan bakau yang tumbuh di sepanjang garis pantai memiliki peran penting dalam melindungi pantai dari abrasi. Akar bakau yang kuat dan rapat membentuk jaringan perlindungan yang mampu menahan gelombang dan arus laut, serta menjaga kestabilan tanah. Hutan bakau juga berfungsi sebagai penyangga yang menyerap energi gelombang dan mencegah erosi pantai.

Selain faktor-faktor geologis, dinamika air laut dan sungai juga mempengaruhi abrasi di kawasan Agats. Pasang surut air laut dan aliran sungai membentuk pola sedimentasi dan erosi yang kompleks, yang dapat menyebabkan perubahan bentuk garis pantai. Gelombang dan arus laut yang dihasilkan oleh pasang surut dan angin juga mempengaruhi proses abrasi. Gelombang yang kuat dapat menyebabkan erosi tanah dan perubahan bentuk garis pantai, sedangkan arus laut dapat membawa sedimen yang dapat menambah atau mengurangi material pantai.

Secara keseluruhan, karakteristik geologi kawasan Agats memiliki pengaruh yang signifikan terhadap abrasi dan dinamika pesisir. Keberadaan tanah gambut dan tanah liat, hutan bakau, serta dinamika air laut dan sungai merupakan faktor-faktor utama yang mempengaruhi abrasi di kawasan ini. Penelitian dan pemahaman lebih lanjut

mengenai karakteristik geologi dan proses abrasi di kawasan Agats diperlukan untuk mengembangkan strategi dan metode yang efektif dalam mengelola dan mitigasi abrasi di kawasan ini.

Lebih lanjut terkait karakteristik geologi dan faktor-faktor lainnya di kawasan Agats dapat berubah seiring berjalan waktu dan dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan atau perubahan iklim.

#### **d. Kondisi Klimatologi**

Kawasan Agats, yang terletak di Kabupaten Asmat, Provinsi Papua Selatan, memiliki iklim tropis basah dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun. Iklim di kawasan ini sangat dipengaruhi oleh pola angin monsun, yang membawa hujan lebat dan angin kencang pada musim hujan, sementara pada musim kemarau, curah hujan lebih sedikit dan angin lebih tenang. Iklim tropis basah ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses abrasi dan dinamika pantai.

Curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir dan aliran permukaan yang kuat, yang dapat mengakibatkan erosi tanah dan abrasi pantai. Banjir juga dapat menyebabkan sedimentasi di area pesisir, yang dapat mempengaruhi bentuk garis pantai. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga mempengaruhi dinamika sungai, dengan aliran sungai yang kuat dapat membawa sedimen yang menambah material pantai dan mengurangi abrasi.

Suhu di kawasan Agats relatif tinggi dan stabil sepanjang tahun, dengan kelembapan udara yang tinggi. Kondisi ini mendukung pertumbuhan hutan bakau yang membantu melindungi pantai dari abrasi. Akar bakau membantu menahan tanah dan mencegah erosi oleh gelombang laut. Hutan bakau juga berfungsi sebagai buffer yang menyerap energi gelombang dan mencegah erosi pantai.

Angin dan gelombang juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap abrasi. Angin kencang dan gelombang laut yang tinggi dapat menyebabkan erosi tanah dan perubahan bentuk garis pantai. Pada musim hujan, angin kencang dan gelombang laut yang tinggi dapat menyebabkan abrasi yang lebih parah. Di sisi lain, pada musim

kemarau, angin lebih tenang dan gelombang laut lebih rendah, sehingga abrasi cenderung lebih rendah.

Pasang surut juga mempengaruhi abrasi di kawasan Agats. Pasang surut dapat menyebabkan perubahan dalam distribusi sedimen di pesisir dan mempengaruhi kestabilan garis pantai. Pasang surut juga mempengaruhi salinitas air sungai, yang dapat mempengaruhi kehidupan biota air dan ekosistem di kawasan ini.

Secara keseluruhan, iklim tropis basah di kawasan Agats memiliki pengaruh yang signifikan terhadap abrasi dan dinamika pantai. Curah hujan yang tinggi, angin kencang, gelombang laut yang tinggi, dan pasang surut adalah faktor-faktor utama yang mempengaruhi abrasi di kawasan ini. Kondisi klimatologi di kawasan Agats mempengaruhi proses abrasi secara langsung maupun tidak langsung. Proses abrasi dapat diperburuk oleh perubahan iklim, yang dapat menyebabkan perubahan dalam pola curah hujan, angin, dan gelombang laut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami lebih lanjut tentang bagaimana iklim di kawasan Agats mempengaruhi abrasi dan bagaimana perubahan iklim dapat mempengaruhi proses ini di masa depan.

## 2.2 Analisa Permasalahan

- Kondisi Pelindung Tebing Sungai Distrik Agats

Runtuhnya dinding pelindung tepi sungai di Ibukota Distrik Agats Kabupaten Asmat merupakan permasalahan yang disebabkan oleh gerusan dasar yang sering terjadi terutama pada sisi luar belokan sungai. Turap pada tepi Sungai Aswet mengalami kemiringan/kerusakan atau roboh. Kondisi tersebut diperparah dengan adanya gempa bumi di wilayah Kabupaten Asmat pada tanggal 13 Juli 2018 yang mengakibatkan terjadi patahan tanah sehingga tanah longsor dan menimpa turap di lokasi pasar lama sepanjang 109 M'. Melihat kondisi daerah tersebut merupakan titik pusaran arus pasang surut air laut, dan sampai dengan saat ini sebagian turap sudah roboh sepanjang ± 600 meter akibat abrasi sungai di DAS Aswet. Salah satu alternatif penanganan permasalahan gerusan dasar tersebut adalah dengan membuat krib pengarah arus dan membangun kembali dinding pelindung tebing sungai. Pada kasus di distrik Agats, dinding pelindung tersebut runtuh karena faktor-faktor tertentu. Beberapa asumsi faktor-faktor penyebab keruntuhan dinding pelindung tebing sungai, antara lain:



### 1. Gerusan aliran Sungai

Serangan arus pada dasar sisi elokan sungai menyebabkan gerusan/scouring yang melampaui batas aman struktur pelindung.

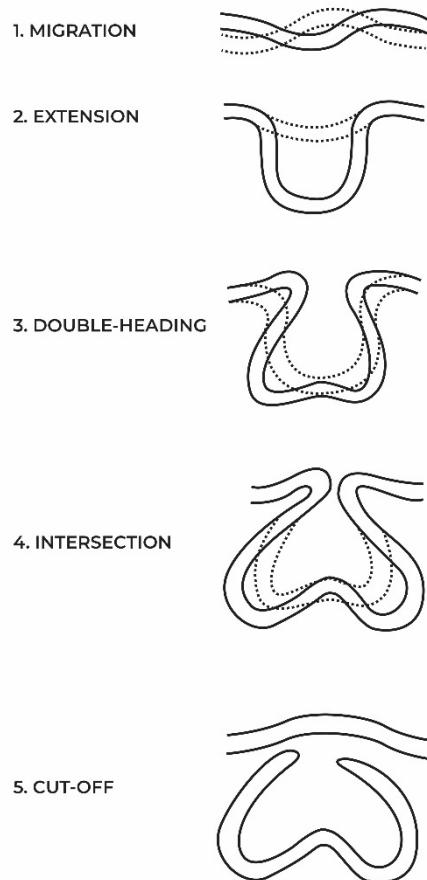
### 2. Daya dukung tanah

Kondisi tanah di beberapa lokasi berubah kekuatannya karena variasi sifat tanah lunak baik di sepanjang dinding maupun titik angkur.

### 3. Konstruksi lemah

Konstruksi struktur dinding maupun angkur di sebagian lokasi yang lemah sehingga mempengaruhi struktur lain disekitarnya.

Pada umumnya, sungai akan mengalami perlebaran dan perbelokan arah aliran. Perlebaran sungai dapat lama kelamaan terjadi karena aliran sungai yang terus mengikis permukaan tanah di pinggir sungainya, mengakibatkan terus terjadinya erosi di pinggir sungai. Sedangkan perbelokan sungai dapat lama kelamaan terjadi juga dengan konsep yang sama, akan tetapi umumnya hal ini terjadi karena kekuatan arus di perbelokan sungai, sehingga lama kelamaan sungai berbelok hingga terlepas menjadi danau. Perbelokan sungai digambarkan seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Proses Pembelokan Aliran Sungai  
(Sumber: Presentasi Bambang Agus Kironoto)

Pelebaran aliran sungai yang terus membesar dan potensi perbelokan sungai lama kelamaan akan merendam pesisir kota Distrik Agats. Sehingga diperlukan perencanaan pengurangan kekuatan aliran sungai dan pencegahan erosi di pinggir sungai.

- Urgensi dari masalah yang dialami Distrik Agats

Menurut BPS Papua Tahun 2019 Kabupaten Asmat memiliki jumlah penduduk sekitar 125.975 jiwa dengan Distrik Agats yang merupakan pusat pemerintahan dari Kabupaten Asmat, Provinsi Papua. Menjadi pusat pemerintahan memberikan dampak akan banyak warga yang tinggal di Distrik Agats. Distrik Agats juga memiliki pelabuhan kapal yang berfungsi sebagai sarana distribusi logistik dari luar



Kabupaten Asmat. Moda trasportasi air merupakan transportasi utama pada Distrik Agats dikarenakan kondisi wilayah daratan yang sulit diakses karena lebih dominan area genangan air. Walau demikian wilayah Agats juga memiliki potensi ekonomi di sektor pertanian, peternakan, pariwisata, dan perikanan. Maka dari itu peningkatan aksesibilitas dan sarana prasarana pada Distrik Agats dapat mendukung peningkatan potensi pada wilayah Distrik Agats.

Penanganan runtuhan dinding penahan tebing Sungai Aswet merupakan hal yang tidak bisa di hindarkan. Karena, apabila tidak diatasi, maka akan terjadi keruntuhan tebing berlanjut yang dapat mengakibatkan kegiatan di pelabuhan mati, sehingga juga akan berdampak bagi perekonomian warga. Selain itu, keruntuhan tebing juga dapat menimbulkan kerugian material berupa rumah warga yang ikut runtuh. Pembangunan pelindung tebing sungai juga dapat memberikan solusi untuk mengatasi penyebab utama ketertinggalan di wilayah Papua terutama di Kabupaten Asmat. Berdasarkan data dari RMJ Papua Tahun 2019 penyebab utama ketertinggalan pada wilayah Kabupaten Asmat dikarenakan aksesibilitas yang kurang, pemberdayaan SDM yang masih rendah, tingkat ekonomi yang rendah, sarana prasarana yang belum optimal dan karakteristik daerah yang beragam dari wilayah air dan daratan dengan dominasi rawa. Dengan adanya pelindung tebing sungai diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan perkembangan daerah pada Kabupaten Asmat dan Distrik Agats pada khususnya. Selain itu infrastruktur pelindung tebing sungai diharapkan dapat menjadi alternatif solusi dari isu-isu strategis yang ada di Provinsi Papua, sehingga memberikan gambaran konkret terhadap arah kebijakan dan prioritas pembangunan Provinsi Papua.

- Lingkup Titik Keruntuhan Dinding Penahan Tanah

Keruntuhan dinding penahan tanah sepanjang konstruksi lama perlu ditinjau kembali lokasi akuratnya sehingga dapat diperhitungkan dengan jelas titik dimana saja yang akan diperhitungkan kuat arus dan lingkup ruang abrasi yang dapat terjadi di sekitarnya.

### 2.3 Alternatif Solusi

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, didapatkan dua solusi dapat disarankan kepada Pemerintah Distrik Agats dari tiap permasalahan untuk menangani keruntuhan pelindung tebing sungai yaitu solusi jangka pendek dan solusi jangka panjang:

a. Solusi Jangka Pendek

Solusi jangka pendek yang ditawarkan diantaranya:

1. Pembuatan *sheet pile* baru di lokasi yang lebih aman tidak rawan gerusan dan mendesain *sheet pile* dengan dimensi yang lebih optimal sehingga diharapkan bisa menahan tekanan tanah aktif.
2. Memberikan perkuatan pada struktur *sheet pile* dengan tiang pancang tambahan dan angkur. Dengan penyesuaian desain angkur agar tidak terletak di area takanan tanah aktif. Sehingga angkur tidak terseret kearah sungai akibat tekanan tanah aktif yang terjadi.
3. Dibuat strukur krib di samping konstruksi *sheet pile* untuk menahan kecepatan aliran dari Sungai Aswet, sehingga kemungkinan terjadi gerusan pada tebing dasar sungai menjadi lebih kecil, sehingga resiko *scouring* pada tepi sungai menjadi berkurang.
4. Membagi fase pembangunan menjadi tiga tahap yaitu fase pertama, fase kedua, dan fase ketiga. Pembangunan fase pertama dilakukan pada area kritis *sheet pile* yang mengalami keruntuhan untuk mencegah gerusan berlanjut dan kerusakan pada *sheet pile* lainnya agar tidak semakin parah dan menimbulkan efek domino. Fase kedua diperlukan pertimbangan evaluasi desain terhadap kondisi stuktur turap eksisiting yang masih berdiri apakah masih layak fungsi atau perlu diganti dan penambahan struktur krib baru. Untuk fase ketiga diperlukan pertimbangan evaluasi desain terhadap kondisi stuktur krib yang telah dibangun apakah memiliki kinerja yang diinginkan dan pertimbangan perlu atau tidaknya ditambah jumlah struktur krib yang ada untuk meingkatkan kinerja.
5. Mempertahankan kontruksi *sheet pile* yang masih memiliki kondisi yang bagus dan dapat memberikan kemampuan layan sesuai hasil dari evaluasi desain.



Gambar 2.2. Krib pada Sungai  
(Sumber: H2O Waternetwerk, Rijksoverheid)

b. Solusi Jangka Panjang

Solusi jangka panjang yang ditawarkan diaantaranya:

1. Pembuatan kolam retensi, kolam retensi merupakan sebuah kolam untuk menampung kelebihan debit banjir sungai, sehingga debit sungai dapat diperkecil dan masalah gerusan pada tebing dan dasar Sungai Aswet akibat besarnya debit dapat diminimalkan.
2. Mengganti dan membongkar struktur *sheet pile* lama yang tidak mempu memberikan kemampuan layan.
3. Menambah panjang konstruksi *sheet pile* eksisting dengan konstruksi yang baru, sehingga area yang belum terlindung dari gerusan aliran sungai tidak terancam akan efek gerusan jangka panjang.
4. Menambah konstruksi slab beton di atas struktur krib yang dapat difungsikan untuk sandaran kapan dan dapat berfungsi sebagai dermaga.
5. Pengembangan area sempadan sungai dengan model *greenbelt* ramah lingkungan yang dapat berfungsi sebagai ruang publik.



Gambar 2.3. Kolam Retensi  
(Sumber: Citarum Harum Pemprov Jabar)

Solusi jangka pendek dan jangka panjang tersebut direncanakan berdasarkan faktor urgensi, fungsional dan besar biaya yang dikeluakan dalam pembangunan. Diharapkan solusi tersebut dapat memberikan alternatif untuk mencegah keruntuhan tebing Sungai Aswet di masa yang akan datang.

Dari solusi jangka panjang dan jangka pendek yang sudah ditawarkan. Sempadan sungai mempunyai peran vital dalam desain pelindung tebing sungai yang berfungsi sebagai ruang untuk angkur dan *greenbelt* yang ramah lingkungan. Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Asmat tahun 2012-2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah, sempadan sungai memiliki kriteria sebagai berikut:

- Garis sempadan adalah garis maya di kiri dan kanan palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai.
- Sempadan sungai berfungsi sebagai ruang penyangga antara ekosistem sungai dan daratan, agar fungsi sungai dan kegiatan manusia tidak saling terganggu.



- Sempadan sungai meliputi ruang di kiri dan kanan palung sungai di antara garis sempadan dan tepi palung sungai untuk sungai tidak bertanggul, atau di antara garis sempadan dan tepi luar kaki tanggul untuk sungai bertanggul.
- Beberapa sungai memiliki karakter yang spesifik misalnya berkelok-kelok (*meandering*), yang palung sungainya berubah sangat dinamis. Penentuan garis sempadan untuk sungai seperti ini perlu dilakukan secara lebih hati-hati dan agar ditentukan lebih lebar mengikuti batas terluar alur dinamisnya.

Karakteristik sempadan sungai yang memiliki fungsi utama sebagai penyangga ekosistem harus diperhatikan dengan seksama terhadap pemanfaatan ruang yang ada, sehingga tidak menimbulkan masalah lingkungan dan kerugian material. Oleh karena itu telah diatur ketentuan pola ruang untuk daerah sempadan sungai. Ketentuan pola ruang sempadan sungai dijabarkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Ketentuan Struktur Pola Ruang

Ketentuan Kegiatan		
Diperbolehkan	Diperbolehkan dengan Syarat	Tidak Diperbolehkan
<ul style="list-style-type: none"><li>• bangunan prasarana sumber daya air;</li><li>• fasilitas jembatan dan dermaga;</li><li>• jalur pipa gas dan air minum;</li><li>• rentangan kabel listrik dan telekomunikasi</li><li>• kegiatan lain sepanjang tidak mengganggu fungsi sungai, misalnya tanaman sayur-mayur.</li></ul>	Bangunan dalam sempadan sungai dinyatakan dalam status quo (kondisi tidak boleh mengubah, menambah, ataupun memperbaiki bangunan) dan secara bertahap harus ditertibkan untuk mengembalikan fungsi sempadan sungai, sesuai prioritas dan kemampuan serta dengan partisipasi masyarakat.	Sempadan sungai yang terdapat tanggul untuk kepentingan pengendali banjir, perlindungan badan tanggul dilakukan dengan larangan: <ul style="list-style-type: none"><li>• menanam tanaman selain rumput;</li><li>• mendirikan bangunan;</li><li>• mengurangi dimensi tanggul</li></ul>



(Sumber: Peraturan Daerah Kabupaten Asmat tahun 2012-2023 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah)

Setelah dilakukan survei lapangan didapatkan kondisi sempadan Sungai Aswet wilayah Distrik Agats memiliki tutupan lahan yang difungsikan sebagai bangunan dan termasuk dalam area pelindung tebing sungai. Hal tersebut bertentangan dengan ketentuan struktur polar uang yang ada. Sehingga diperlukan kebijakan lebih lanjut untuk melakukan penggunaan lahan sempadan sungai sebagai mana mestinya.

Setelah mendapatkan gambaran kondisi ruang sempadan Sungai Aswet Distrik Agats diperlukan penyesuaian lahan yang berpedoman kepada rencana tata ruang yang sudah dibuat oleh Pemerintah Daerah setempat. Dengan adanya perubahan polar ruang dan pemanfaatan lahan yang telah disesuaikan maka akan tercipta lingkungan yang tertata, responsif terhadap lingkungan, dan mengurangi dampak negatif yang datang dari alam.

## 2.4 Dampak yang Diberikan

Keberadaan infrastruktur pelindung tebing sungai yang berada di tepi Sungai Aswet, Distrik Agats memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung keberlanjutan aktivitas kegiatan di Distrik Agats. Dampak-dampak yang diberikan dari adanya pelindung tebing sungai yaitu sebagai berikut :

1. Dampak *engineering* dan Pekerjaan Umum
  - a. Memperbaiki morfologi sungai dengan krib yang dapat mengatur arah arus sungai, mengurangi kecepatan arus sepanjang tebing sungai, mempertahankan lebar dan kedalaman alur sungai, dan mempercepat proses sedimentasi yang menjamin keamanan tanggul tebing sungai terhadap gerusan.
  - b. Perkuatan tebing sungai dengan konstruksi *sheet pile* yang memiliki peran untuk melindungi tebing alur sungai dari bahaya gerusan arus sungai dan mencegah proses meander.
  - c. Terkontrolnya debit banjir dan limpasan sungai dengan adanya kolam retensi.
  - d. Mengoptimalkan pelayanan infrastruktur dasar dengan adanya infrastruktur pengendali banjir dan abrasi.

- e. Meningkatkan pembangunan yang berbasis tata ruang. Salah satu contoh pembangunan yang berbasis tata ruang yaitu infrastruktur pelindung tebing sungai, dikarenakan infrastruktur tersebut memiliki lingkup dan cakupan yang sangat berdampak terhadap tata ruang di suatu wilayah. Maka dari itu perlu dikaji lebih lanjut tentang akibat dari adanya infrastruktur pelindung tebing sungai terhadap kebijakan strategi tata ruang yang ada.
- f. Mewujudkan Sustainable Development Goals (SDGs) dengan membuat kota-kota dan pemukiman manusia inklusif, aman, tangguh dan berkelanjutan.

## 2. Dampak ekonomi

- a. Kabupaten Asmat merupakan daerah yang potensial dengan hasil perikanan dengan jumlah rumah tangga perikanan di Provinsi Papua sejak tahun 2015 hingga tahun 2016 meningkat. Pada tahun 2015 sebanyak 232.157 rumah tangga perikanan yang terdiri dari perikanan laut dan perairan umum, kemudian pada tahun 2016 meningkat menjadi 233.563 rumah tangga perikanan berdasarkan data BPS Provinsi Papua 2018. Pengolahan sumber daya kelautan dan perikanan yang dilakukan oleh nelayan rakyat maupun perusahaan perikanan kecil dan menengah selama ini berhasil menempatkan nilai tambah sektor perikanan pada posisi ke-5 terbesar dalam komposisi PDRB Provinsi Papua. Maka dari itu peran dermaga yang dapat berfungsi dengan baik dan terlindung dari resiko abrasi dapat mendukung aktivitas di sektor perikanan dengan optimal
- b. Infrastruktur pelindung tebing sungai dapat mendukung mobilisasi pada sektor perdagangan. Sektor perdagangan sangat potensial untuk terus dikembangkan, karena tanpa adanya sektor ini dipastikan perekonomian wilayah Asmat tidak akan bergerak. Selain dapat memberikan nilai tambah yang tinggi, daya serapnya terhadap kesempatan berusaha juga sangat potensial. Sektor ini paling banyak memberikan peluang bergeraknya lapangan usaha informal yang selama ini dilaksanakan pengusahaan golongan ekonomi lemah, sehingga upaya untuk mengatasi ketimpangan pendapatan antar penduduk dapat diwujudkan melalui pengembangan sektor perdagangan.

- c. Meningkatnya Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Kabupaten Asmat merupakan salah satu daerah di Papua yang memiliki nilai IPM yang relatif rendah sekitar 29,42-51,24 % berdasarkan data BPS Papua Tahun 2019. Dari faktor sosial dan lingkungan dengan adanya peningkatan angka harapan hidup dikarenakan aksesibilitas terhadap fasilitas kesehatan akibat adanya pelindung tebing sungai yang berkelanjutan menyebabkan nilai IPM yang ada di Kabupaten Asmat juga akan meningkat. Berdasarkan perhitungan elastisitas, angka harapan hidup merupakan daya ungkit yang paling besar dan signifikan dalam peningkatan IPM.
- d. Mengurangi angka kemiskinan yang ada di Kabupaten Asmat. Dari data BPS Papua Tahun 2019 mayoritas keluarga (52%) di Papua merupakan Kelompok Sejahtera I yang minimal dapat memenuhi kebutuhan dasarnya. Kinerja Pembangunan daerah terbukti dapat menurunkan tingkat kemiskinan dan pengangguran terbuka. Dengan adanya pelindung tebing sungai yang dapat mengatasi abrasi dapat memberikan keamanan dan kelancaran pembangunan daerah.
- e. Meningkatkan Potensi Investasi. Berdasarkan data dari RPJMD Papua Tahun 2019-2023 dalam konteks kewilayahan, dapat katakan bahwa wilayah adat yang dapat memberikan keuntungan lebih baik bagi para investor adalah wilayah adat Anim Ha yang mana Distrik Agats-Kabupaten Asmat merupakan daerah yang masuk wilayah adat Anim Ha. Karena secara rata-rata ICOR untuk wilayah Anim Ha memiliki range paling rendah, dan mendekati batas tertinggi, dengan ICOR moderat yakni sebesar 4,16 poin. *Incremental Capital Output Ratio* (ICOR) yang merupakan rasio antara tambahan output dengan tambahan modal dapat dijadikan suatu indikator penentu keberhasilan dalam meningkatkan daya saing investasi. Dengan adanya wilayah tepi sungai yang aman terhadap resiko kerusakan terhadap abrasi yang berdampak terhadap pertumbuhan ekonomi diharapkan dapat lebih menarik investor.
- f. Mendukung strategi pengembangan sistem transsportasi pendukung ekonomi dan pelayanan umum. Dengan adanya bangunan pelindung tebing sungai dapat menyokong pengembangan dan optimalisasi sarana prasarana

transportasi air yang berdampak pada pengembangan ekonomi dan pelayanan masyarakat.

- g. Kehadiran pelindung tebing sungai juga memberikan manfaat untuk mewujudkan rencana struktur ruang wilayah.. Berdasarkan arahan draft RTRW Provinsi Papua, Distrik Agats memiliki sistem perkotaan sebagai Pusat Kegiatan Lokal (PKL) yaitu pusat kegiatan lokal yang dipromosikan oleh pemerintah. Selain itu Distrik Agats juga memiliki fungsi utama sebagai pusat pemerintahan kabupaten, perdagangan jasa dan industri perikanan.

### 3. Dampak sosial dan lingkungan

- a. Memberikan keamanan terhadap penduduk Asmat terhadap bahaya banjir dan gerusan aliran sungai. Dikarenakan bentuk pemukiman masyarakat Asmat mayoritas berada disekitar aliran sungai.
- b. Upaya untuk melindungi kehidupan dan harta benda penduduk Asmat terhadap banjir dan gerusan sungai dapat terwujudkan.
- c. Meningkatnya angka harapan hidup dengan adanya peningkatan aksesibilitas terhadap fasilitas kesehatan. Pelindung tebing sungai yang ada dapat menjadi sarana dan prasarana yang meningkatkan aksesibilitas penduduk. Angka harapan hidup pada Kabupaten Asmat pada Tahun 2020 termasuk paling rendah di Provinsi Papua dengan presentase sebesar 54,6-54,7 %.
- d. Akses masyarakat terhadap pelayanan yang didukung oleh infrastruktur pelindung tebing sungai yang layak dan aman menjadi kebutuhan penting di Kabupaten Asmat Distrik Agats. Dikarenakan banyaknya aliran-aliran sungai dan danau atau rawa.
- e. Wilayah Agats memiliki tingkat rawan bencana yang tinggi terhadap banjir dan abrasi dikarenakan lokasi yang berada di tepi elokan Sungai Aswet. Infrastruktur pelindung tebing sungai merupakan salah satu solusi dalam pengendalian banjir dan abrasi yang dapat mengurangi tingkat kebencanaan di Distrik Agats.
- f. Indeks kebahagiaan meningkat. Merujuk kepada hasil perhitungan BPS Papua (2018) teridentifikasi faktor yang paling besar kontribusinya terhadap Indeks Kebahagiaan adalah Kepuasan terhadap Kondisi Keamanan, dengan nilainya



di tahun 2017 sebesar 75,79 poin. Sementara yang terendah adalah faktor Pendidikan dan Keterampilan, dengan nilai sub indeksnya sebesar 53,54 poin. Dengan adanya pelindung tebing sungai yang dapat mengatasi abrasi yang mengancam maka diharapkan rasa aman penduduk terhadap keamanan kondisi lingkungan secara geografis dapat meningkat.

g. Mengoptimalkan bonus demografi. Bonus demografi yang akan terjadi di Provinsi Papua pada tahun 2020-2030 harus dimanfaatkan semaksimal mungkin dalam upaya mewujudkan pembangunan daerah yang berkualitas. Adanya bonus demografi menandakan bahwa penduduk usia produktif (15-64) lebih banyak dibandingkan penduduk yang nonproduktif (0-14 dan lebih dari 64 tahun), sehingga merupakan modal yang sangat besar bagi pemerintah daerah untuk menciptakan pembangunan yang lebih baik dan berkualitas.

## 2.5 Referensi Standar Desain Pelindung Tebing Sungai

- SNI 8469:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik
- SNI 2400-1:2016 tentang Tata Cara Perencanaan Krib
- SNI 2827:2008 tentang Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir
- Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air
- Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 12/PRT/M/2015 tentang Pedoman Perencanaan dan Perancangan Bendungan
- Peraturan Menteri PUPR Nomor 17/PRT/M/2015 tentang Pedoman Perencanaan dan Perancangan Saluran Irigasi
- Peraturan Menteri PUPR Nomor 8/PRT/M/2018 tentang Pedoman Perencanaan dan Perancangan Pemeliharaan dan Rehabilitasi Bendungan
- Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi
- Peraturan Pemerintah Nomor 65 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2017 tentang Jasa Konstruksi

## BAB III

### ANALISA DESAIN

#### 3.1 Topografi Tepi Sungai

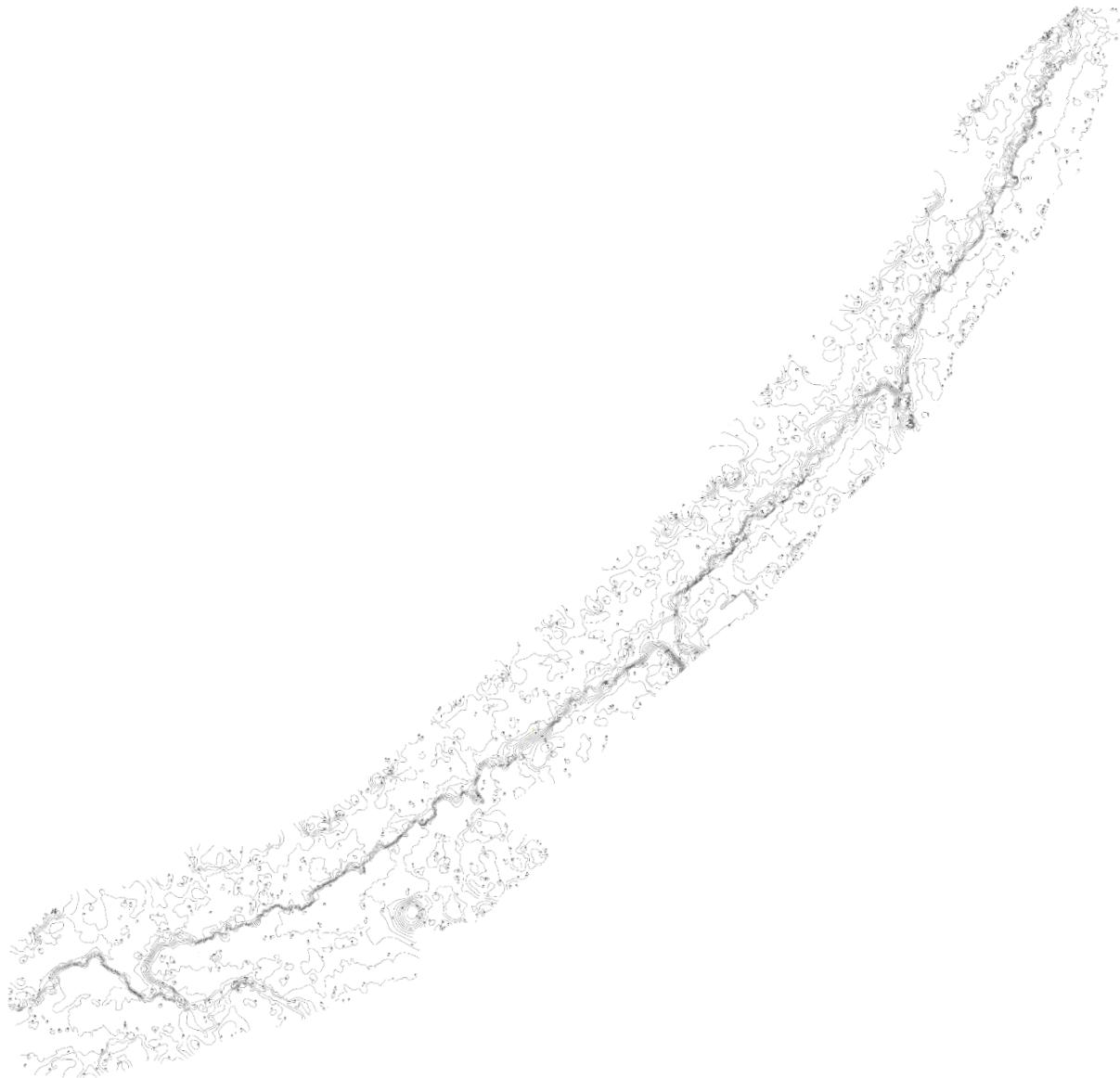
Setelah dilakukan pengambilan citra udara di lokasi, citra diolah untuk dijadikan sebuah *Digital Elevation Model* (DEM) atau peta kontur. Pada pengolahan data citra ke data digital dilakukan dengan aplikasi Agisoft Metashape yang akan mengubah foto citra menjadi *Digital Surface Model* (DSM), Kemudain diolah lagi menjadi DEM. Peta kontur dibuat dengan menggunakan aplikasi ArcGIS.

Proses mendapatkan Kontur Permukaan Tanah Tepi Sungai adalah sebagai berikut:

1. Drone → Seri Citra/Image
2. Analisis Fotogrametri → Digital Surface Model (DSM)
3. DSM → Digital Terrain Model (DTM)
4. DTM → Peta Kontur



Gambar 3.1. Pelaksanaan Survei Topografi Menggunakan Drone di Lapangan  
(Sumber:Tim Penyusun}



Gambar 3.2. Hasil Pengolahan Peta Kontur Sekitar Pinggiran Sungai Aswet  
(Sumber: Tim Penyusun)



Dari hasil pengukuran topografi tepian Sungai Aswet Distrik Agats dapat disimpulkan bahwa area daratan tepian Sungai Aswet memiliki karakteristik topografi datar dengan kondisi rata-rata ketinggian pada kondisi normal sebesar +1 s.d. 3 meter dan wilayah tepi perairan dasar Sungai Aswet juga memiliki karakteristik topografi datar. dengan kondisi rata-rata kedalaman pada kondisi normal sebesar -10 s.d. 15 meter.

Sifat-sifat suatu sungai dipengaruhi oleh luas, dan bentuk daerah pengaliran serta kemiringannya. Topografi suatu daerah sangat berpengaruh terhadap morfologi sungai yang ada, daerah dengan bentuk pegunungan pendek-pendek mempunyai daerah pengaliran yang tidak luas dan kemiringan dasarnya besar. Sebaliknya daerah dengan kemiringan dasarnya kecil dari hulu ke hilir biasanya mempunyai daerah pengaliran yang luas. Sungai Aswet merupakan sungai dengan kemiringan dasar arah memanjang yang kecil dan mempunyai daerah pengaliran yang luas.

Tabel 3. 1 Karakteristik Lereng Tepian Sungai Aswet

Wilayah	Elevasi (m)	Kemiringan Lereng Rata-Rata (%)	Klasifikasi
Daratan	+1 s.d. +3	0-4	Datar
Peralihan	+1 s.d -15	>140	Terjal
Perairan	-10 s.d. -15	0-8	Datar

(Sumber : Tim Penysusn)

Tutupan lahan pada area daratan didominasi oleh pemukiman, lahan terbuka dan semak belukar. Kondisi elevasi daratan yang datar dan memiliki elevasi yang rendah terutama pada area tepi sungai memiliki resiko banjir yang selalu terjadi terutama pada musim penghujan dan resiko genangan air akibat pasang surut sungai, dikarenakan lokasi sungai yang dekat dengan laut dan elevasi sungai yang datar.

Pada area tepi sungai terdapat banyak pemukiman warga yang cukup menjorok kearah perairan sungai. Dari hasil analisa kemiringan lereng di area tepian sungai peralihan antara daratan dan perairan terdapat lereng yang terjal hal tersebut cukup berbahaya terhadap resiko keruntuhan bangunan dan berbahaya terhadap lingkungan hidup. Daerah tepian sungai dapat difungsikan sebagai area *greenbelt* yang berfungsi sebagai



pengaman kawasan sungai. Pada rencana jangka panjang dapat dikembangkan daerah sempadan sungai sebagai area konservasi dengan fungsi ruang publik.

Peta sebagai salah satu informasi spasial penting untuk dilengkapi dalam penyajian informasi tata ruang guna pengaturan dan pemanfaatan ruang kawasan sungai yang terkendali dan lestari. Perlu dilakukan pengaturan tata ruang dan lahan yang berbasis mitigasi bencana yang berkelanjutan untuk pengembangan jangka panjang yang dapat memberikan dampak positif seperti menciptakan kawasan yang teratur dan mengurangi kerusakan lingkungan juga kerugian yang bernilai ekonomi yang lebih besar.

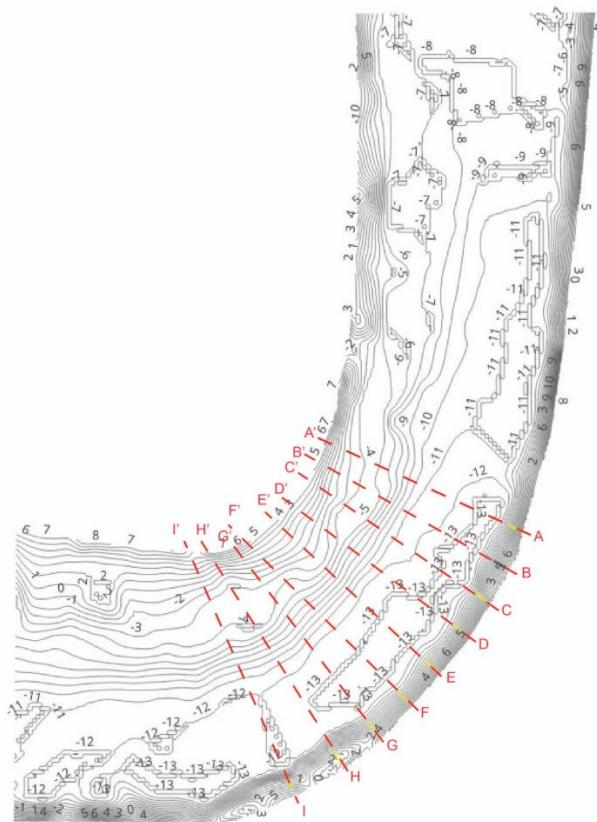
### 3.2 Bathimetri Dasar Sungai

Pelaksanaan survei bathimetri mencakup keseluruhan area pengukuran sungai yang sudah ditandai sebelumnya. Survei batimetri dilakukan dengan menggunakan alat *echosounder* yang dipasang di bawah perahu. *Echosounder* akan mengirimkan gelombang yang akan memantul apabila mengenai dasar dan diterima kembali oleh *echosounder*. Gelombang tersebut dihitung periode pada saat dikirim hingga diterima kembali, untuk kemudian diproses untuk mengetahui kedalaman sungai.



Gambar 3.3. Survei Batimetri di Lapangan  
(Sumber: Tim Penyusun)

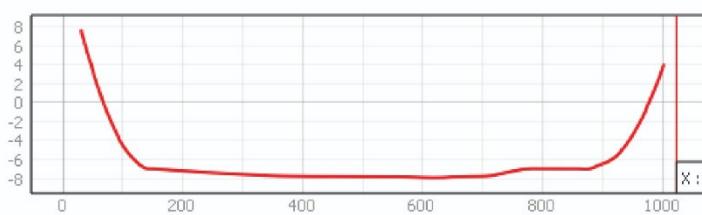
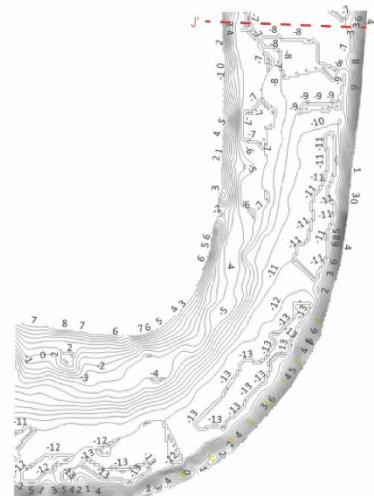
Setelah dilakukan survei dengan *echosounder*, didapatkan data kedalaman di setiap titik tertentu. Data-data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan aplikasi pengolah sistem informasi geografis (SIG). Pengolahan data ini dilakukan dengan cara menginterpolasi data kedalaman pada titik tertentu menjadi suatu garis kontur yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



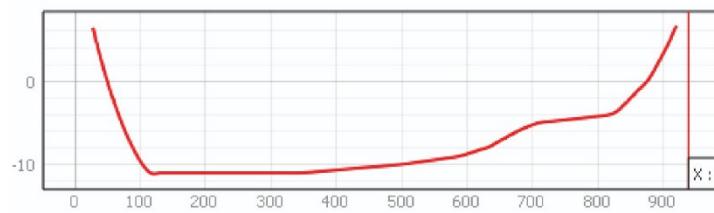
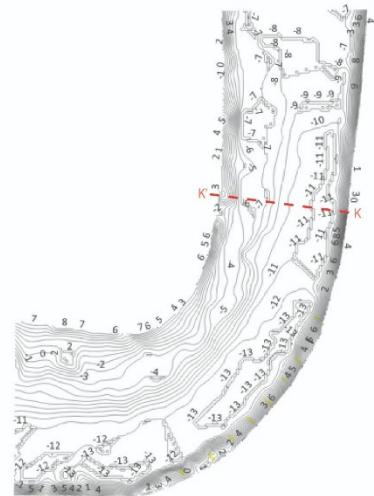
Gambar 3.4. Peta Batimetri Sungai Aswet  
(Sumber: Tim Penyusun)

Peta hasil pengukuran batimetri digunakan dalam analisa aliran Sungai Aswet. Data tersebut diperlukan untuk mengatahui kedalaman perairan Sungai Aswet dan dapat diketahui ukuran penampang Sungai Aswet untuk selanjutnya dilakukan analisa kecepatan aliran dan pasang surut sungai. Dari hasil analisa tersebut akan dapat dilakukan analisa kinerja pelindung tebing sungai.

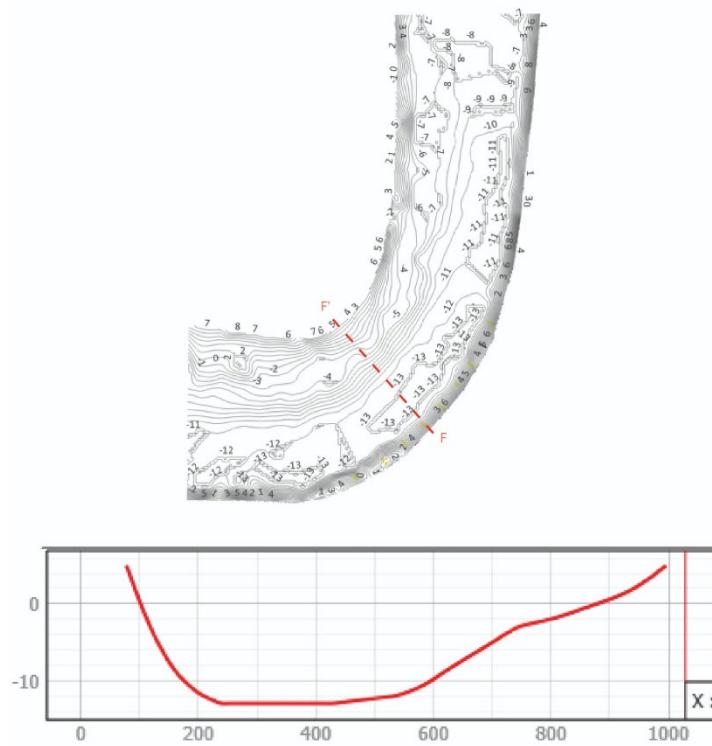
Pada pemrosesan data batimetri dibuat beberapa penampang melintang yang akan sangat berguna untuk memodelkan krib dan *sheet pile*. Didapatkan beberapa potongan melintang Sungai Aswet pada Gambar 3.5.



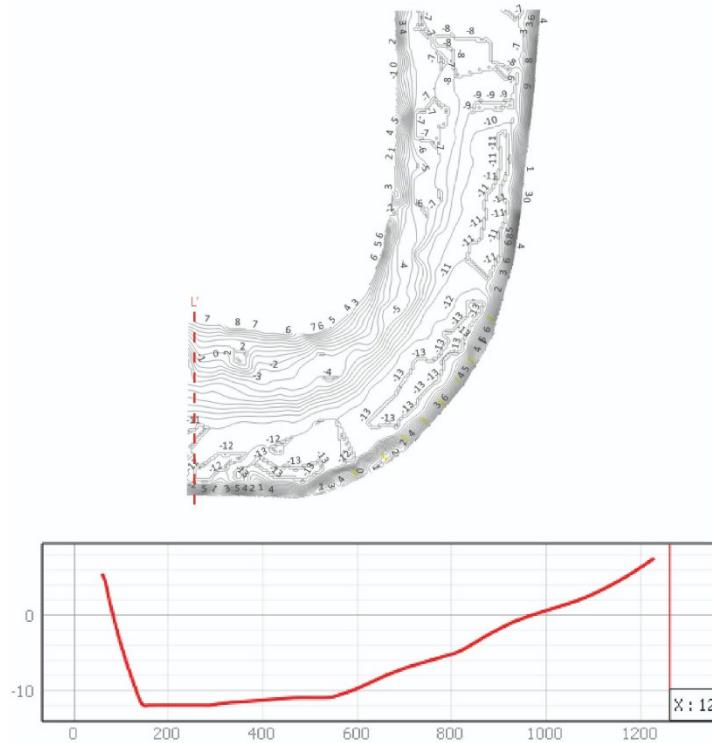
(a) Potongan Sungai di Sekitar Pelabuhan Utama



(b) Potongan Sungai di Hulu Distrik Agats



(c) Potongan Sungai di Daerah Dermaga Ferry



(d) Potongan Sungai di Sekitar Muara Sungai

Gambar 3.5. Potongan Melintang Penampang Sungai Aswet  
(Sumber: Tim Penyusun)



Pada Gambar 3.5, berdasarkan potongan melintang sungai dengan lebar sungai selebar 800-900 meter didapat kesimpulan bahwa pada bagian Sungai yang akan dipasang krib dan di sekitar muara (bagian (c) dan (d)), lereng sungai yang berada di sisi kiri (dilihat dari hulu) memiliki slope yang besar atau curam, sedangkan pada lereng sungai di sisi kanan cenderung landai. Hal ini dapat disimpulkan bahwa keruntuhan tebing sungai di Distrik Agats juga dapat disebabkan oleh kelerengan tebing sungai yang cukup curam.

Selain itu, pada daerah hulu (di sekitar Pelabuhan Utama) pada Gambar 3.5. bagian (a), potongan Sungai membentuk huruf U dengan kemiringan sungai di tengah sungai, memiliki topografi yang datar dan kemiringan sungai yang curam pada tebing sungai

Dari peta batimetri ditinjau dari arah memanjang sungai juga dapat diketahui wilayah perairan dasar Sungai Aswet juga memiliki karakteristik topografi datar. dengan kondisi rata-rata kedalaman pada kondisi normal sebesar -10 s.d. -15 meter. Berdasarkan teori Van Zuidam kemiringan lereng daerah perairan Sungai Aswet memiliki nilai sebesar 0-8% dapat diklasifikasikan sebagai lahan yang memiliki kemiringan landai sampai dengan curam dengan karakteristik bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah dan sangat rawan terhadap erosi. Dari hasil analisa tersebut sangat diperlukan bangunan pelindung tebing sungai yang mampu mengurangi erosi di tepian Sungai Aswet.

Tabel 3. 2 Klasifikasi Nilai Kelerengan Dasar Perairan Menurut Van Zuidam

Kelas Lereng (%)	Proses, Karakteristik dan Kondisi Lahan
0-2	Datar atau hampi datar, tidak ada erosi yang besar, dapat diolah dengan mudah dalam kondisi kering.
2-7	Lahan memiliki kemiringan lereng landai, bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah, pengikisan dan erosi akan meninggalkan bekas yang sangat dalam.
7-15	Lahan memiliki kemiringan lereng landai sampai curam, bila terjadi longsor bergerak dengan kecepatan rendah, sangat rawan terhadap erosi.
15-30	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam, rawan terhadap bahaya longsor, erosi permukaan dan erosi alur.



30-70	Lahan memiliki kemiringan lereng yang curam sampai terjal, sering terjadi erosi dan gerakan tanah dengan kecepatan yang perlahan - lahan. Daerah rawan erosi dan longsor
70-140	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, sering ditemukan singkapan batuan, rawan terhadap erosi.
>140	Lahan memiliki kemiringan lereng yang terjal, singkapan batuan muncul di permukaan, rawan terhadap longsor batuan.



### 3.3 Analisa Arus Sungai dan Pasang Surut

#### a. Analisis Kecepatan Aliran

Pengukuran kecepatan arus sungai direncanakan dengan menggunakan alat pengukuran sederhana hidrometri menggunakan botol dan benang. Pengukuran dilakukan dengan cara melepaskan botol yang mengapung yang telah diikat pada benang sepanjang 1 meter. Botol dilepaskan dan dibiarkan mengalir. Pengamatan dilakukan dengan mengukur durasi waktu yang dibutuhkan hingga benang menjadi tegang sebagai akibat dari botol yang terbawa arus air.

Selama proses pengukuran, tim tidak dapat mengukur data arus sungai secara akurat karena pada lokasi titik-titik pengukuran tidak terdapat arus yang cukup kuat untuk diukur. Permasalahan terjadi di tiga titik lokasi pengukuran yang direncanakan. Menurut narasumber dari Dinas PUPR dan warga setempat, kondisi sungai saat observasi ada pada kondisi “pertengahan” yang menyebabkan kondisi air sungai di tepi-tepi relatif tenang. Kondisi ekstrim arus sungai baru dapat diamati dalam 7 hari dari hari pengukuran yang dilakukan tim.

Dengan demikian kondisi arus didekati dengan analisis simulasi aliran dua dimensi dengan:

1. Data Batimetri: survei
2. Data pasang surut: di-sampling dari prediksi DISHIDROS dipublikasi peneliti lain untuk Agats pada Juli sd Desember 2021
3. Diasumsikan ada debit konstan dari hulu sebesar 500 m<sup>3</sup>/s

Jenis aliran dalam saluran dapat dibedakan menjadi 2 yaitu aliran dalam saluran tertutup dan aliran dalam saluran terbuka. Pada saluran terbuka aliran menerima pengaruh tekanan dari atmosfer sedangkan pada saluran tertutup tidak menerima pengaruh dari tekanan atmosfer. Sungai merupakan salah satu jenis salura terbuka yang memiliki karakteristik aliran

Pada belokan sungai kecepatan aliran mengalami peningkatan dan perlambatan. Kecepatan aliran pada dalam belokan mengalami peningkatan saat memasuki awal



belokan dan menurun saat melewati akhir belokan. Sementara pada luar belokan, kecepatan mengalami penurunan saat memasuki awal belokan dan mengalami peningkatan saat melewati akhir belokan. Hal tersebut menyebabkan kecenderungan untuk meningkatkan terjadinya deposisi sedimen pada dalam belokan dan erosi pada dasar saluran di luar belokan.

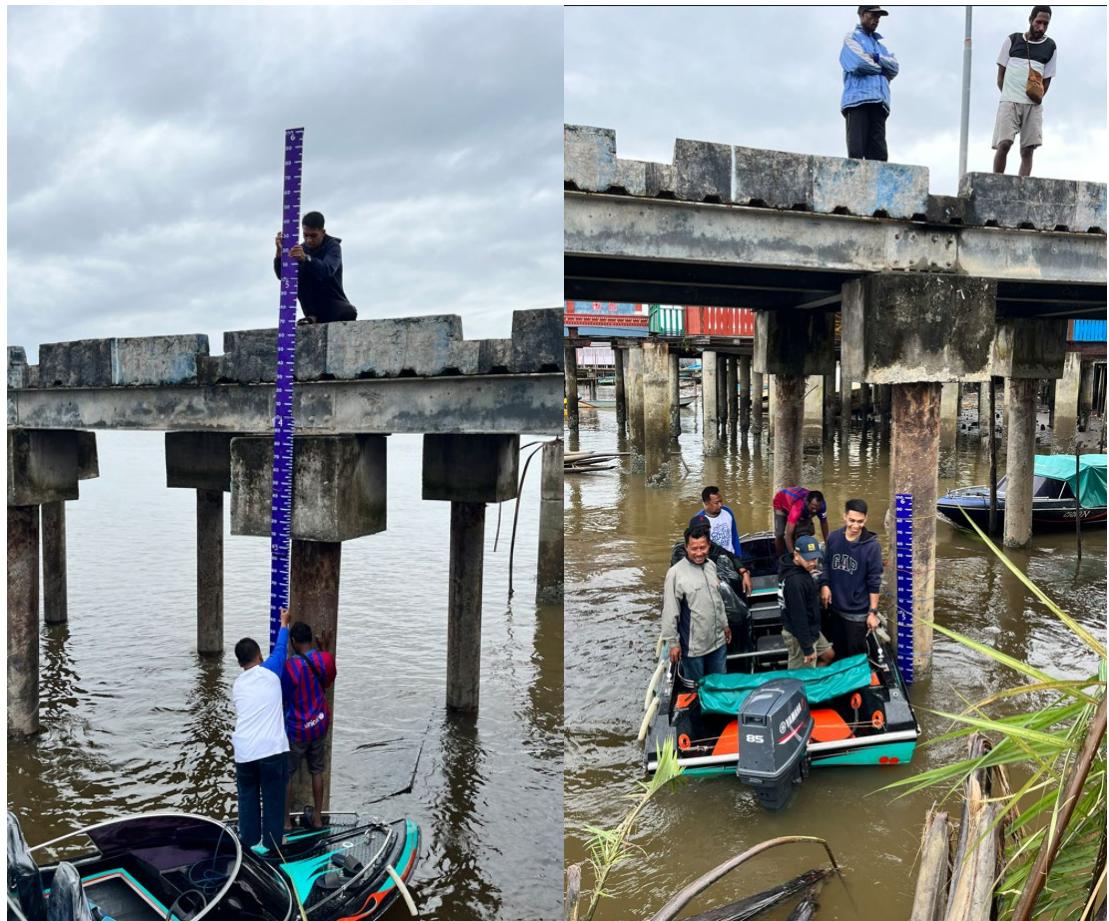
Analisa kecepatan aliran menggunakan program bantu HEC-RAS. Dengan menggunakan data batimetri perairan dasar sungai dan data debit asumsi maka dapat dilakukan analisa aliran. Aliran sungai diasumsikan sebagai aliran *unsteady non uniform* dikarenakan kedalaman aliran berubah sesuai dengan keadaan waktu karena pasang surut dan kedalaman proril sungai dari hilir ke hulu tidak seragam. Dari analisa tersebut juga dapat diketahui kapasitas eksisting sungai yang ditentukan berdasarkan debit maksimum sehingga dapat diketahui apakah sungai masih mampu untuk menampung debit aliran yang ada. Jika sungai tidak mampu untuk menampung debit aliran yang ada maka akan terjadi limpasan aliran sungai yang dapat menggenangi area sempadan dan area daratan tepian sungai.

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan maka dapat di dapatkan kecepatan aliran tepian Sungai Aswet dalam kondisi eksisiting sebesar 0,01-0,275 m/s. dan didapatkan kecepatan aliran sebesar 0,002-0,045 m/s dengan adanya struktur bangunan pelindung tepi sungai berupa krib. Hasil dari analisa kecepatan aliran tersebut tidak sama pada interval waktu tertentu dikarenakan oleh pasang surut air laut.

#### b. Analisis Pasang Surut

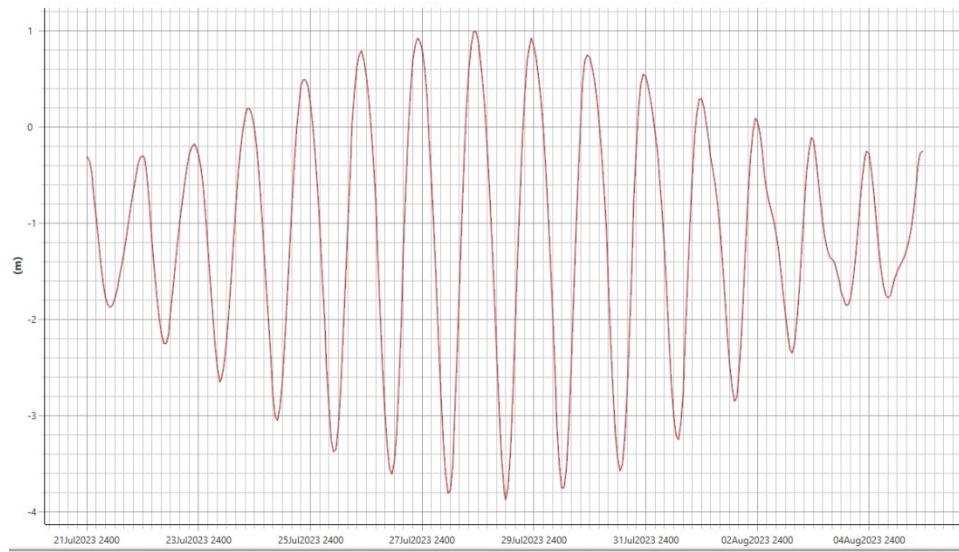
Data pasang surut diperoleh dari data sekunder dari Dinas PUPR Kabupaten Asmat. Berdasarkan data tersebut, didapat tipe pasang surut diurnal, yaitu tipe pasang surut yang memiliki jumlah pasang dan surut sebanyak satu kali dalam satu hari. Karakteristik dari arus pasang surut adalah mempunyai periode yang tetap, mengikuti pola pasang surut air laut. Kecepatan maksimum arus umumnya terjadi pada saat menjelang pasang dan menjelang surut, sedangkan arah arus pasang surut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan atau topografi setempat.

Pengambilan data pasang surut dilakukan sehari 24 jam selama satu bulan penuh dan setahun penuh. Data tersebut akan memberikan perubahan muka air sungai harian selama 24 jam, dikarenakan dalam kurun waktu tersebut terjadi pasang surut.



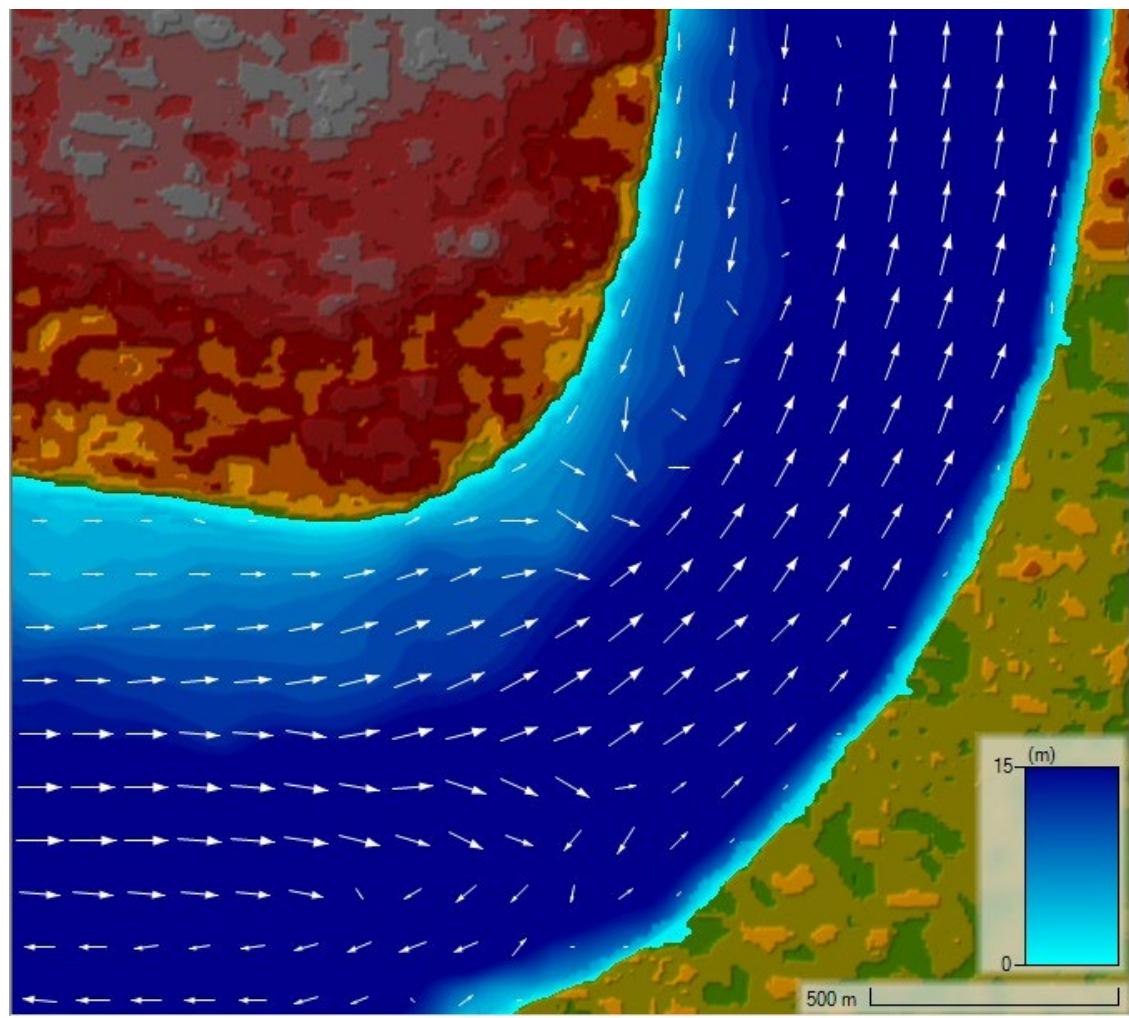
Gambar 3.6. Pelaksanaan Survei Pasang Surut  
(Sumber: Tim Penyusun)

Pasang surut yang terjadi pada Sungai Aswet dipengaruhi oleh arus laut. Arus laut adalah perpindahan massa air dari satu tempat menuju tempat lain, yang disebabkan oleh berbagai faktor seperti gradien tekanan, hembusan angin, perbedaan densitas, atau pasang surut. Secara umum, karakteristik arus laut di perairan Indonesia dipengaruhi oleh angin dan pasang surut .Berdasarkan data sekunder pasang surut yang diperoleh, pasang tertinggi di Muara Sungai Aswet adalah sebesar 1 meter dan surut terendah di Muara Sungai Aswet adalah sebesar -3,9 meter. Grafik Pasang surut dapat dilihat pada Gambar 3.7.



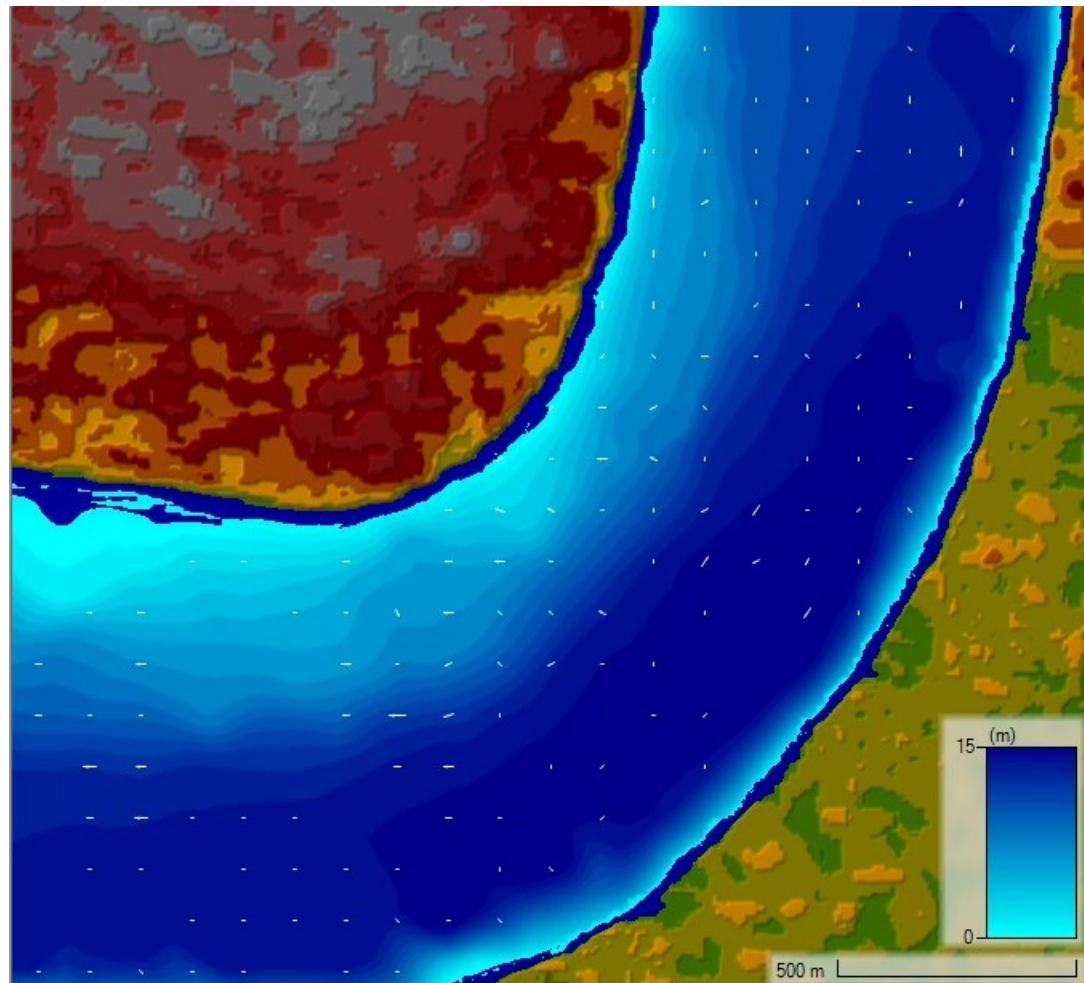
Gambar 3.7. Grafik Pasang Surut Muara Sungai Aswet  
(Sumber: Tim Penyusun)

Setelah dilakukan analisa terhadap pengaruh pasang surut terhadap kondisi penampang Sungai Aswet didapatkan hasil bahwa profil sungai eksisiting tidak mampu untuk menampung debit air maksimum yang terjadi pada kondisi pasang maksimal sehingga menimbulkan genangan pada area tepian Sungai Aswet. Genangan yang terjadi akibat pengaruh pasang surut merupakan hal yang dapat dimaklumi pada Distrik Agats dikarenakan elevasi daratan yang relatif rendah dan area tutupan lahan didominasi oleh lahan rawa yang memiliki karakteristik terganang air.



Gambar 3.8. Hasil Simulasi Pasang Surut Sungai Aswet Pada Kondisi Pasang Tertinggi

(Sumber: Tim Penyusun)



Gambar 3.9. Hasil Simulasi Pasang Surut Sungai Aswet Pada Kondisi Surut Terendah  
(Sumber: Tim Penyusun)

Hasil simulasi pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 memberikan pemahaman visual tentang dinamika air sungai sepanjang hari, dan betapa pentingnya pemantauan, perencanaan, dan manajemen sumber daya air untuk mengelola perubahan alam ini.

Pada area biru muda merupakan titik ketika terendah air sungai surut, warna biru tua menandakan titik tertinggi ketika air pasang

### 3.4 Uji Sondir dan Uji SPT

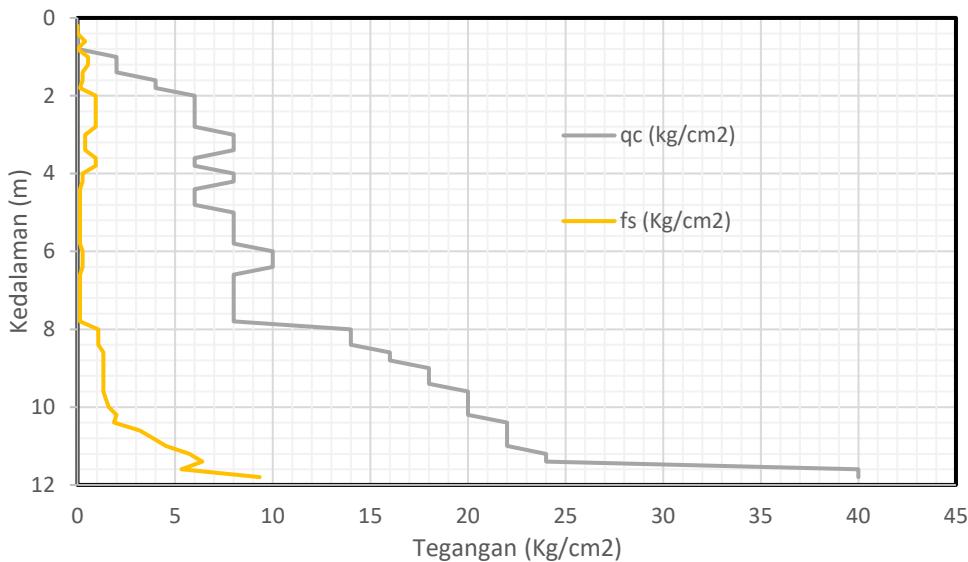
Uji sondir dilaksanakan untuk mengetahui nilai perlawanan konus ( $qc$ ) dan hambatan lekat tanah ( $fs$ ). Uji sondir telah dilaksanakan oleh tim Bina Marga Kabupaten Asmat dibantu oleh tim LKFT UGM. Alat yang digunakan untuk penyelidikan tersebut mempunyai spesifikasi Static Cone Penetrometer dengan kapasitas 2500 kg memakai Bi-Conus Patent dari Delft yang dilengkapi dengan angker yang berfungsi untuk memperkuat berdirinya alat sondir dan tekanan dari Bi-conus. Pengukuran besaran konus dan hambatan pelekat dilakukan setiap 20 cm kedalaman.

Hasil pengukuran sampai kedalaman 12 m memberikan nilai maksimum  $qc = 40 \text{ kg/cm}^2$  dan  $fs = 9,33 \text{ kg/cm}^2$ . Pengujian yang dilakukan belum mampu untuk mencapai lapisan tanah keras. Dari hasil pengujian tersebut terdapat saran untuk menempatkan ujung fondasi tiang pada  $qc = 150 \text{ kg/cm}$  untuk bangunan bertingkat.



Gambar 3.10. Pengujian Sondir  
(Sumber: Tim Penyusun)

Data dan grafik hasil pengujian sondir dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.11. Grafik Hasil Pengukuran Uji Sondir  
(Sumber: Tim Penyusun)

Pada perencanaan pondasi, perlu diperhitungkan daya dukung dari pondasi/sistem pondasi yang direncanakan. Daya dukung pondasi harus lebih besar daripada beban yang bekerja pada pondasi. Selain itu, penurunan yang terjadi akibat pembebanan tidak melebihi dari penurunan yang diizinkan, kontrol terhadap kuat dukung tanah beberapa lapis tanah di bawahnya, kuat dukung terhadap beban lateral dan waktu pelaksanaan.

Pemilihan material fondasi didasarkan pada faktor berikut:

- Lokasi dan tipe bangunan
- Kedaan lapisan tanah

Berdasarkan hasil pengujian sondir didapatkan karakteristik dengan tipe tanah lunak, kedalaman tanah keras yang tidak dangkal. Dengan demikian fondasi yang cocok untuk tipe tanah tersebut adalah fondasi tiang pancang yang memiliki kelebihan pada tanah lunak dan kedalaman fondasi yang mampu mencapai kedalaman tertentu.

- Ketahanan Tiang

Tiang pancang dipilih karena lokasi terletak pada perairan yang korosif. dan memiliki konsentrasi sulfat yang tinggi.



Dimensi fondasi yang lebih akurat tergantung perencana yang disesuaikan dengan kebutuhan baik aspek beban, jumlah, dan kedalaman. Perlu diadakan pengecekan terhadap kuat dukung tanah beberapa meter di bawah fondasi, penurunan, dan aspek pelaksanaan maupun waktu pelaksanaannya.

Saat survei lapangan dilakukan pengambilan sampel tanah dengan menggunakan pipa PVC 4” sepanjang 30 cm. Sampling dilakukan di satu lokasi sondir, dan dua lokasi sampling, yaitu di dua lokasi tempat dimana tanggul roboh. Di setiap lokasi sampling di ambil tiga titik sampel yang terdiri dari:

- Sampel basah : Sampel tanah yang selalu terendam air sepanjang waktu.
- Sampel tengah : Sampel tanah yang terendam air saat pasang dan kering saat surut.
- Sampel kering : Sampel tanah yang selalu kering sepanjang waktu.

Setalah melakukan pengambilan sampel tanah, dilakukan pengujian lab oleh tim LKFT UGM. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel (3.3). Berdasarkan hasil pengujian lab tanah dari sampel yang telah diambil menunjukkan bahwa jenis tanah yang berada di area dinding pelindung tebing sungai didominasi oleh jenis tanah lanau-lempung dengan gradasi hasil pengujian lolos ayakan nomor 200 sebesar >90%.

Tabel 3. 3. Data Properti Tanah Hasil Pengujian Lab

Sampel	Kedalaman (m)	Gs (gr/cm <sup>2</sup> )	Batuan (%)	Pasir (%)	Lempung/ Lanau (%)	Lolos Saringan No.200 (%)	Triaxial Test UU	
							ϕ (°)	c (kg/cm <sup>2</sup> )
P1 Basah	0-1	2,55	0,00	1,28	98,72	98,72	5,44	0,02
P2 Basah	0-1	2,61	0,40	5,77	93,83	93,83	2,74	0,05
P1 Tengah	0-1	2,62	0,00	1,41	98,59	98,59	3,52	0,04
P2 Tengah	0-1	2,40	0,00	6,49	93,51	93,51	1,89	0,04
P1 Kering	0-1	2,49	0,62	8,72	90,66	90,66	-	-

P2 Kering	0-1	2,18	4,21	11,41	84,38	84,38	2,62	0,09
--------------	-----	------	------	-------	-------	-------	------	------



Gambar 3.12. Pengambilan Sampel Tanah  
(Sumber: Tim Penyusun)

Selain itu juga didapatkan data sekunder pengujian SPT dan Bor dari proyek disekitar area. Berdasarkan uji bor, didapatkan 3 lapisan tanah dengan kondisi dan material yang berbeda, yaitu:

1. Lapisan pertama (kedalaman 0,00-20,00 m) tersusun dari material timbunan berupa pasir lempungan coklat abu-abu yang bersifat sangat lunak.
2. Lapisan kedua (kedalaman 20,00-28,00 m) tersusun dari material lempung pasiran coklat abu-abu hingga abu-abu tua yang bersifat lekat, liat, dan plastis yang bersifat lunak hingga agak padat.



3. Lapisan ketiga (kedalaman 28,00-35,00 m) tersusun dari material lempung pasiran abu-abu tua yang bersifat lekat, liat, dan plastis yang bersifat agak padat hingga padat.



### 3.5 Desain *Sheet Pile* dan Angkur

*Sheet pile* (turap) merupakan suatu perkuatan yang disusun menyerupai bentuk dinding yang berfungsi sebagai penahan tebing, penahan galian sementara bangunan-bangunan di pelabuhan, penahan tanah sekitar tepian sungai atau laut dan lain-lain. Turap memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

- Struktur penahan tanah, misalnya pada tebing jalan raya atau tebing sungai
- Struktur penahan tanah pada galian
- Struktur penahan tanah yang berlereng atau curam agar tanah tersebut tidak longsor
- Konstruksi bangunan yang ringan, saat kondisi tanah kurang mampu untuk mendukung dinding penahan tanah

Prinsip kerja turap adalah menahan beban lateral tanah dengan mengandalkan ketahanan tanah di depan dinding. Selain itu, ada turap yang mengandalkan tahanan tarik dari angkur.

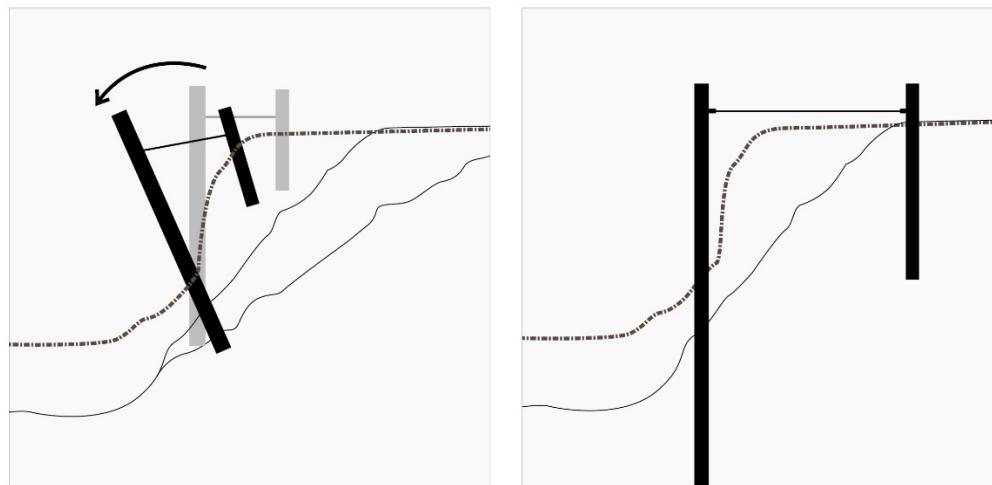
Pelindung tebing sungai yang dipilih berdasarkan lokasi dan jenis tanah Sungai Aswet adalah jenis turap beton. Turap beton merupakan balok - balok yang telah di cetak sebelum dipasang dengan bentuk tertentu. Balok - balok turap dibuat saling mengkait satu sama lain. Masing - masing balok, kecuali dirancang kuat menahan beban - beban yang bekerja pada turap, juga terhadap beban - beban yang akan bekerja pada waktu pengangkatannya. Ujung bawah turap biasanya dibentuk meruncing untuk memudahkan pemancangan. Turap beton biasa digunakan pada bangunan permanen atau pada detail - detail konstruksi yang agak sulit.

Berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilakukan pada lokasi yang akan dibangunnya turap, serta dengan mempertimbangkan tingkat kesulitan dalam pelaksanaannya, disusun beberapa konsep perencanaan turap sebagai berikut:

- Turap berfungsi sebagai dinding yang dapat menahan kelongsoran tebing sungai dan melindungi tebing sungai terhadap gerusan air.
- Turap dapat menahan tekanan tanah aktif serta tekanan air dan beban-beban lainnya yang bekerja pada dinding turap.

- Turap direncanakan memiliki ketahanan jangka panjang pada lingkungan dengan siklus basah, kering dan lembab.
- Turap juga berfungsi sebagai pelataran terbuka (open space) yang dapat dimanfaatkan untuk kegiatan publik.
- Struktur turap terdiri dari tiang turap, dinding turap dan plat penutup tiang (pile cap).

Pada kasus keruntuhan di Distrik Agats, terdapat kegagalan dengan asumsi awal karena kedalaman turap yang kurang dan angkur yang kurang kuat. Oleh karena itu, pada analisis ini ditentukan kedalaman turap yang lebih dalam dan angkur yang lebih kuat (ke belakang) seperti yang digambarkan pada Gambar 3.13.



Dasar sungai turun dan menyebabkan Sheet Pile robuh. Pias tanah bersandar pada Sheet Pile yang Longsor

Penyelesaian dengan memperdalam Sheet Pile sesuai analisa. Penempatan angkur mundur dan diperdalam.

Gambar 3.13. Skematik Solusi Desain Turap  
(Sumber: Tim Penyusun)

Pada perencanaan turap, dihitung perkiraan kedalaman turap dengan data sekunder Uji SPT dan kedalaman seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.4. Diketahui tinggi turap di atas permukaan (H) sebesar 12 m dan nilai N-SPT rerata pada kedalaman di bawah 12 m sebesar 8. Maka dapat ditentukan kedalaman turap (D) sebesar 18 m, sehingga panjang total turap yang dibutuhkan adalah 30 m.



Nilai ini adalah dengan asumsi rata kedalaman dasar sungai dari permukaan 12 m pada kondisi banjir. Berdasarkan hasil pengukuran batimetri dalam kondisi air tenang, pada saat banjir, gerusan dapat menurunkan dasar sungai 1 sampai dengan 2 m yang akan tertutup kembali saat banjir berhenti oleh adanya pengendapan.

Tabel 3. 4 Estimasi Kedalaman Turap Berdasarkan N-SPT (Teng, 1962)

Kerapatan relatif ( $D_r$ )	Nilai N-SPT	Kedalaman penetrasi turap (D)
Sangat Padat	>50	0,75 H
Padat	31-50	1,00 H
Sedang	11-30	1,25 H
Tidak padat	5-10	1,50 H
Sangat tidak padat	0-4	2,00 H

Perencanaan angkur pada turap diperlukan untuk menambah tahanan dari turap terhadap *bending moment* yang besar. Selain itu, angkur juga dapat membuat struktur menjadi lebih efisien atau ekonomis. Angkur dipancangkan dengan jarak yang sekiranya bebas dari keruntuhan tanah. Penentuan keruntuhan tanah dapat disimulasikan dengan menggunakan Aplikasi Plaxis.

Pada saat peraencanaan detail, konsultan perencana disarankan untuk menghitung struktur pada kondisi layan dan kondisi gempa. Hal ini dikarenakan, salah satu faktor keruntuhan dinding penahan Sungai Aswet adalah peristiwa gempa pada tahun 2018.

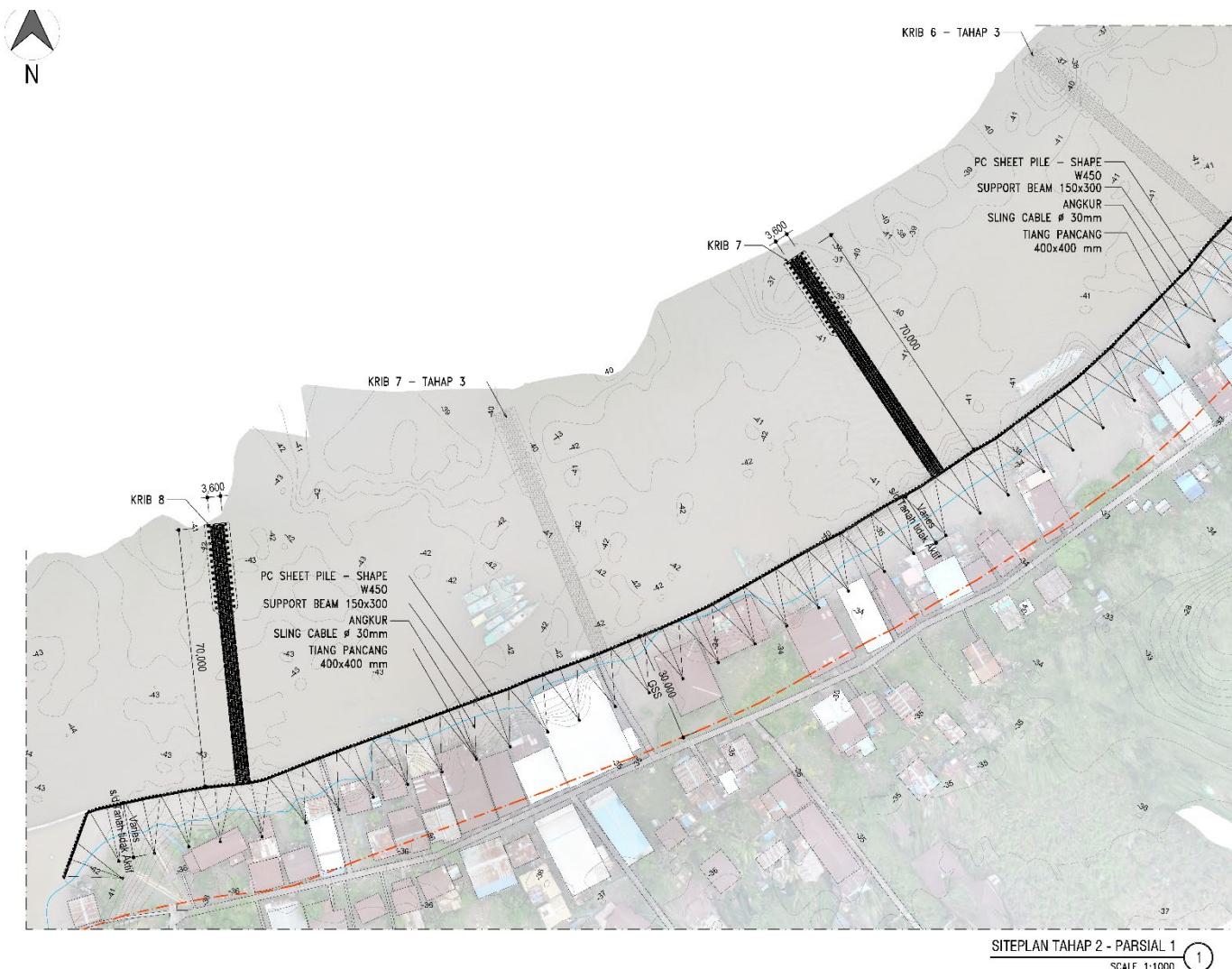
Desain *sheetpile* yang direkomendasikan dibagi menjadi tiga alternatif. Alternatif pertama menggunakan *sheetpile* dengan angkur yang menjorok kearah pemukiman penduduk, alternatif kedua menggunakan *sheetpile* dengan support tiang pancang, dan alternatif ketiga menggunakan angkur dan support tiang pancang.

Alternatif-alternatif yang ada didasarkan pada pertimbangan lingkungan dan keamanan dari konstruksi *sheetpile*. Setiap alternatif yang sudah ada memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. Untuk alternatif pertama memiliki kelebihan dengan adanya angkur yang terletak di luar area tanah aktif membuat desain *sheetpile* menjadi lebih aman terhadap keruntuhan, akan tetapi alternatif pertama memerlukan penggusuran area penduduk yang sudah ada, dikarenakan tiang angkur diletakkan di luar area tanah aktif

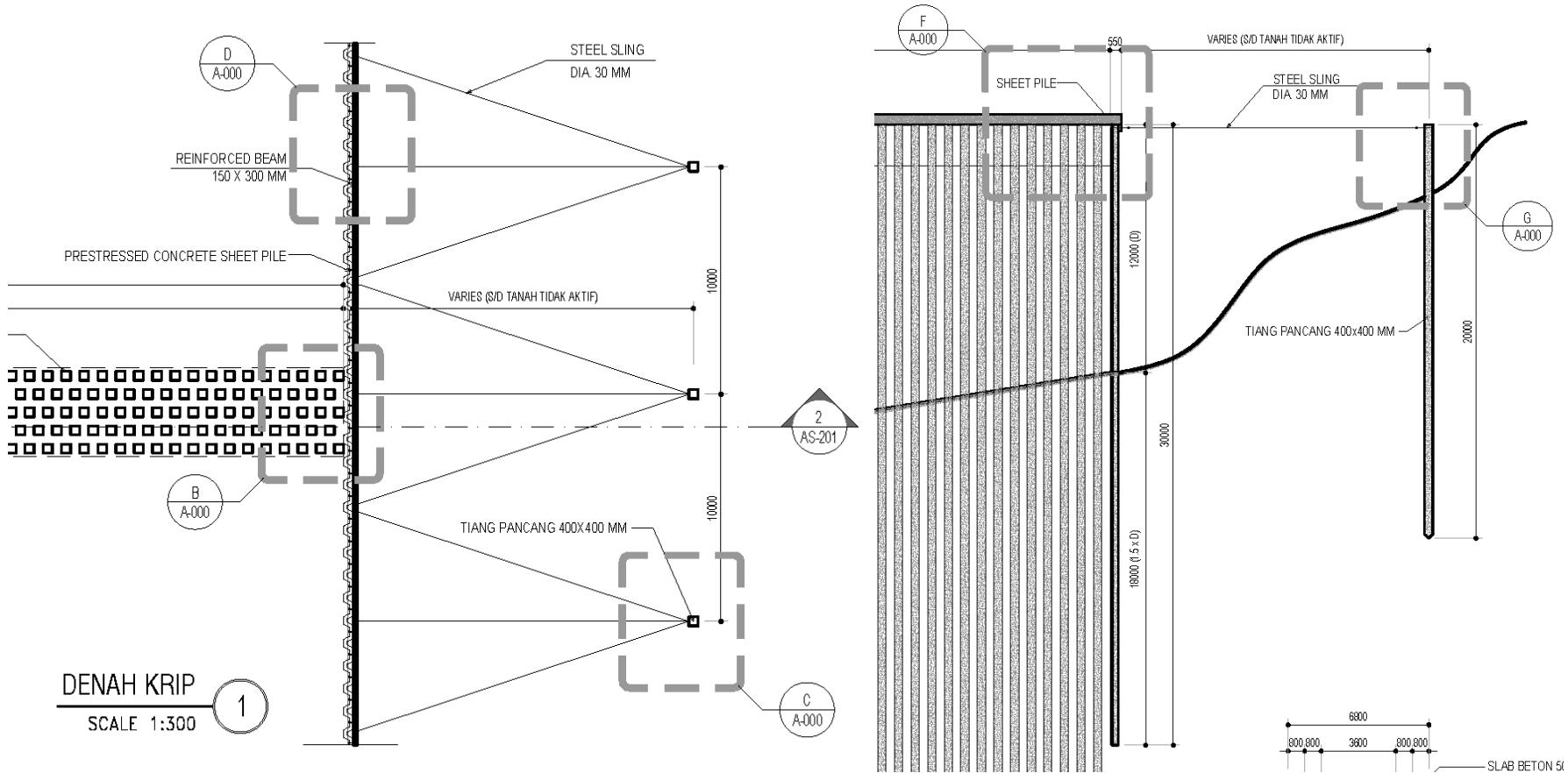


yang mana area tersebut merupakan area pemukiman penduduk. Alternatif kedua menggunakan *sheetpile* dengan support tiang pancang. Tiang pancang tersebut diletakkan disamping sisi luar *sheetpile* yang menghadap kearah sungai. Alternatif keduan dimaksudkan untuk kondisi jangka pendek dengan pertimbangan penggusuran area penduduk akan memakan waktu yang cukup lama. Alternatif kedua memiliki kekurangan berupa *sheetpile* dibantu perkuatan tiang pancang yang berada di area tanah aktif, area tersebut sangat beresiko terhadap keruntuhan. Ketika support tiang pancang runtuh maka *sheetpile* akan ikut runtuh bersamaan dikarenakan kedua konstruksi tersebut sama-sama terletak di area tanah aktif. Dari kedua alternatif yang sudah ada maka alternatif ketiga merupakan gabungan dari alternatif pertama dan alternatif kedua. Alternatif ketiga diawali dengan pembangunan *sheetpile* dengan support tiang pancang dengan pertimbangan tanpa penggusuran pemukiman penduduk secara mendadak. Setelah konstruksi yang ada berdiri maka proses perpindahan penduduk dari area berbahaya tepi sungai dapat dilakukan dengan keberlanjutan tanpa kekhawatiran terhadap gerusan abrasi yang sudah terlindung. Struktur *sheetpile* yang sudah terbangun perlu ditambahkan angkur di luar area tanah aktif untuk keamanan jangka panjang.

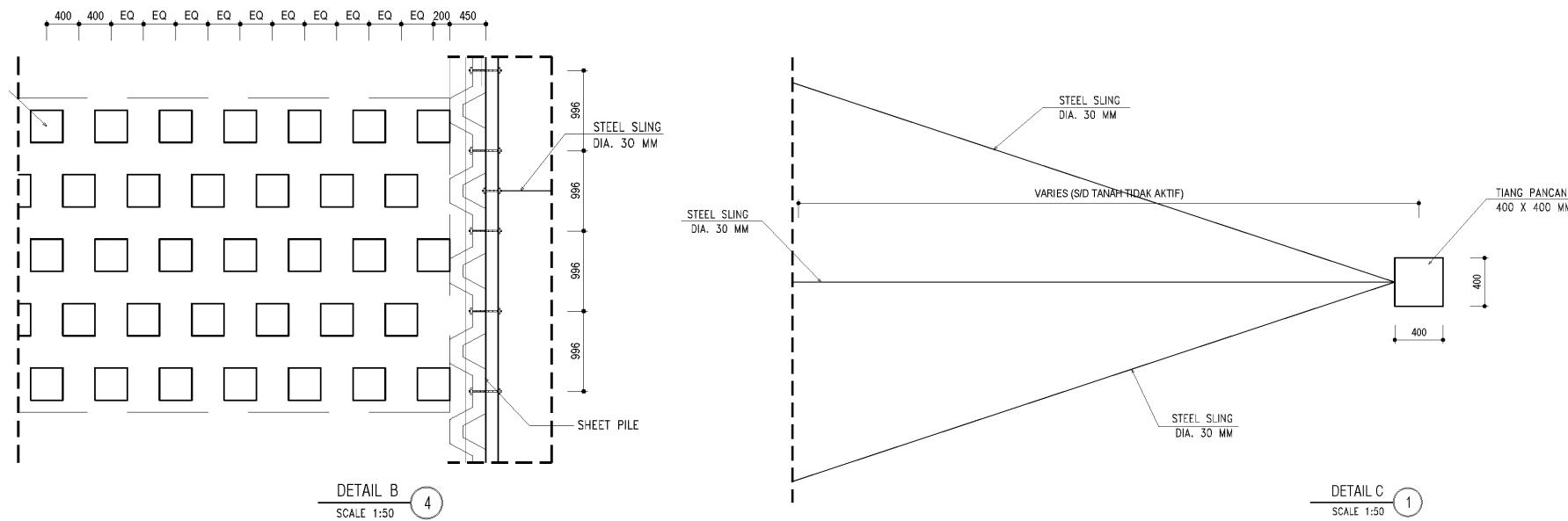
## 1. Desain Alternatif 1 *Sheetpile*



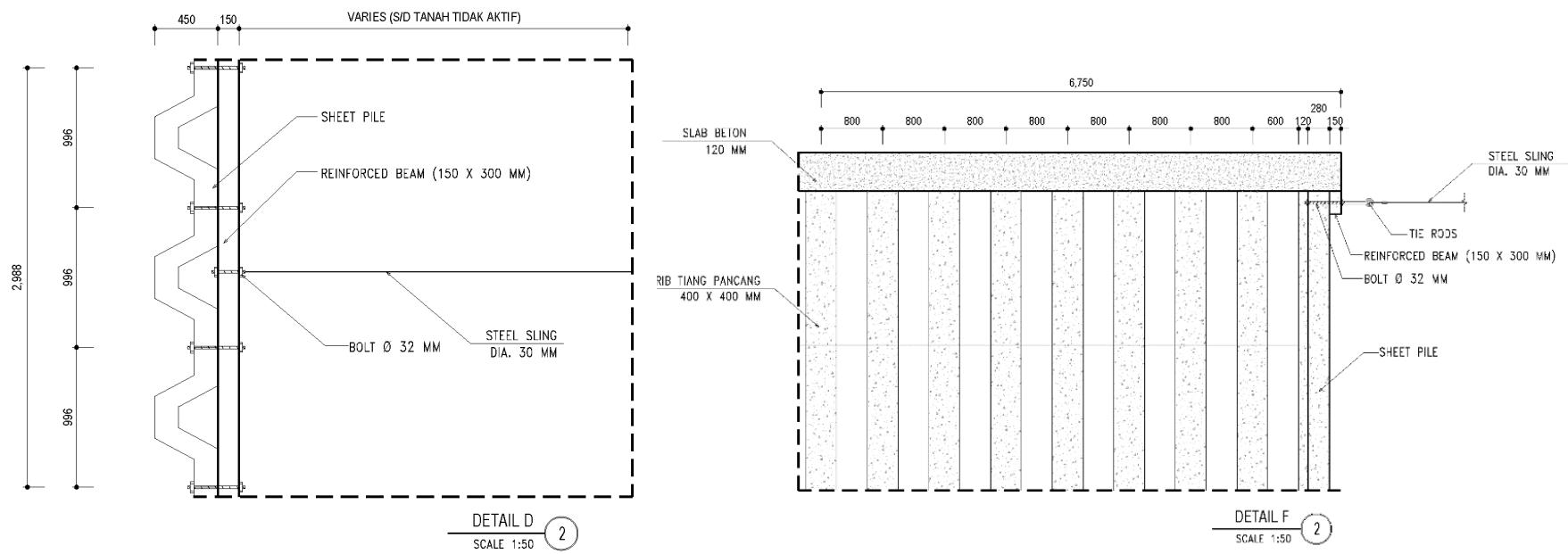
Gambar 3.14. Layout Parsial Alternatif 1 *Sheetpile*



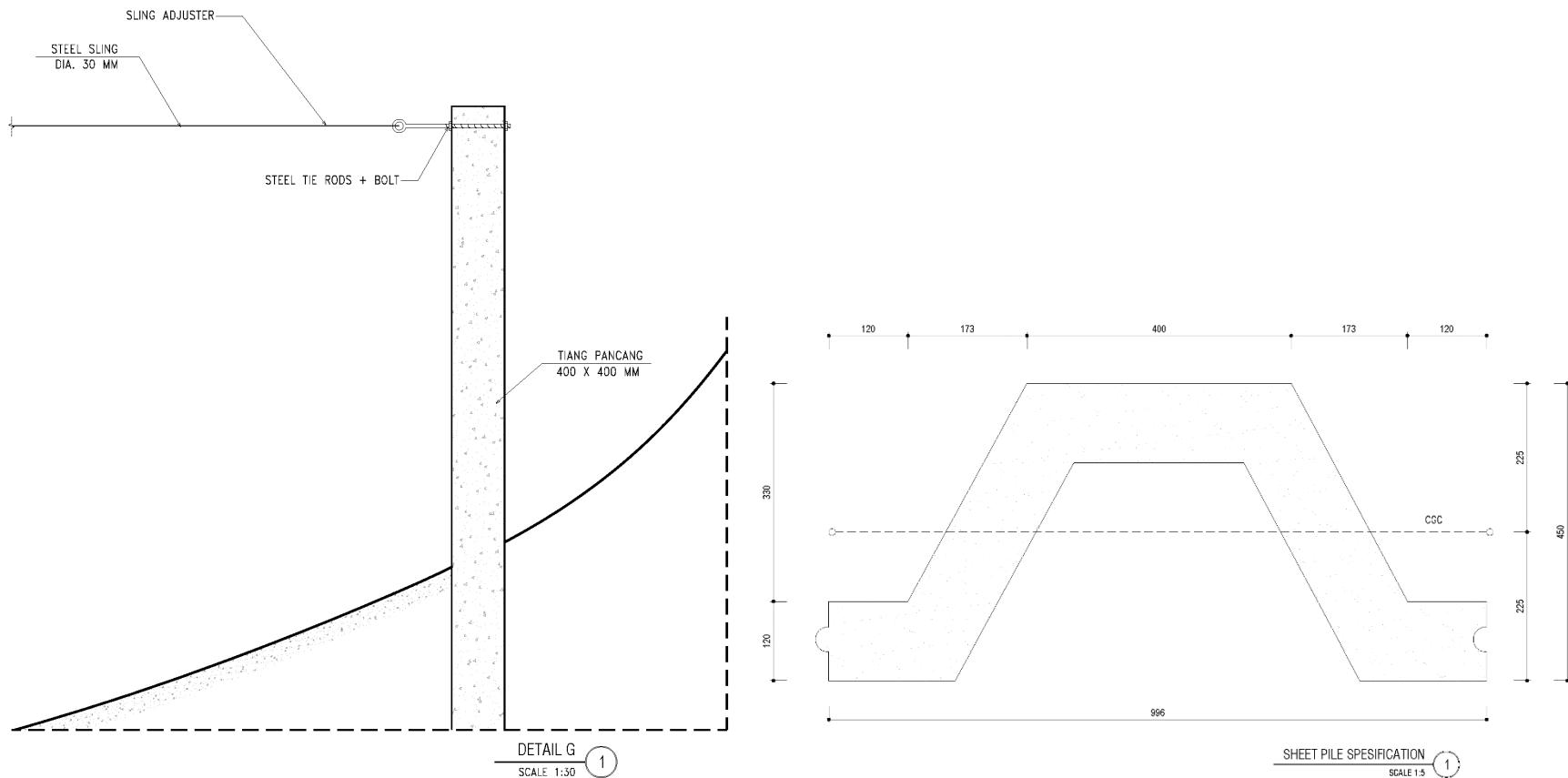
Gambar 3.15. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 1 *Sheetpile*



Gambar 3.16. Detail B dan C Alternatif 1 *Sheetpile*

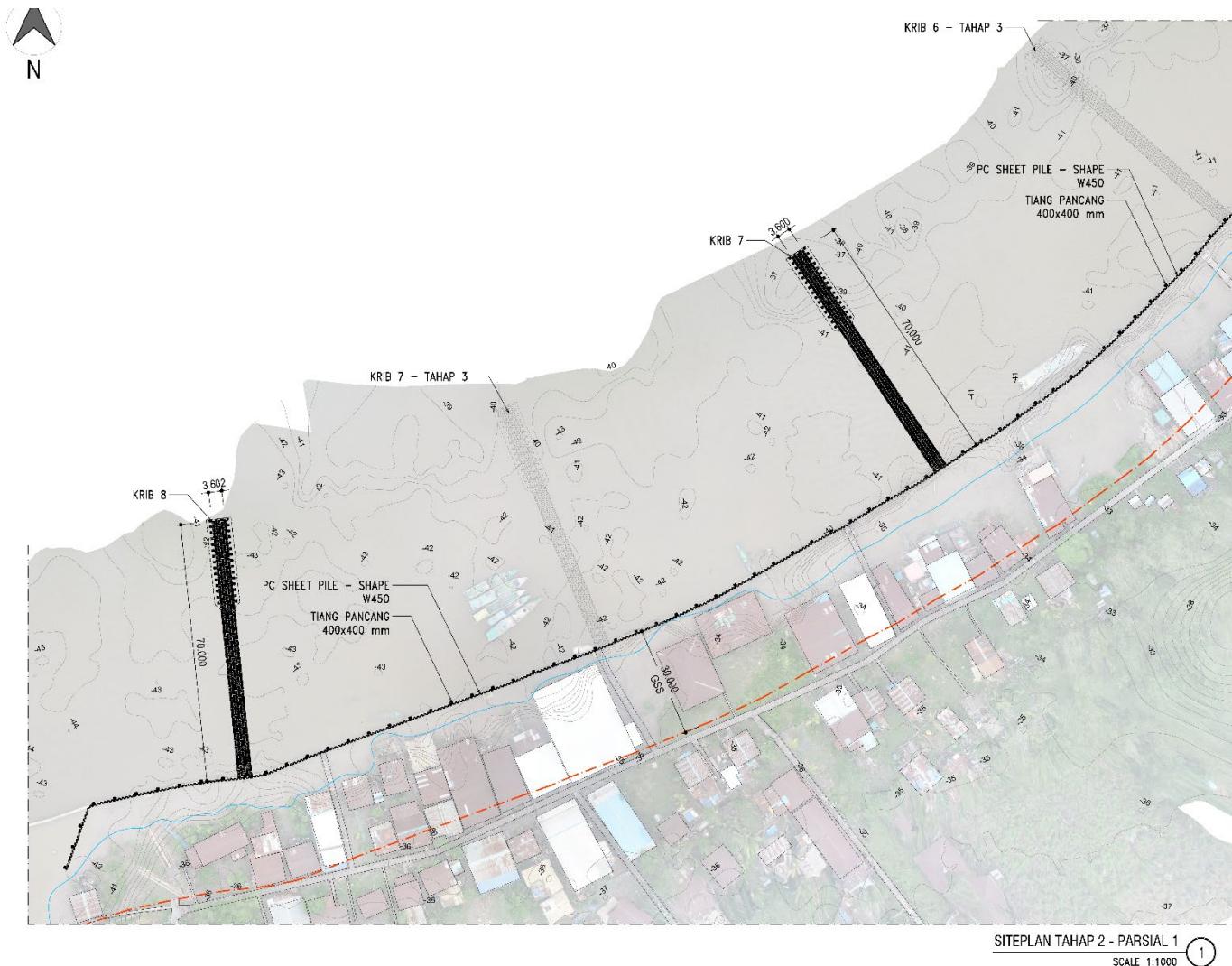


Gambar 3.17. Detail D dan F Alternatif 1 *Sheetpile*

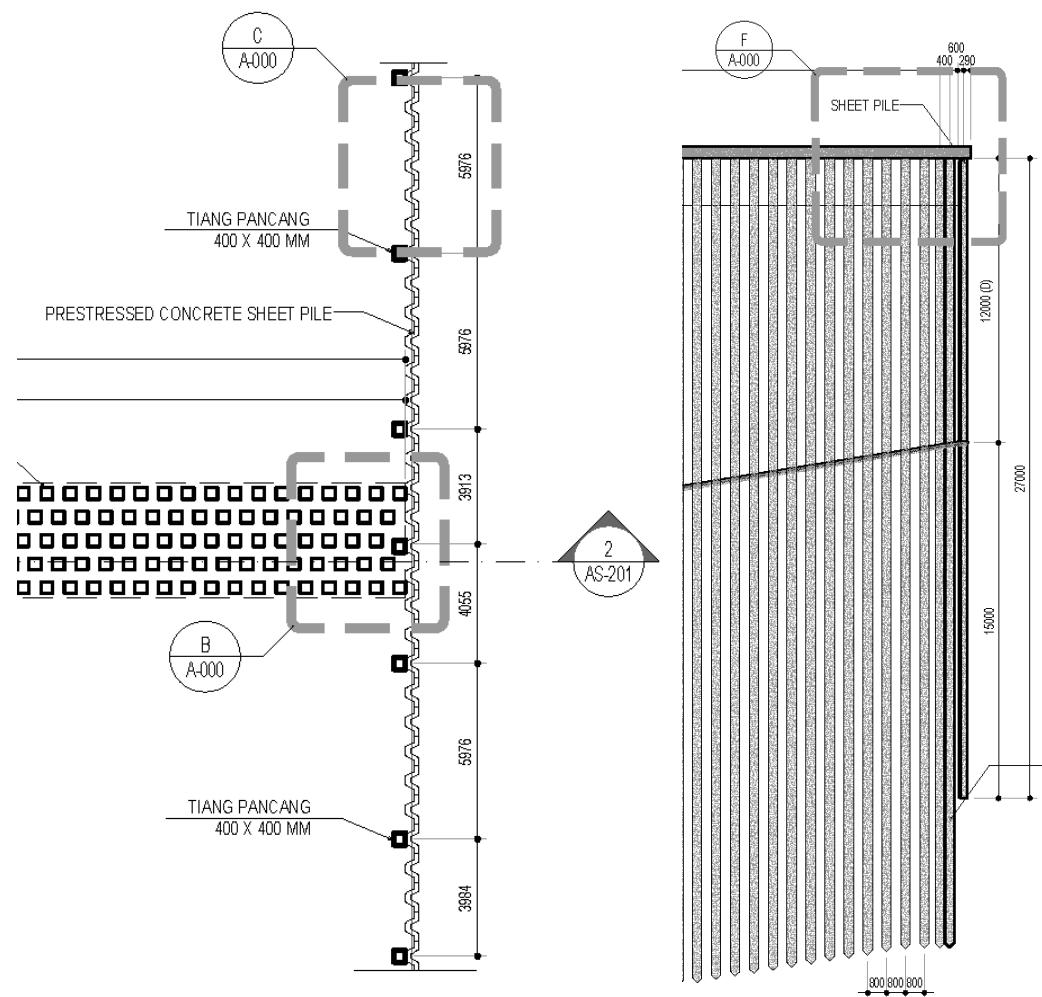


Gambar 3.18. Detail G dan Profil Alternatif 1 *Sheetpile*

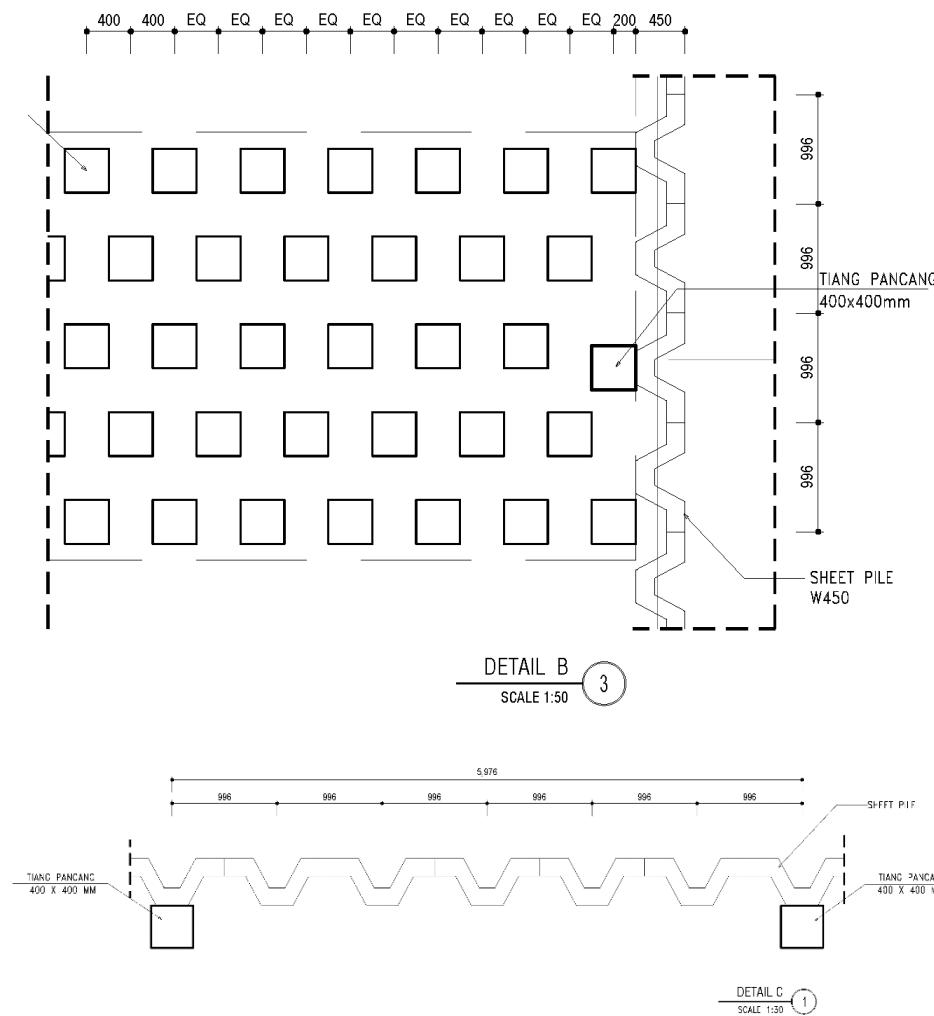
## 2. Desain Alternatif 2 Sheetpile



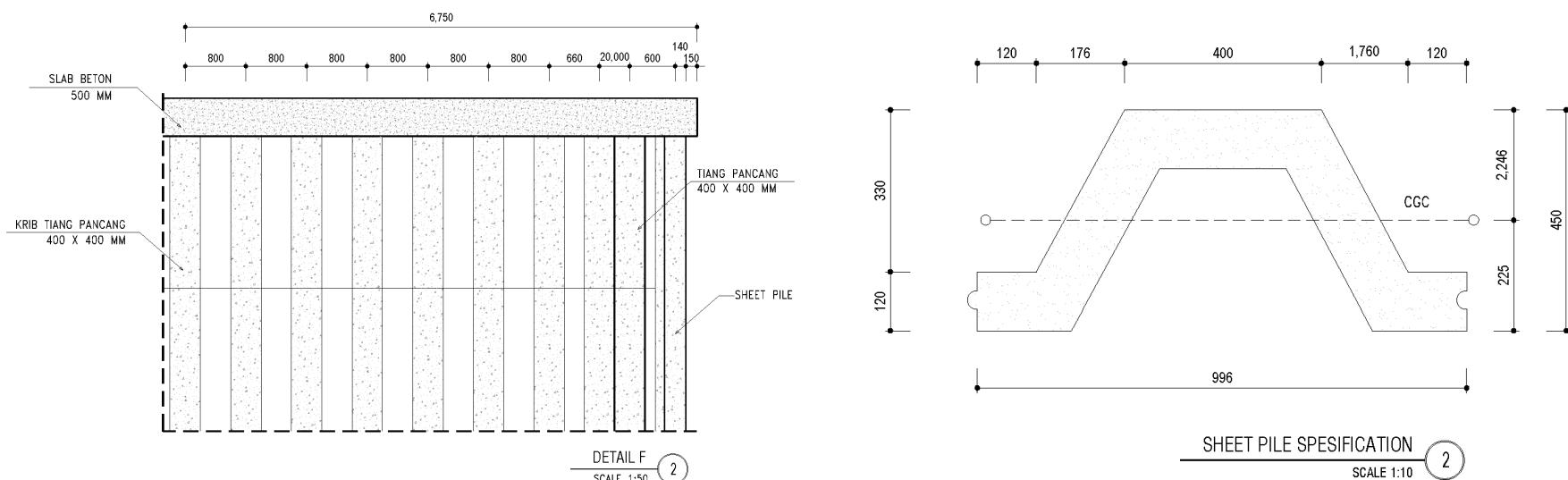
Gambar 3.19. Layout Parsial Alternatif 2 Sheetpile



Gambar 3.20. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 2 *Sheetpile*

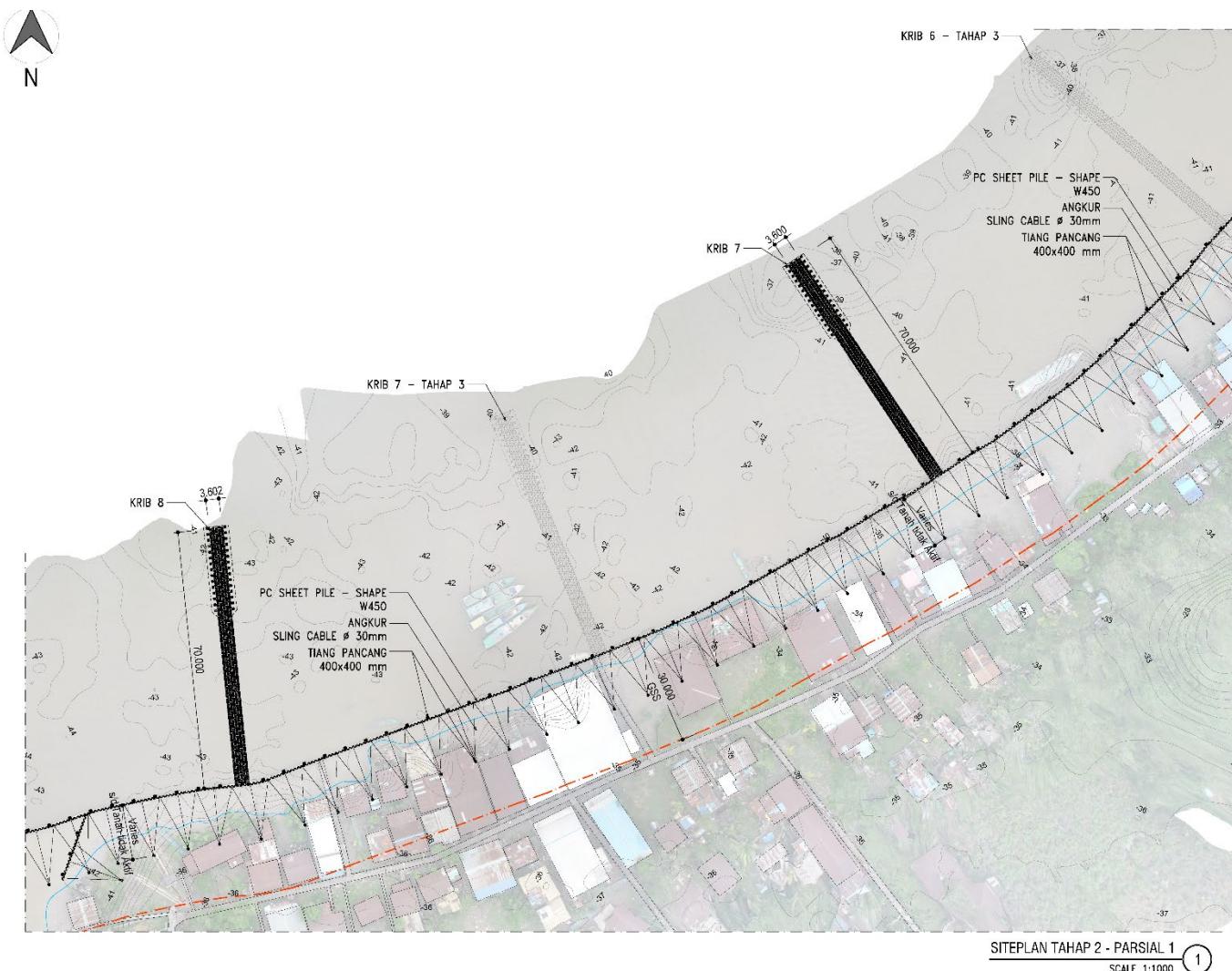


Gambar 3.21. Detail B dan C Alternatif 2 Sheetpile

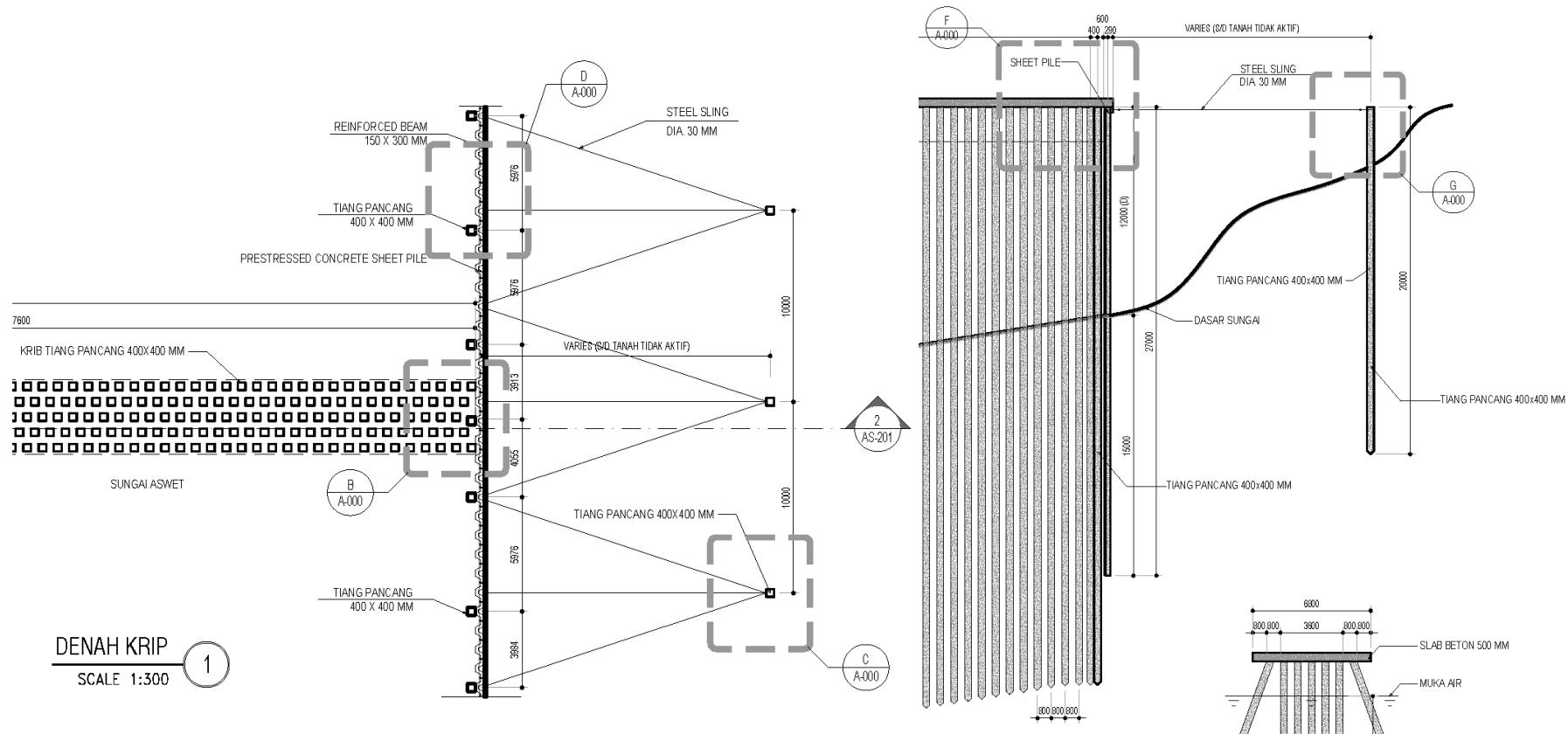


Gambar 3.22. Detail F dan Profil Alternatif 2 *Sheetpile*

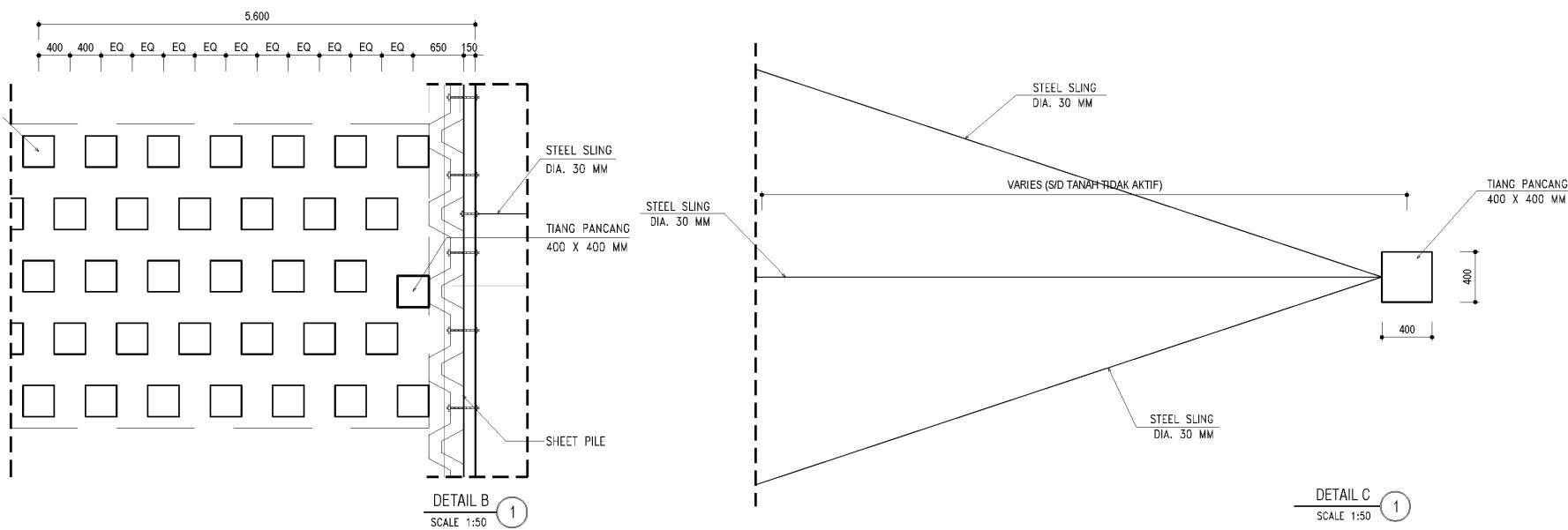
### 3. Desain Alternatif 3 Sheetpile



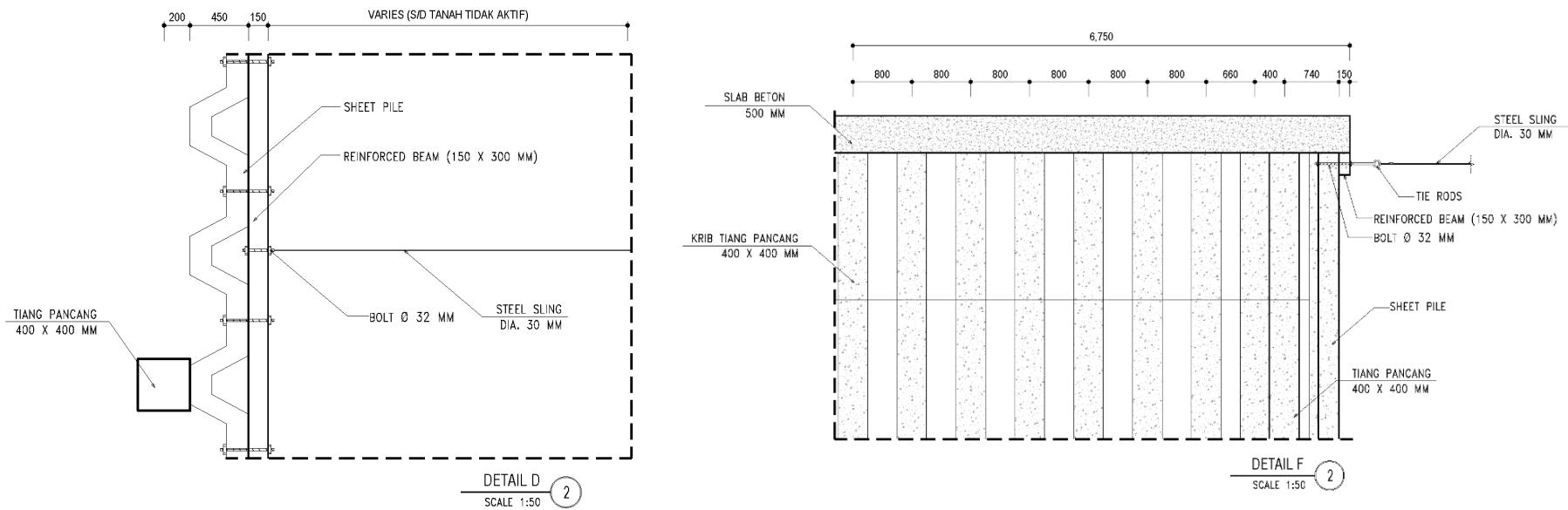
Gambar 3.23. Layout Parsial Alternatif 3 Sheetpile



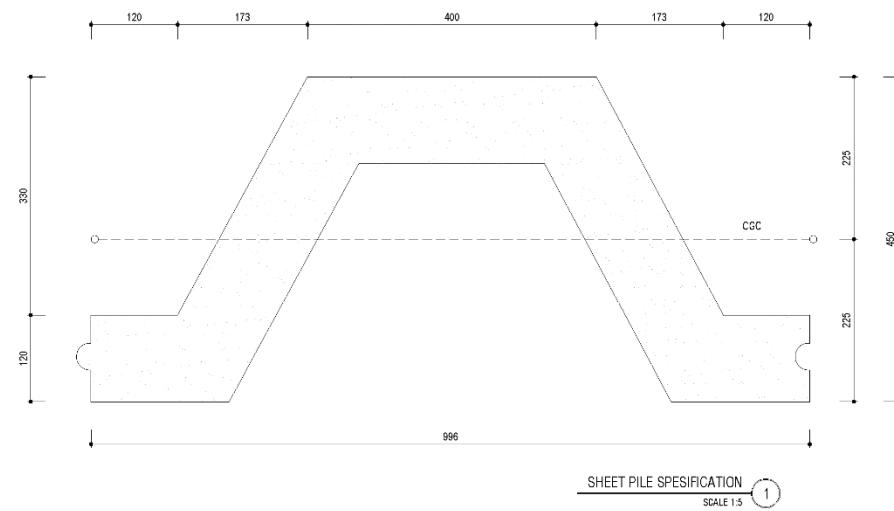
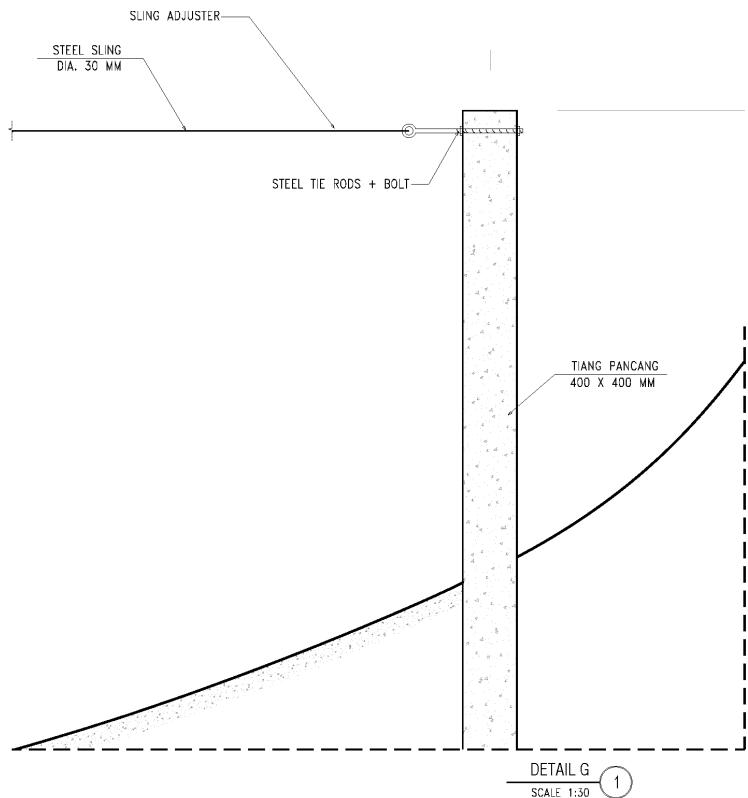
Gambar 3.24. Tampak Atas dan Potongan Alternatif 3 *Sheetpile*



Gambar 3.25. Detail B dan C Alternatif 3 *Sheetpile*



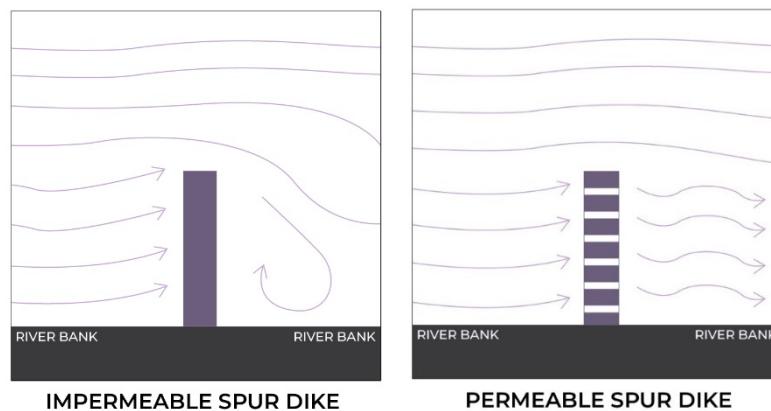
Gambar 3.26. Detail D dan F Alternatif 3 *Sheetpile*



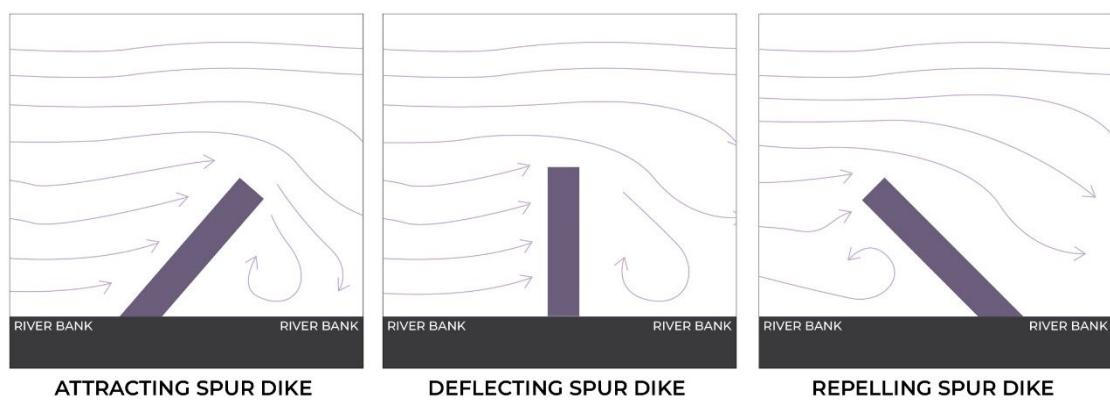
Gambar 3.27. Detail G dan Profil Alternatif 3 *Sheetpile*

### 3.6 Desain Krib

Krib merupakan bangunan air yang berfungsi untuk menahan laju aliran sungai yang dapat merusak tebing sungai, dan mencegah terjadi *scouring* (gerusan). *Scouring* adalah degradasi pada dasar atau tebing sungai yang terjadi pada suatu tempat tertentu sebagai akibat adanya perubahan tiba – tiba /mendadak dari parameter sungai (misalnya; geometri sungai, kemiringan dasar sungai, kecepatan). Jadi krib merupakan bangunan yang secara efektif mengatur arah arus sungai dan mempunyai dampak positif yang besar jika dibangun secara benar dan sesuai dengan bentuk dan ukurannya. Pemasangan krib dapat mengalirkan aliran ke tengah alur sungai dan tidak membahayakan tebing sungai sehingga tercipta suatu alur sungai yang stabil.



Gambar 3.28. Jenis krib berdasarkan permeabilitas



Gambar 3. 29 Jenis Krib Berdasarkan Orientasi Terhadap Arah Aliran  
(Sumber: Tim Penyusun)



Secara garis besar krib diklasifikasikan menjadi dua, yaitu krib *permeable* dan krib *impermeable*. Dari segi pemasangan terhadap arah arus sungai krib dibedakan menjadi tiga, yaitu krib *attracting*, krib *deflecting*, dan krib *repelling*.

Berdasarkan analisis sementara, direncanakan untuk dibangun sebuah krib *permeable*, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya pusaran air (*vortex*) di bagian hilir krib. Krib juga direncanakan memeliki orientasi *repelling* terhadap arah aliran sungai, dikarenakan letaknya yang berada di muara, sehingga terdapat dinamika arus dari sungai dan pasang surut. Pada tipe permeabel air dapat mengalirkan melalui tubuh krib. Bangunan ini akan melindungi tebing terhadap gerusan arus sungai dengan cara meredam energi yang terkandung dalam aliran sepanjang tebing sungai dan bersamaan dengan itu mengendapkan sedimen yang terkandung dalam aliran.

Krib tipe *permeable* yang didesain menggunakan tiang pancang beton. Penentuan jenis krib dengan struktur tiang pancang didasarkan pada faktor berikut:

1. Jenis tanah dan tebing sungai
  - Tebing yang mudah longsor digunakan krib tiang pancang
  - Dasar sungai yang lunak digunakan krib tiang pancang; dengan kedalaman pemancangan disesuaikan dengan kondisi tersebut.
  - Tebing sungai yang tinggi dipakai krib tiang pancang dengan pertimbangan kemudahan pelaksanaan.
2. Jenis sungai

Sungai lebar dengan arus tidak deras pada kemiringan dasar sungai  $< 1/1000$  dipakai krib tiang pancang atau krib *permeabel* bercelah besar.

Krib tiang pancang adalah contoh krib permeabel dan dapat digunakan baik untuk krib memanjang maupun krib melintang. Konstruksinya sangat sederhana dan dapat meningkatkan proses pengendapan serta sangat cocok untuk bagian sungai yang deras arusnya

Dimensi dari krib yang direncanakan adalah sepanjang 70 meter dari tepi sungai. Hal ini dikarenakan adanya struktur eksisting berupa dermaga kapal yang berada di Pelabuhan Agats yang memiliki panjang yang sama. Material yang digunakan adalah

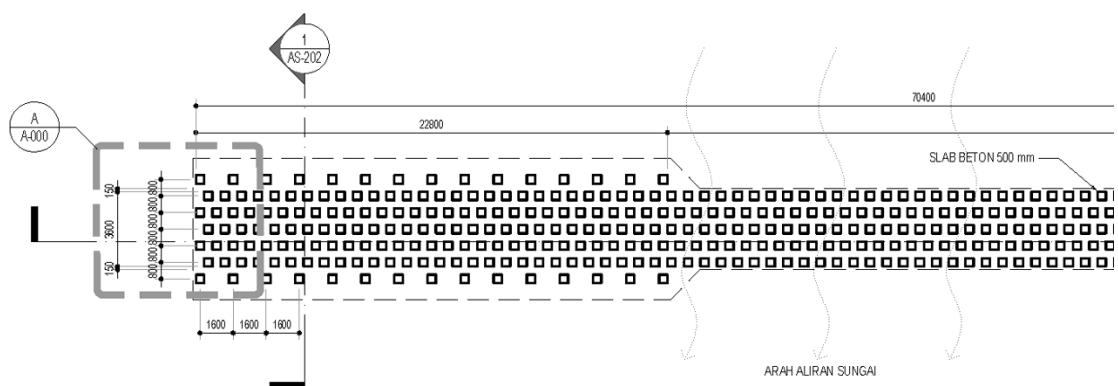


berupa tiang pancang berbentuk persegi dengan dimensi penampang 40x40 cm dan panjang tiang sekitar 15-20 meter.

Tiang pancang disusun dengan formasi selang seling (Gambar 3.30). Hal ini dikarenakan formasi selang seling dan didukung dengan tiang pancang yang berbentuk persegi akan menghasilkan drag aliran yang besar, sehingga aliran air sungai dapat dikurangi secara signifikan. Letak krib dengan arah tegak lurus paling efektif untuk menciptakan medan krib, sehingga krib tegak lurus paling sesuai untuk pelindung tebing dan pengatur alinemen horisontal alur sungai.

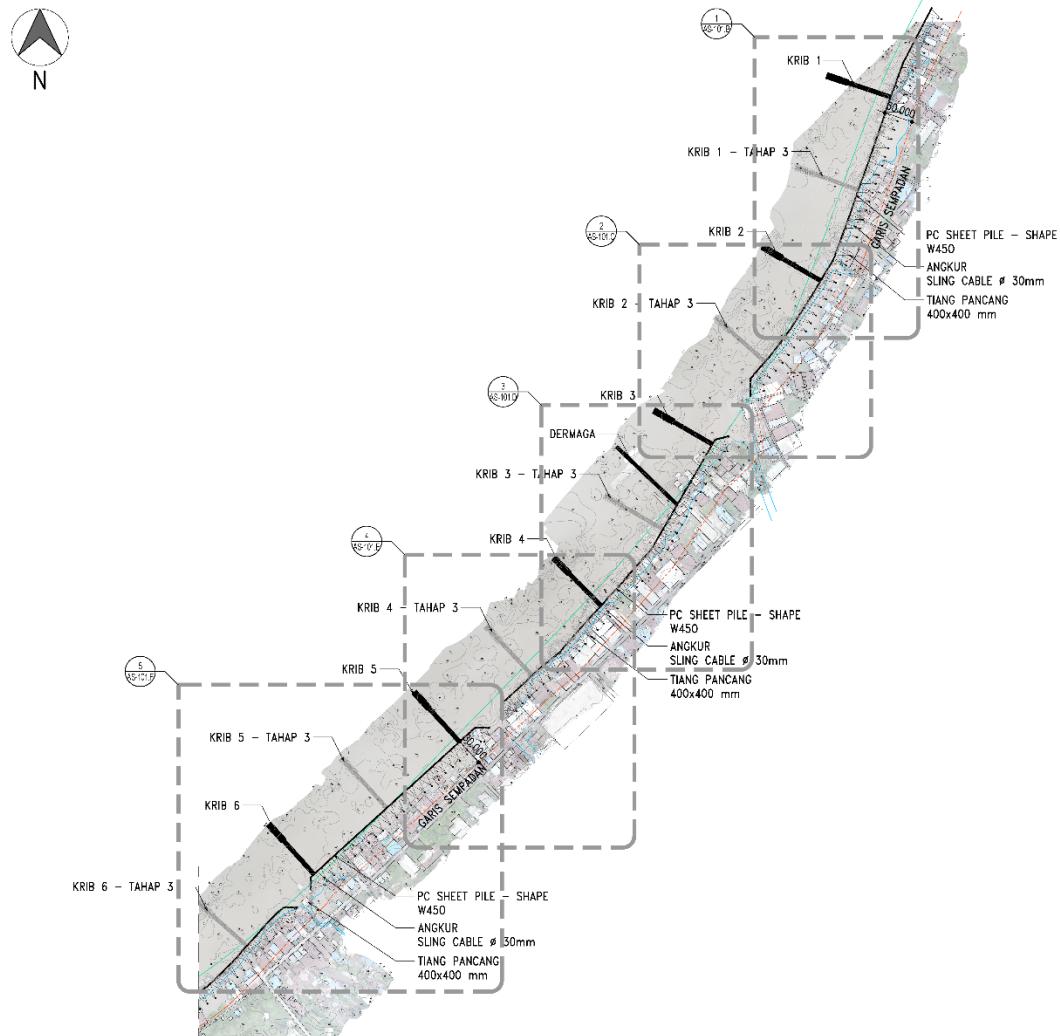
Alternatif desain krib juga dapat dilakukan penambahan struktur slab/pelat lantai beton di atas struktur krib yang dapat menambah nilai fungsi krib menjadi dermaga atau tempat sandaran kapal.

Pada DED harus dilakukan uji tanah yang lebih rapat di lokasi krib sesuai standar yang berlaku dan panjang yang dibutuhkan disesuaikan dengan dihitung ulang sesuai data tanah di lokasi yang dapat berbeda-beda.

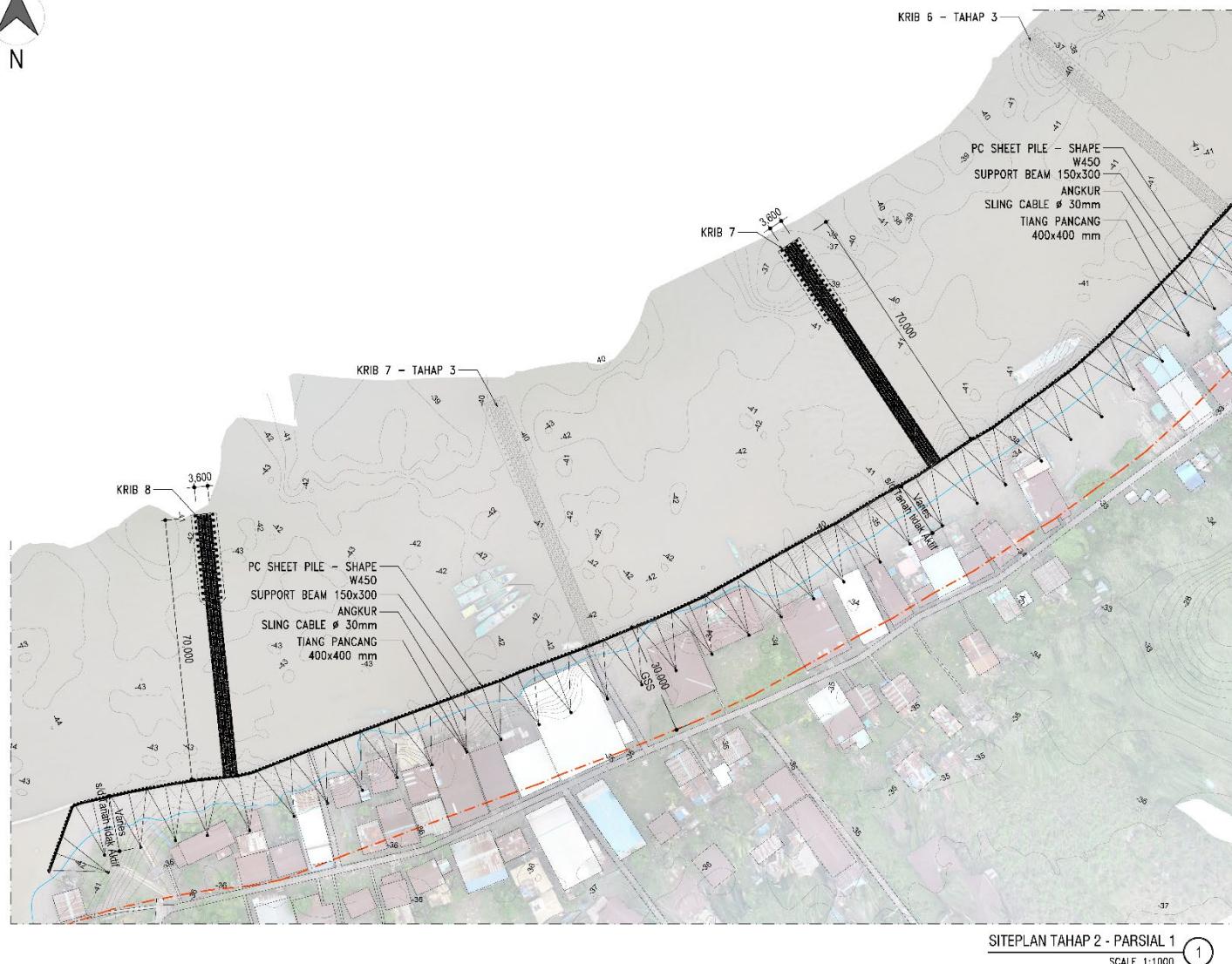


Gambar 3. 30 Formasi peletakan tiang pancang pada krib  
 (Sumber: Tim Penyusun)

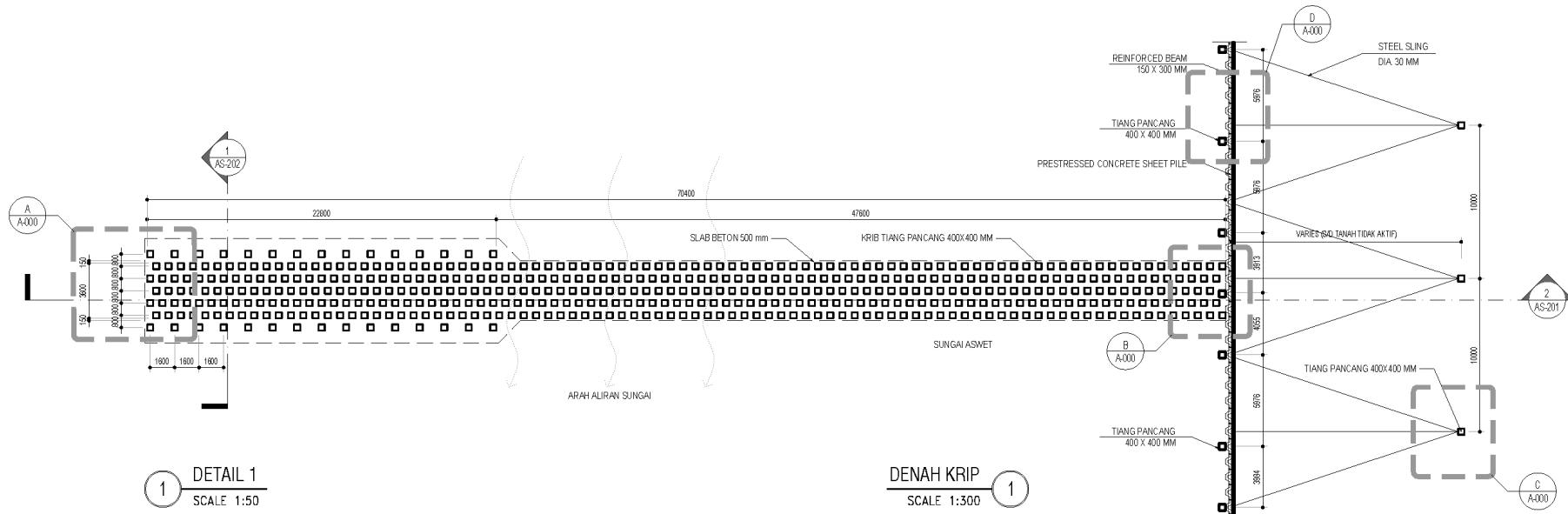
## Desain Krib



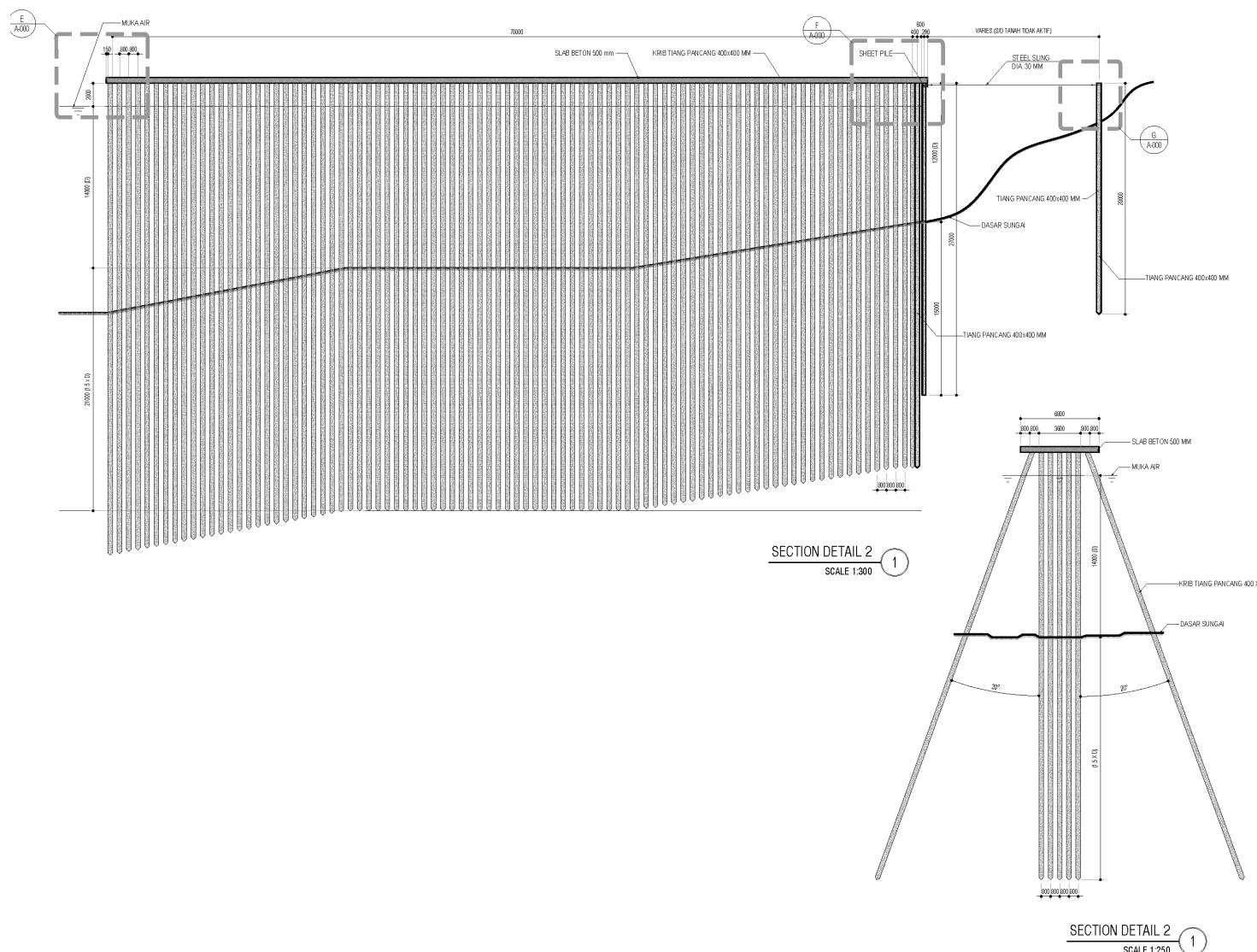
Gambar 3.31 Rencana Layout Krib



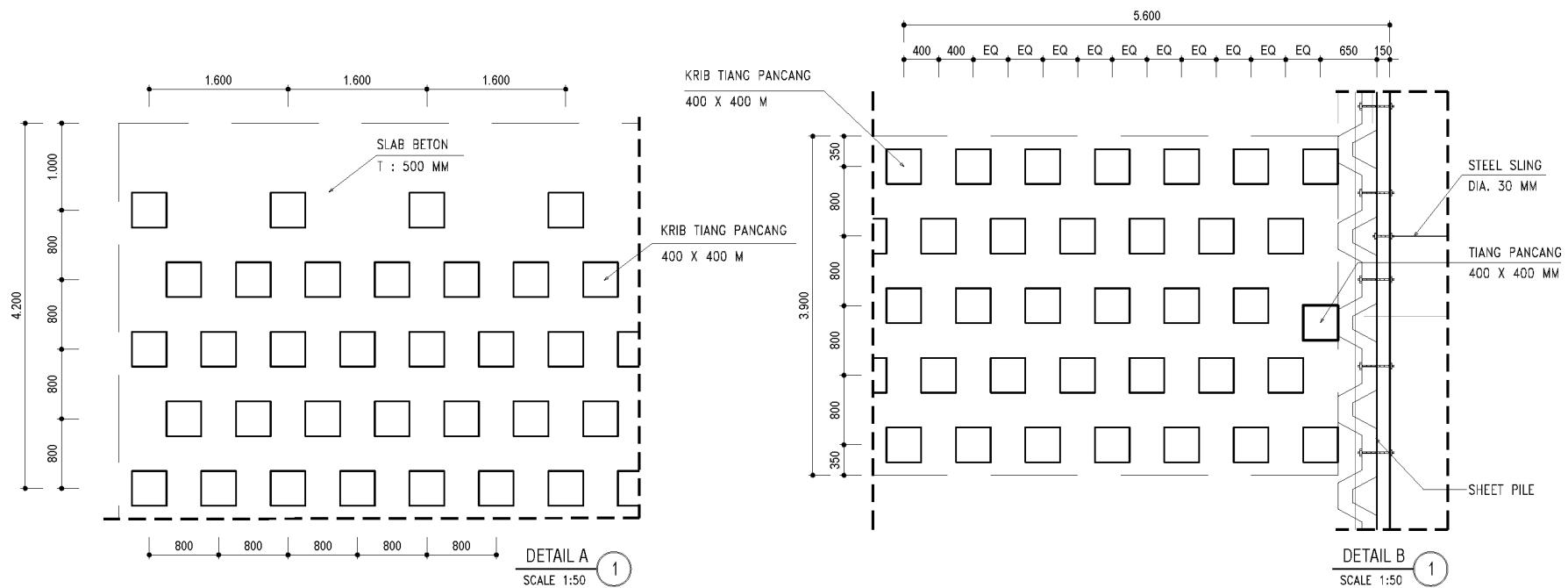
Gambar 3.32. Layout Parsial Krib



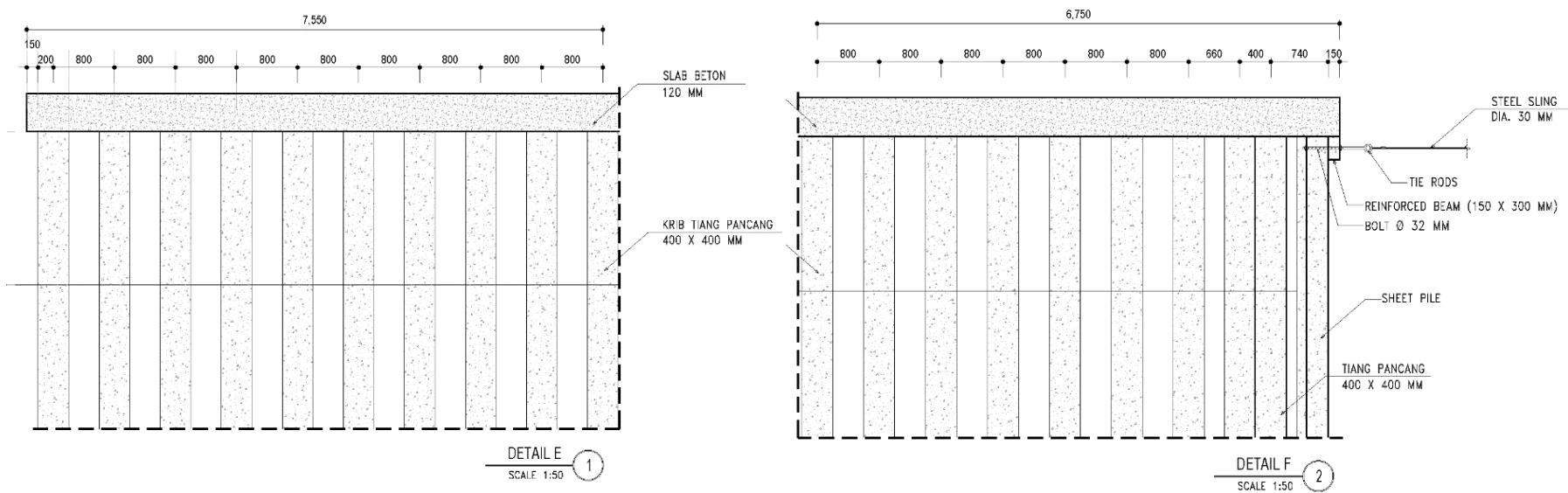
Gambar 3.33. Denah Krib



Gambar 3.34. Potongan Memanjang dan Melintang Krib



Gambar 3.35. Detail A dan B Krib

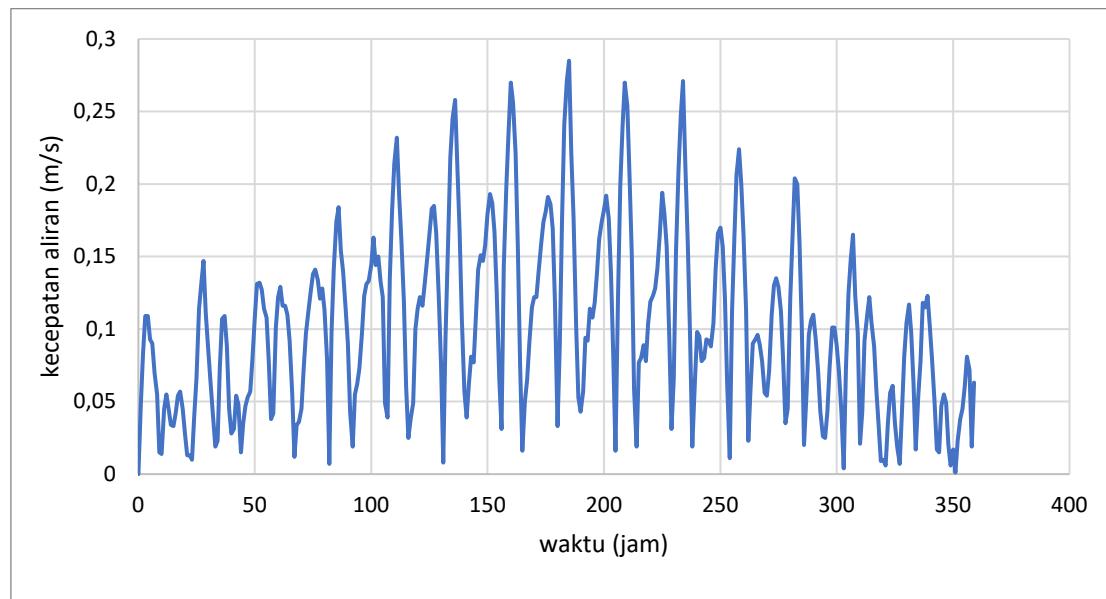


Gambar 3.36. Detail E dan F krib

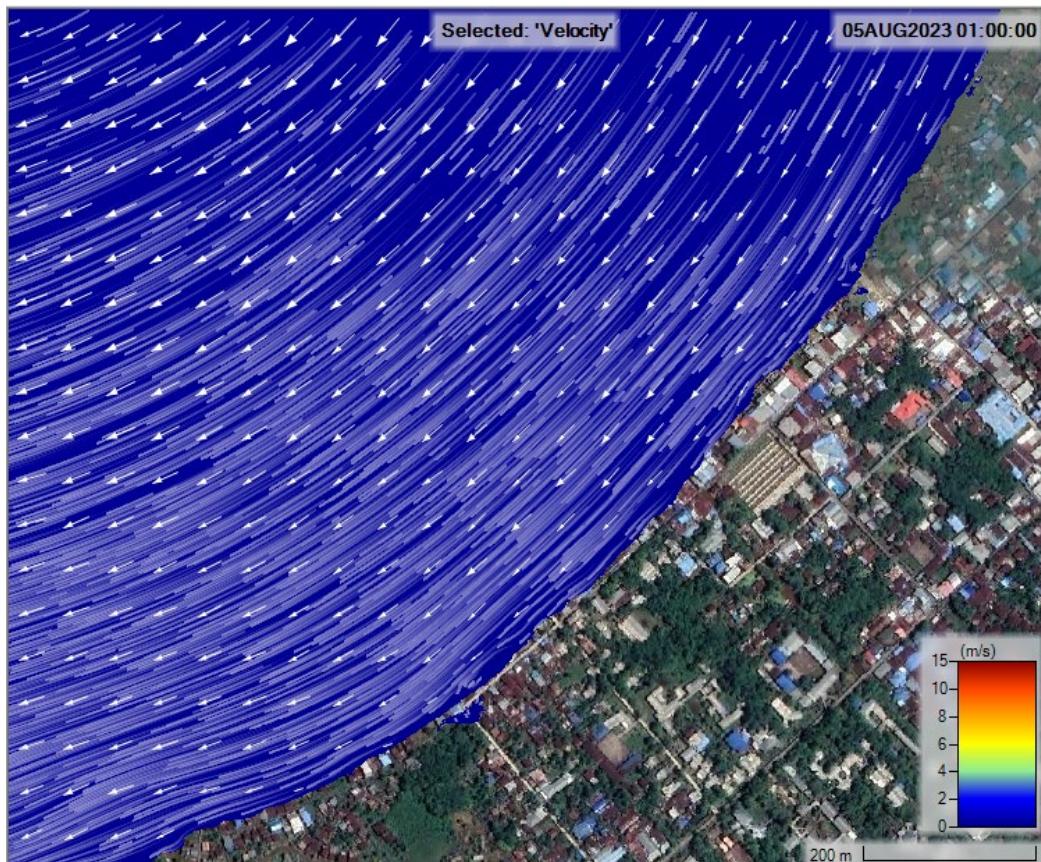
### 3.7 Simulasi Aliran Sungai Aswet

Pada studi ini, dilakukan simulasi aliran dari Sungai Aswet dengan menggunakan Aplikasi HEC RAS. HEC RAS merupakan aplikasi yang biasa digunakan untuk mensimulasikan aliran pada suatu saluran, sungai, dan kasus-kasus yang ada kaitannya dengan hidraulika.

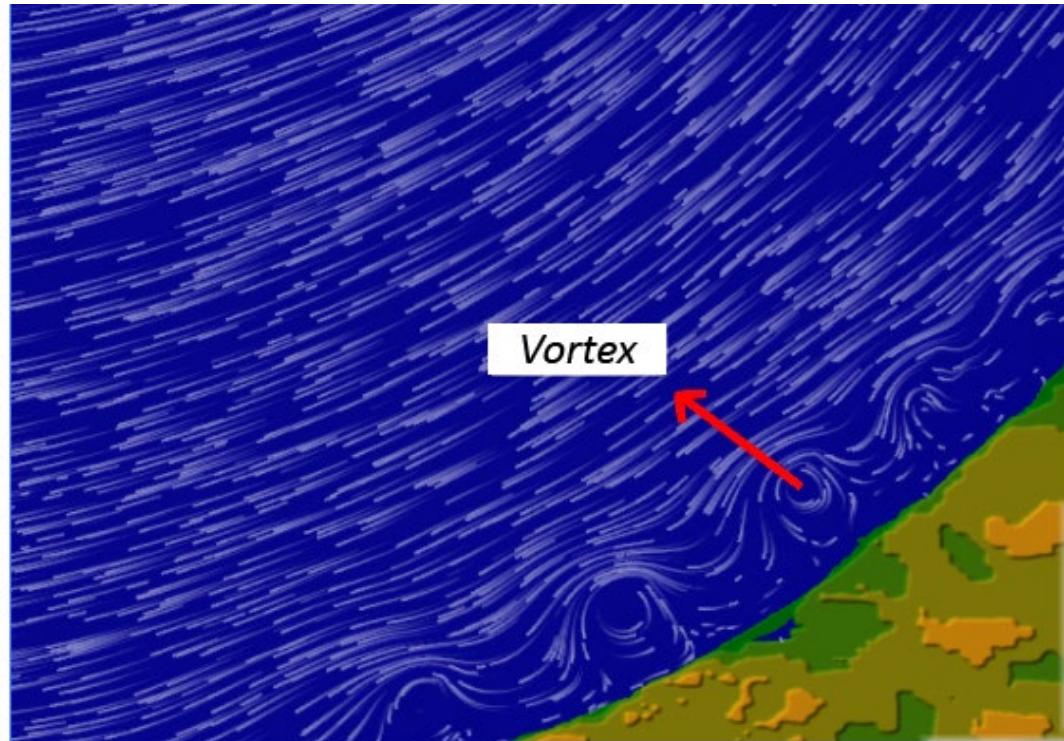
Pada kasus Sungai Aswet, disimulasikan aliran 2 dimensi untuk mengetahui pergerakan partikel air pada aliran sungai. Pada simulasi aliran Sungai Aswet tanpa krib, terjadi *vortex* atau pusaran air pada tepi sungai bagian luar (Gambar 3.39) yang dapat menyebabkan *scouring* atau gerusan pada tebing atau dasar sungai.



Gambar 3. 37 Grafik Kecepatan Aliran Sungai Tanpa Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)

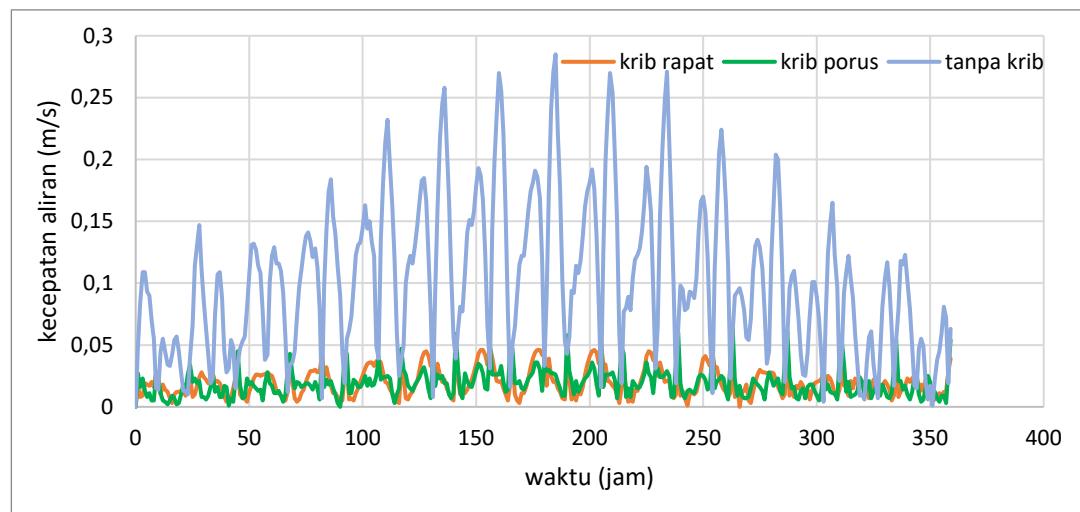


Gambar 3. 38 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Tanpa Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)

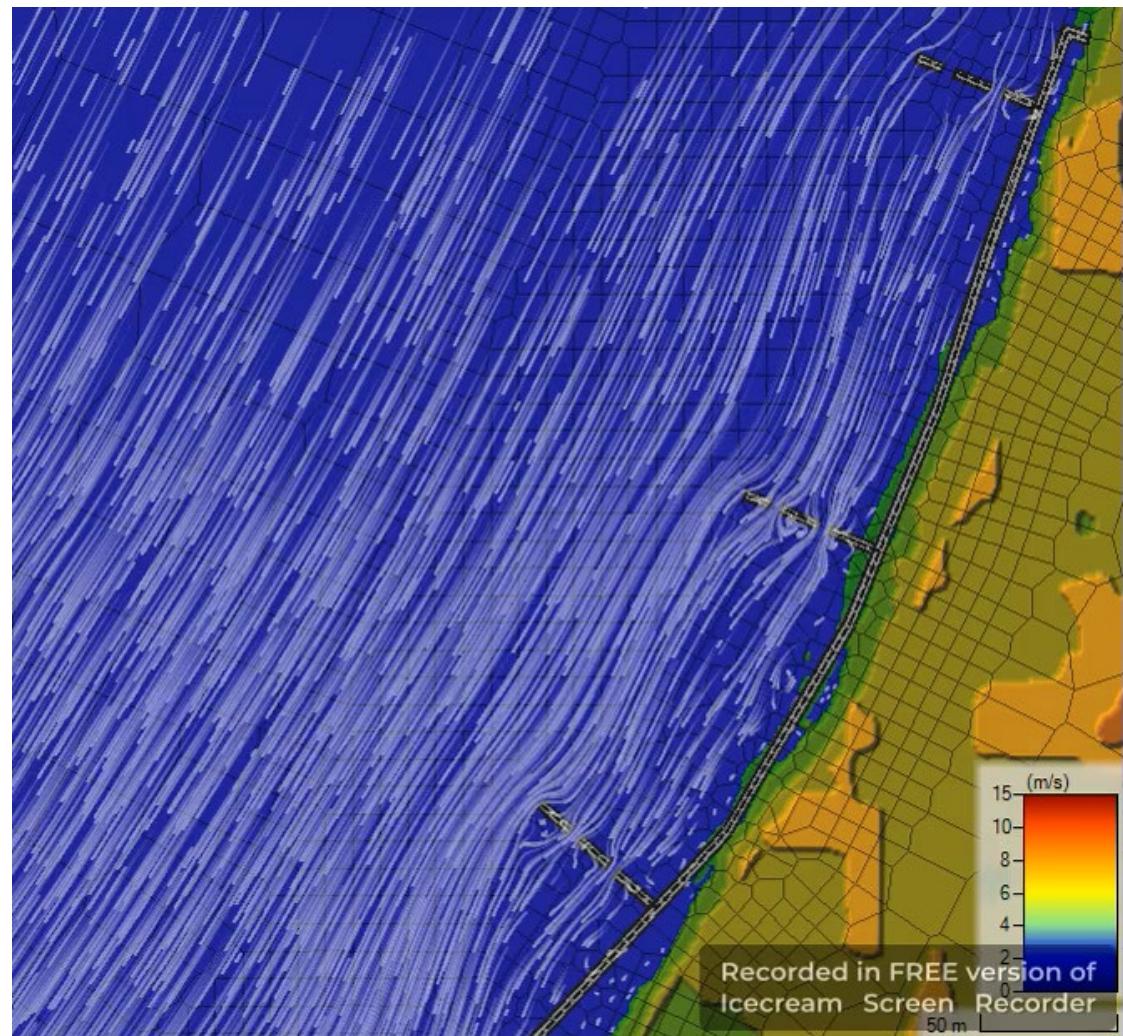


Gambar 3. 39 Hasil Simulasi Aliran Tanpa Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)

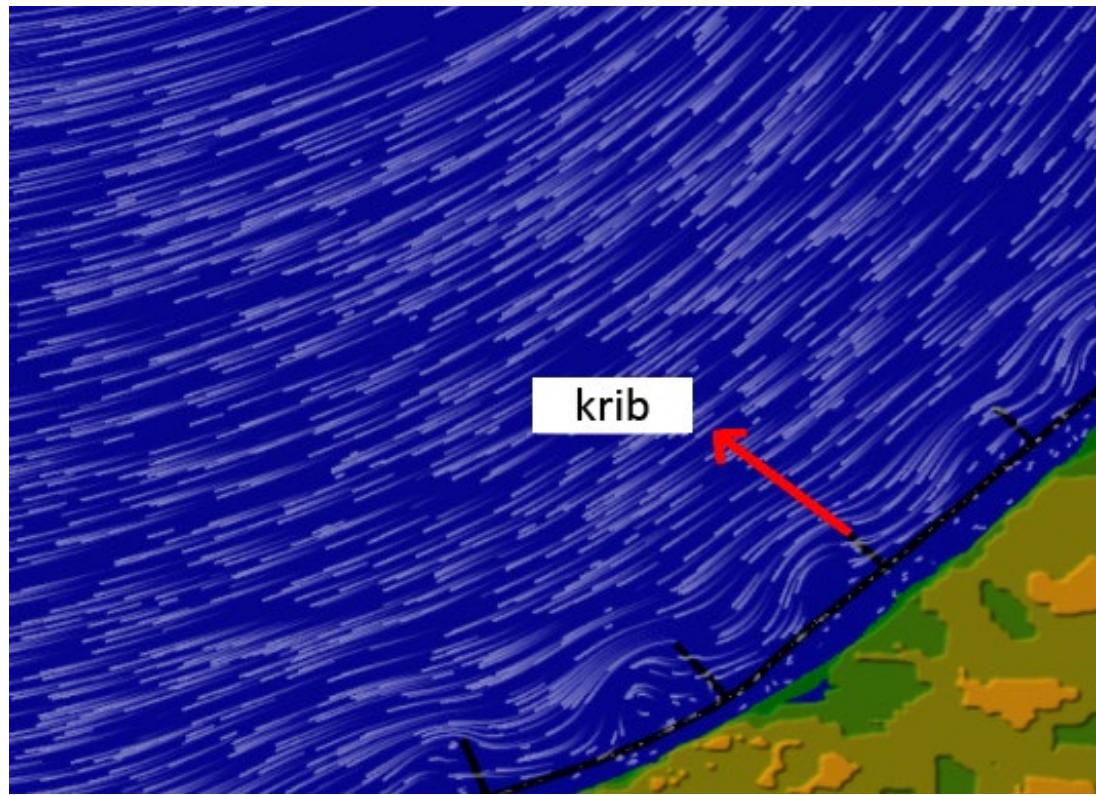
Pada simulasi aliran Sungai Aswet dengan perlakuan adanya krib yang sudah dianjurkan, didapati pada tepi sungai bagian luar tidak terjadi *vortex* (Gambar 3.40). Dari simulasi ini, dapat disimpulkan bahwa pemasangan krib sangat efektif dalam pencegahan *scouring* pada tebing atau dasar sungai. Dengan adanya struktur krib terjadi pengurangan kecepatan maksimum menjadi sekitar seperdelapan setelah adanya krib. Didapatkan kecepatan aliran tepian Sungai Aswet dalam kondisi eksisiting sebesar 0,01-0,275 m/s. dan didapatkan kecepatan aliran sebesar 0,002-0,045 m/s dengan adanya struktur bangunan pelindung tepi sungai berupa krib. Pengurangan kecepatan aliran sungai dapat memberikan dampak yang positif yang dapat mengurangi resiko gerusan, memperbaiki alinemen sungai pada tikungan, dan dengan adanya sedimentasi yang terjadi akibat struktur krib maka struktur turap akan memiliki tingkat keamanan yang meningkat.



Gambar 3. 40 Grafik Kecepatan Aliran Sungai Dengan Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)



Gambar 3. 41 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran Dengan Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)



Gambar 3. 42 Hasil Simulasi Aliran Dengan Krib  
(Sumber: Tim Penyusun)



### 3.8 Rencana Pembangunan

Rencana pembangunan merupakan alternatif untuk mengatur prioritas pembangunan pelindung tebing sungai yang cukup panjang dan memakan biaya cukup besar. Selain itu rencana pembangunan juga diurutkan berdasarkan urutan yang sesuai berdasarkan penilaian resiko perilaku sungai ketika dibangun struktur bangunan pelindung tebing sungai yang baru. Maka dengan demikian rencana pembangunan dibagi menjadi tiga bagian fase konstruksi sebagai berikut:

- **Pembangunan Fase Pertama**

Fase pertama dikhususkan untuk Pembangunan krib baru dan pembangunan sebagai ganti dari *sheet pile* yang sudah runtuh di area kritis sungai agar kerusakan dan gerusan sungai tidak semakin meluas dan semakin parah. Pada fase pertama *sheet pile* yang dibangun sepanjang 1100 meter dengan tambahan struktur krib sebanyak 6 buah. Pembangunan yang dilakukan dimulai dari arah hulu ke hilir Sungai Aswet.

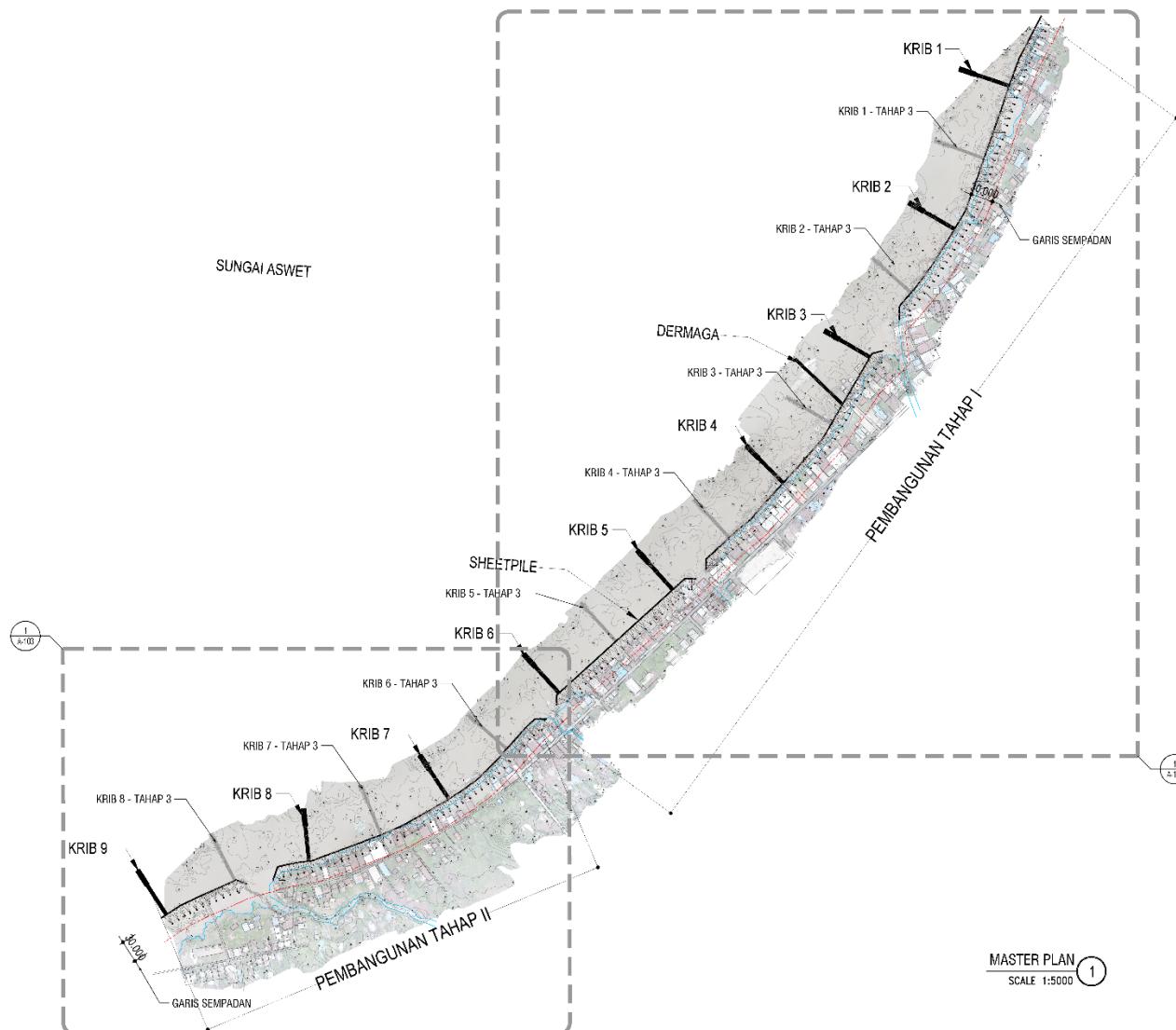
- **Pembangunan Fase Kedua**

Fase kedua (500 meter) untuk pembangunan lanjutan krib dan penggantian dari *sheet pile* yang dinilai kurang layak. Fase kedua dilanjutkan dengan pembangunan *sheet pile* sepanjang 500 meter dengan krib yang ditambahkan sebanyak 3 buah. Pembangunan yang dilakukan dimulai dari ujung bangunan fase pertama ke arah hilir Sungai Aswet.

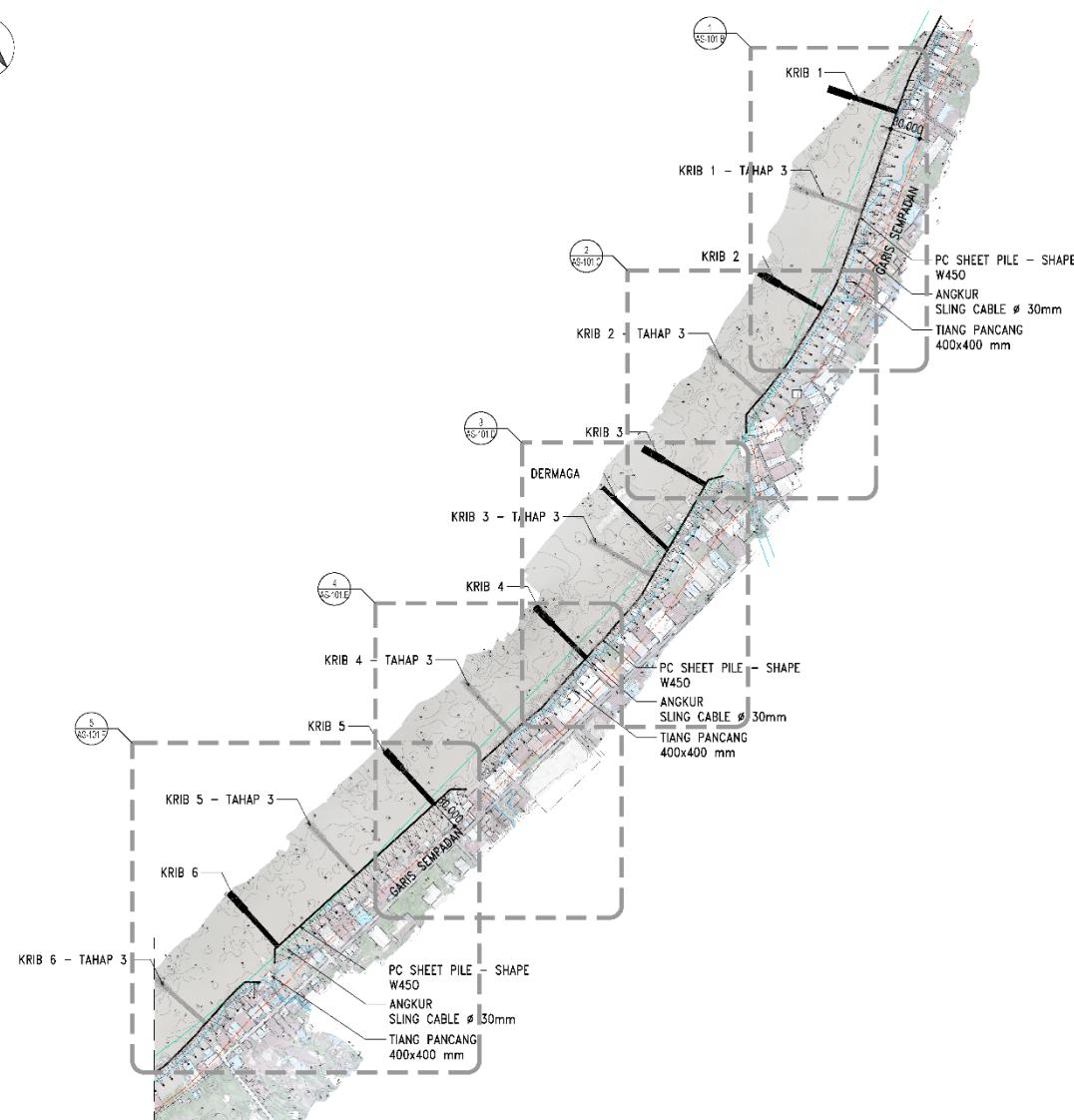
- **Pembangunan Fase Ketiga**

Fase ketiga diperuntukkan untuk menambah jumlah krib jika kinerja krib yang telah dibangun belum optimal. Pada fase ketiga direkomendasikan untuk dibangun krib tambahan sebanyak 9 buah yang ditempatkan diantara struktur krib fase pertama dan fase kedua. Urutan Pembangunan struktur krib dimulai dari arah hulu ke hilir Sungai Aswet.

Gambaran rencana Pembangunan pelindung tebing sungai dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 43 Master Plan Rencana Tahap Pembangunan



Gambar 3. 44 Site Plan Rencana Pembangunan Tahap 1



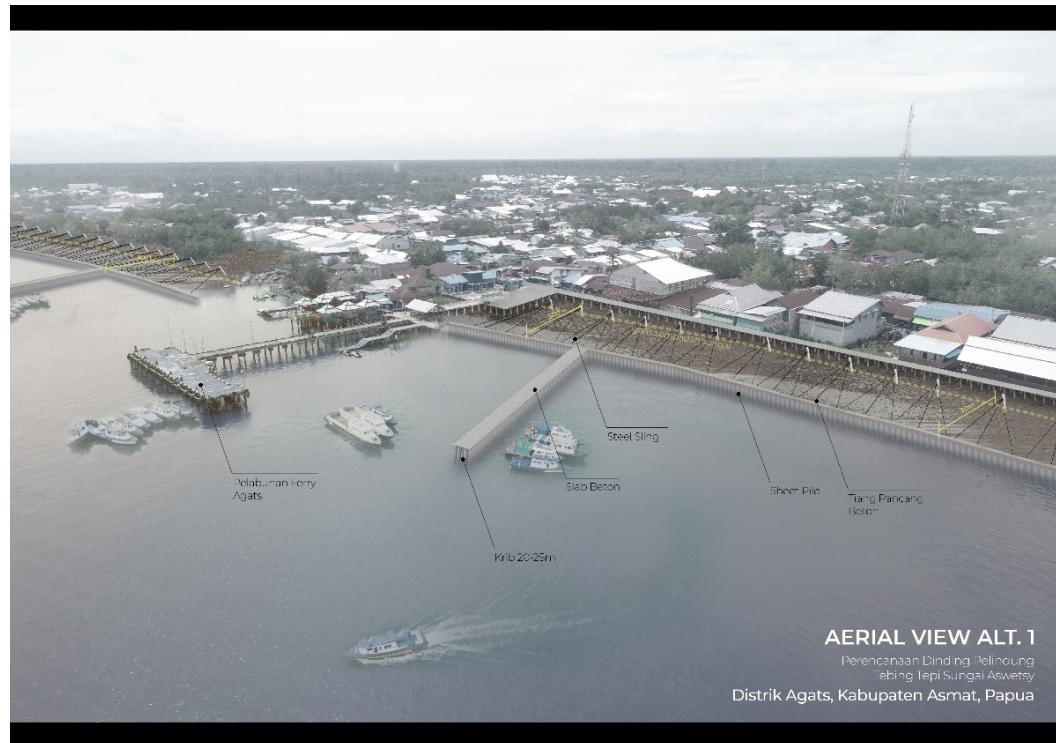
Gambar 3. 45 Site Plan Rencana Pembangunan Tahap 2



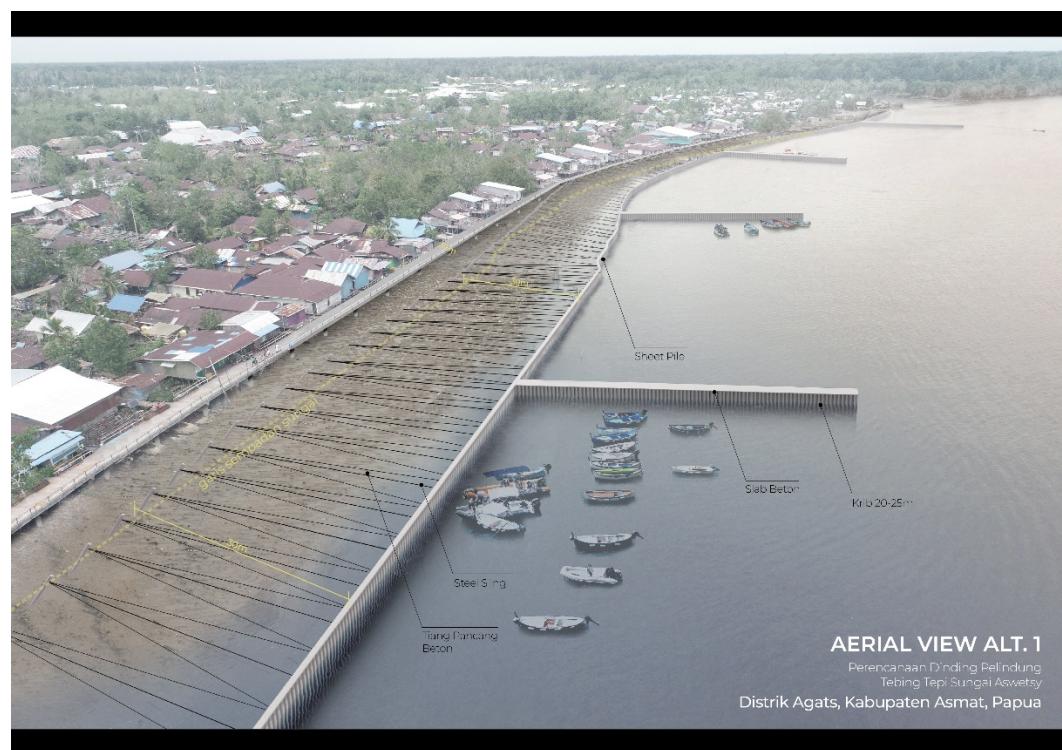
Gambar 3. 46 Parsial Rencana Pembangunan Tahap 3

### 3.9 Visualisasi 3D

#### 1. Visual Alternatif 1



Gambar 3.47. Aerial View Alt.1  
(Sumber: Tim Penyusun)

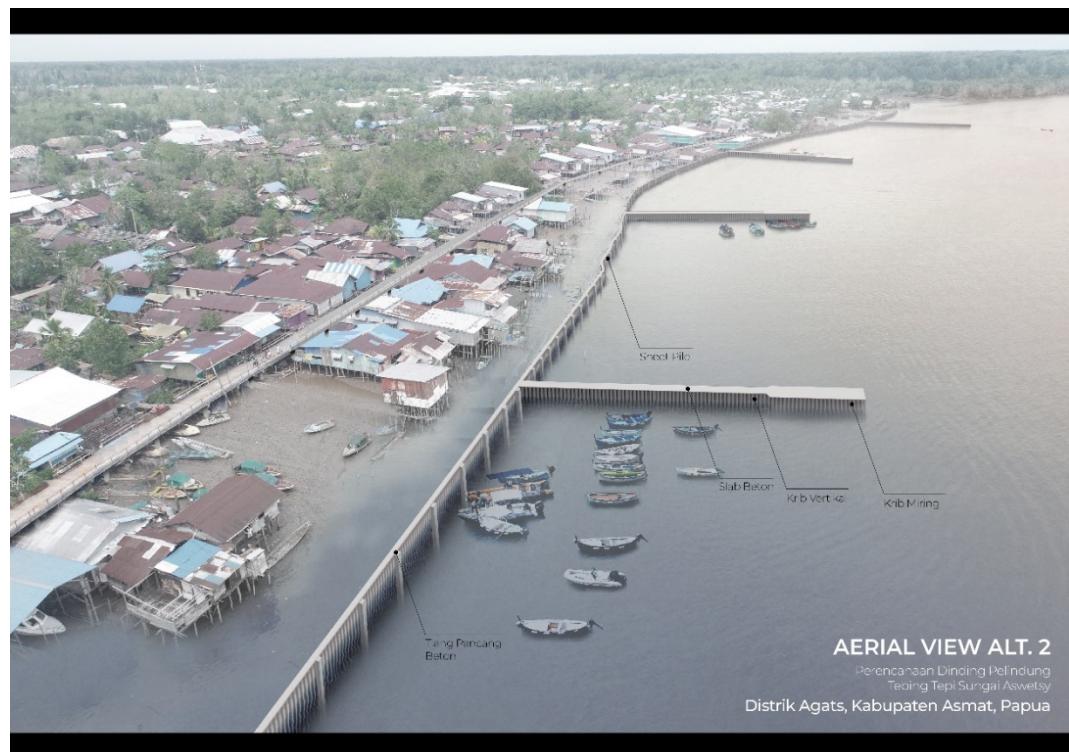


Gambar 3.48. Aerial View Alt. 1  
(Sumber: Tim Penyusun)

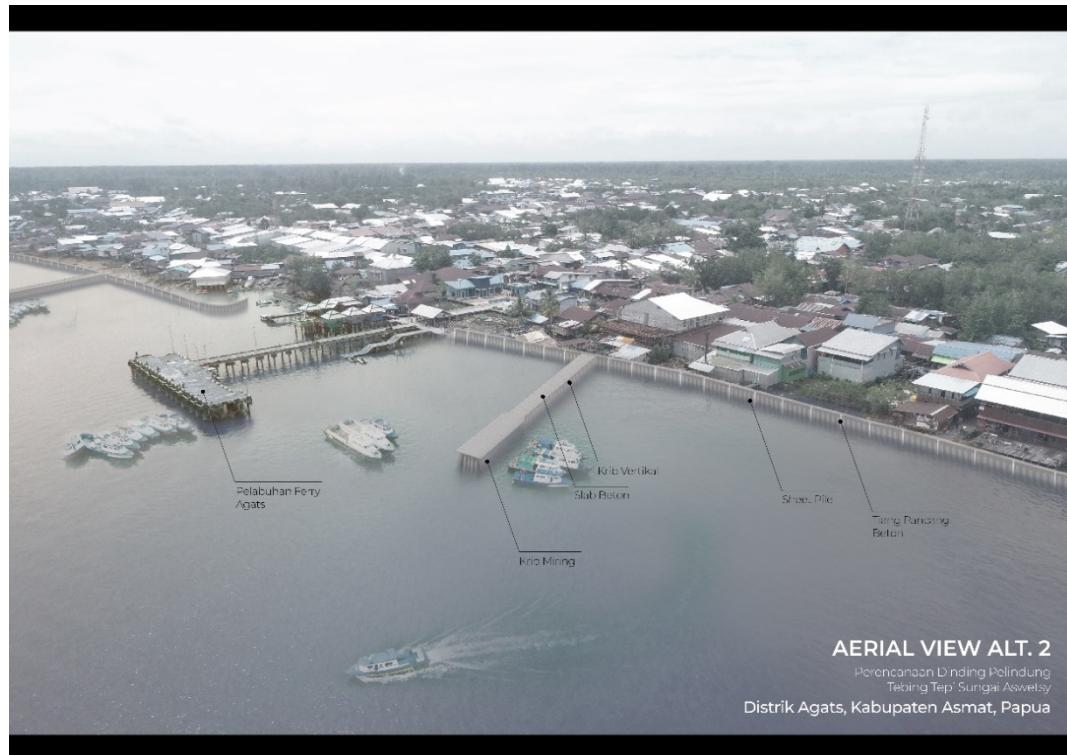


Gambar 3.49. Potongan Melintang Alt.1  
(Sumber: Tim Penyusun)

## 2. Visual Alternatif 2



Gambar 3. 50 Aerial View Alt. 2  
(Sumber: Tim Penyusun)

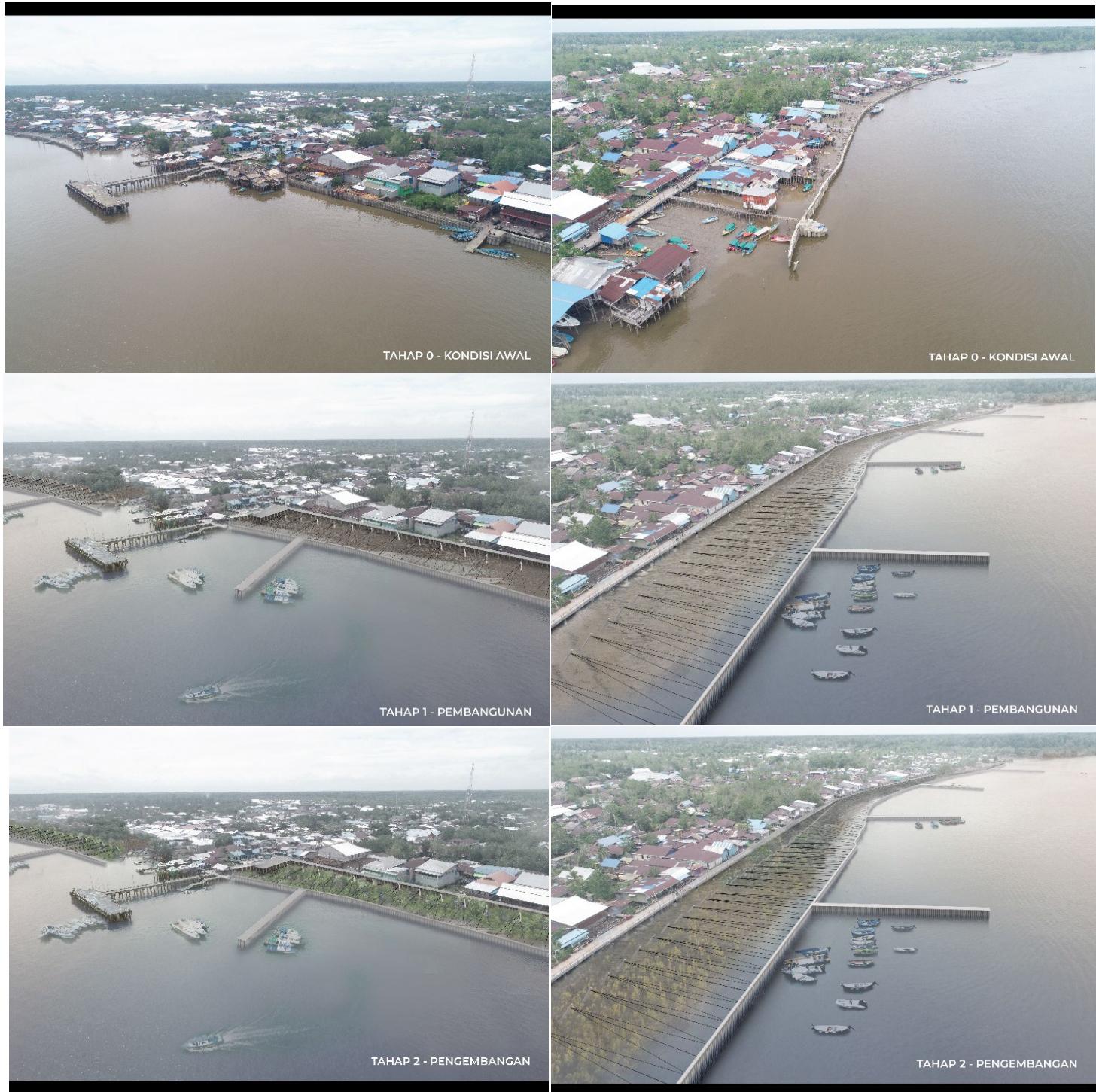


Gambar 3. 51 Aerial View Alt. 2  
(Sumber: Tim Penyusun)



Gambar 3. 52 Potongan Melintang Alt. 2  
(Sumber: Tim Penyusun)

### 3. Visual Alternatif 3 dan Rencana Tahap Pembangunan



Gambar 3. 53 Skema Pentahapan Alt.1  
(Sumber: Tim Penyusun)

### 3.10 Rencana Anggaran Biaya

1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 1 (*Sheetpile* dengan angkur)

Tabel 3. 5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 1

NO	PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (Rp)	
		2	3
<b>A</b>	<b>PEKERJAAN FASE I</b>		
I	SURVEY		685.000.000,00
II	PERSIAPAN		4.692.466.840,00
III	SHEETPILE		39.132.158.758,00
IV	ANGKUR		3.177.673.441,00
V	KRIB		102.478.486.850,00
			<b>150.165.785.889,00</b>
<b>B</b>	<b>PEKERJAAN FASE II</b>		
I	PERSIAPAN		3.757.774.720,00
II	SHEETPILE		17.787.344.890,00
III	ANGKUR		1.444.397.019,00
IV	KRIB		51.239.243.425,00
			<b>74.228.760.054,00</b>
<b>C</b>	<b>PEKERJAAN FASE III</b>		
I	PERSIAPAN		3.088.339.760,00
II	KRIB		136.637.982.467,00
			<b>139.726.322.227,00</b>
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan		<b>364.120.868.170,00</b>
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % x Jumlah Harga Pekerjaan		<b>40.053.295.499,00</b>
(C)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		<b>404.174.163.669,00</b>
(D)	Jumlah Total Harga Pekerjaan Dibulatkan		<b>404.174.164.000,00</b>

2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 2 (*Sheetpile* dengan support pile)

Tabel 3. 6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 2

NO	PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (Rp)	
		2	3
<b>A</b>	<b>PEKERJAAN FASE I</b>		
I	SURVEY		685.000.000,00
II	PERSIAPAN		4.692.466.840,00
III	SHEETPILE		39.132.158.758,00
IV	SUPPORT PILE		4.138.749.950,00
V	KRIB		102.478.486.850,00
			<b>151.126.862.398,00</b>
<b>B</b>	<b>PEKERJAAN FASE II</b>		
I	PERSIAPAN		3.757.774.720,00
II	SHEETPILE		17.787.344.890,00
III	SUPPORT PILE		1.881.277.250,00
IV	KRIB		51.239.243.425,00
			<b>74.665.640.285,00</b>
<b>C</b>	<b>PEKERJAAN FASE III</b>		
I	PERSIAPAN		3.088.339.760,00
II	KRIB		136.637.982.467,00
			<b>139.726.322.227,00</b>
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan		<b>365.518.824.910,00</b>
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11 % x Jumlah Harga Pekerjaan		<b>40.207.070.741,00</b>
(C)	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		<b>405.725.895.651,00</b>
(D)	Jumlah Total Harga Pekerjaan Dibulatkan		<b>405.725.896.000,00</b>

3. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 3 (*Sheetpile* dengan angkur dan support pile)

Tabel 3. 7 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif 3

NO	PEKERJAAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN	
		( Rp )	3
1	2		3
<b>A PEKERJAAN FASE I</b>			
I SURVEY		685.000.000,00	
II PERSIAPAN		4.692.466.840,00	
III SHEETPILE		39.132.158.758,00	
IV ANGKUR DAN SUPPORT		7.316.423.391,00	
V KRIB		102.478.486.850,00	
		<b>154.304.535.839,00</b>	
<b>B PEKERJAAN FASE II</b>			
I PERSIAPAN		3.757.774.720,00	
II SHEETPILE		17.787.344.890,00	
III ANGKUR DAN SUPPORT		3.325.674.269,00	
IV KRIB		51.239.243.425,00	
		<b>76.110.037.304,00</b>	
<b>C PEKERJAAN FASE III</b>			
I PERSIAPAN		3.088.339.760,00	
II KRIB		136.637.982.467,00	
		<b>139.726.322.227,00</b>	
(A) Jumlah Harga Pekerjaan		<b>370.140.895.370,00</b>	
(B) Pajak Pertambahan Nilai ( PPN ) = 11 % x Jumlah Harga Pekerjaan		<b>40.715.498.491,00</b>	
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		<b>410.856.393.861,00</b>	
(D) Jumlah Total Harga Pekerjaan Dibulatkan		<b>410.856.394.000,00</b>	

## BAB IV

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan berdasarkan dari data-data yang sudah didapat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sebagai pendukung analisa desain perencanaan dinding pelindung tebing Sungai Aswet diperlukan data primer dan sekunder. Untuk mendapatkan data primer dilakukan dalam bentuk kegiatan survei. Kebutuhan kegiatan survei yang telah dilakukan yaitu survei topografi, survei batimetri, survei pasang surut, survei hidraulika, dan survei penyelidikan tanah uji sondir .Beberapa kegiatan survei tidak dapat dilakukan seperti survei kecepatan aliran, dan uji SPT.
- b. Analisis yang diperlukan dalam perencanaan dinding pelindung tebing Sungai Aswet terdiri dari analisis eksternal dan analisis internal. Analisis eksternal diperlukan untuk menganalisa kondisi di luar struktur pelindung tebing yang terdiri dari analisis topografi tepian sungai, analisis batimetri dasar sungai, analisis kecepatan dan pasang surut sungai, dan analisis penyelidikan tanah. Sedangkan analisis internal diperlukan untuk menganalisa struktur pelindung tebing itu sendiri yang terdiri dari desain turap (*sheet pile*), desain angkur dan desain krib.
- c. Berdasarkan data sekunder yang didapat berupa data uji SPT dan data kedalaman tepi sungai. Didapatkan analisis desain *sheet pile* dengan ukuran tinggi tiang terpendam 15 meter dan kedalaman total 27 meter. Rekomendasi menggunakan *prestressed concrete sheet pile*. Pada DED harus dilakukan uji tanah yang lebih rapat dan panjang sheet pile mengikuti kondisi yang ada.
- d. Angkur didesain di luar area tekanan tanah aktif untuk menghindari keruntuhan angkur akibat tekanan tanah aktif dengan asumsi jarak dari *sheet pile* sepanjang 30 meter. Rekomendasi desain angkur menggunakan tiang pancang *prestressed concrete square pile*. Jika lokasi angkur pada bangunan-bangunan yang ada, maka bangunan-bangunan tersebut perlu dibongkar dan dipindahkan. Juga perlu dilakukan uji tanah yang lebih rapat untuk mengetahui daerah tekanan aktif sehingga mendapatkan jarak angkur minimal yang aman
- e. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, krib yang direncanakan adalah *permeable* dan memiliki orientasi melawan arah aliran sungai (*repelling*) dengan panjang krib sekitar 70 meter. Komposisi krib tersusun dari *pile drive* dengan bentuk persegi dengan

penampang 40 x 40 cm dan memiliki panjang 40 meter yang dipancang dari tepi sungai kearah tengah sungai. Tiang pancang ini disusun dengan formasi selang-seling guna menghindari *drag* aliran sungai. Untuk desain yang lebih akurat perlu dilakukan uji tanah yang lebih rapat dan panjang tiang pancang mengikuti kondisi hasil pengujian.

- f. Pengujian tanah seperti Uji Sondir dan Uji SPT perlu dilakukan lebih rapat sesuai dengan posisi bangunan pelindung tebing sungai yang sudah direncanakan untuk mendapatkan desain yang lebih optimal dan tidak over estimate.
- g. Sebagai alternatif untuk mengatur prioritas pembangunan pelindung tebing sungai yang cukup panjang dan memakan biaya cukup besar, maka dibagi phase konstruksi menjadi tiga bagian yaitu fase pertama, fase kedua dan fase ketiga. Fase pertama (1100 meter) dikhkusukan untuk Pembangunan krib baru dan pembangunan sebagai ganti dari *sheet pile* yang sudah runtuh di area kritis sungai agar kerusakan dan gerusan sungai tidak semakin menyebar. Fase kedua (500 meter) untuk pembangunan lanjutan krib dan penggantian dari *sheet pile* yang dinilai kurang layak. Fase ketiga diperuntukkan untuk menambah jumlah krib jika kinerja krib yang telah dibangun belum optimal.
- h. Rencana Anggaran Biaya dengan desain total panjang *sheet pile* 1600 meter, dan 17 model krib didapatkan anggaran biaya sebesar Rp. 404.174.164 pada desain alternatif pertama, pada alternatif kedua didapatkan anggaran sebesar Rp. 405.725.896, dan pada alternatif ketiga didapatkan anggaran sebesar Rp. 410.865.394.



## DAFTAR PUSTAKA

Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian PUPR. Modul Pengukuran Hidrologi. Kementerian PUPR. Bandung.

Badan Standarisasi Nasional. 2017. SNI 8469:2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2014. SNI 7988:2014 tentang Survei Batimetri Menggunakan Multibeam Echosounder. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 2400-1:2016 tentang Tata Cara Perencanaan Krib. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.

Hartini, dkk. (2019). Pemetaan Menggunakan UAV. Sekretariat Jenderal Pusat Data dan Teknologi Informasi Kementerian PUPR. Jakarta.

Hediyanto, Rizaldi. (2018). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Dinding Kantilever pada Bantaran Sungai Code. (Skripsi Sarjana, Universitas Islam Indonesia). <https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/7863>

Rahardjo, Adam. (2023). Permasalahan Keruntuhan Sheet Pile di Agats (Presentasi). Universitas Gadjah Mada

Resda, dkk. Pemetaan Kedalaman Laut Menggunakan Multibeam Echosounder, (MB1) di Perairan Punggur, Kepri. Jurnal Integrasi Vol. 13 No. 1 (2021): 84-92

Rimbakita.com. (2021). Topografi – Pengertian, Pemetaan, Ciri, Komponen, Cara Membaca Peta & Manfaat. Diakses pada tanggal 5 Juli 2023 dari <https://rimbakita.com/topografi/>

Sondir.id. (2021). Apa Itu Sondir dan Boring?. Diakses pada tanggal 26 Juni 2023 dari <https://sondir.id/apa-itu-sondir-dan-boring/>

Provinsi Papua Nomor 3 Tahun 2019 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD). In: Papua: Pemerintah Provinsi Papua.

Setiawan, A., 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga

Wesley, L., 1977. Mekanika Tanah (Edisi ke IV). In: Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Wight, J. K. & Macgregor, J. G., 2012. *Reinforced Concrete Mechanics and Design 6E*. New Jersey: Pearson Education.



# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Data Hasil Uji Sondir

<b>Proyek:</b>	Uji Sondir Dermaga Ferry Agats			<b>Tanggal:</b>	27/07/2023		
<b>Lokasi ID:</b>				<b>Dikerjakan:</b>			
<b>Titik:</b>				<b>Diperiksa</b>			
<b>UJI PENETRASI KONUS (SNI 2827:2008)</b>							
depth (m)	Cw (kg/cm <sup>2</sup> )	Tw (kg/cm <sup>2</sup> )	Kw (kg/cm <sup>2</sup> )	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	ft (kg/cm)	JHP (kg/cm)	Fr (%)
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.60	0.00	3.00	3.00	0.30	6.00	6.00	0.00
0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00
1.00	1.00	5.00	4.00	0.40	8.00	14.00	40.00
1.20	1.00	5.00	4.00	0.40	8.00	22.00	40.00
1.40	1.00	3.00	2.00	0.20	4.00	26.00	20.00
1.60	2.00	4.00	2.00	0.20	4.00	30.00	10.00
1.80	2.00	3.00	1.00	0.10	2.00	32.00	5.00
2.00	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	46.00	23.33
2.20	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	60.00	23.33
2.40	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	74.00	23.33
2.60	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	88.00	23.33
2.80	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	102.00	23.33
3.00	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	116.00	23.33
3.20	4.00	7.00	3.00	0.30	6.00	122.00	7.50
3.40	4.00	7.00	3.00	0.30	6.00	128.00	7.50
3.60	4.00	7.00	3.00	0.30	6.00	134.00	7.50
3.80	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	148.00	23.33
4.00	3.00	10.00	7.00	0.70	14.00	162.00	23.33
4.20	4.00	6.00	2.00	0.20	4.00	166.00	5.00
4.40	4.00	6.00	2.00	0.20	4.00	170.00	5.00
4.60	3.00	4.00	1.00	0.10	2.00	172.00	3.33
4.80	3.00	4.00	1.00	0.10	2.00	174.00	3.33
5.00	3.00	4.00	1.00	0.10	2.00	176.00	3.33
5.20	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	178.00	2.50
5.40	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	180.00	2.50
5.60	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	182.00	2.50
5.80	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	184.00	2.50
6.00	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	186.00	2.50

<b>Proyek:</b>	Uji Sondir Dermaga Ferry Agats		<b>Tanggal:</b>	27/07/2023		
<b>Lokasi ID:</b>				<b>Dikerjakan:</b>		
<b>Titik:</b>				<b>Diperiksa</b>		

**UJI PENETRASI KONUS (SNI 2827:2008)**

depth (m)	Cw (kg/cm <sup>2</sup> )	Tw (kg/cm <sup>2</sup> )	Kw (kg/cm <sup>2</sup> )	qc (kg/cm <sup>2</sup> )	ft (kg/cm)	JHP (kg/cm)	Fr (%)
6.20	5.00	7.00	2.00	0.20	4.00	190.00	4.00
6.40	5.00	7.00	2.00	0.20	4.00	194.00	4.00
6.60	5.00	7.00	2.00	0.20	4.00	198.00	4.00
6.80	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	200.00	2.50
7.00	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	202.00	2.50
7.20	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	204.00	2.50
7.40	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	206.00	2.50
7.60	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	208.00	2.50
7.80	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	210.00	2.50
8.00	4.00	5.00	1.00	0.10	2.00	212.00	2.50
8.20	7.00	15.00	8.00	0.80	16.00	228.00	11.43
8.40	7.00	15.00	8.00	0.80	16.00	244.00	11.43
8.60	7.00	15.00	8.00	0.80	16.00	260.00	11.43
8.80	8.00	18.00	10.00	1.00	20.00	280.00	12.50
9.00	8.00	18.00	10.00	1.00	20.00	300.00	12.50
9.20	9.00	18.00	9.00	0.90	18.00	318.00	10.00
9.40	9.00	19.00	10.00	1.00	20.00	338.00	11.11
9.60	9.00	19.00	10.00	1.00	20.00	358.00	11.11
9.80	10.00	20.00	10.00	1.00	20.00	378.00	10.00
10.00	10.00	21.00	11.00	1.10	22.00	400.00	11.00
10.20	10.00	22.00	12.00	1.20	24.00	424.00	12.00
10.40	10.00	25.00	15.00	1.50	30.00	454.00	15.00
10.60	11.00	25.00	14.00	1.40	28.00	482.00	12.73
10.80	11.00	35.00	24.00	2.40	48.00	530.00	21.82
11.00	11.00	40.00	29.00	2.90	58.00	588.00	26.36
11.20	11.00	45.00	34.00	3.40	68.00	656.00	30.91
11.40	12.00	55.00	43.00	4.30	86.00	742.00	35.83
11.60	12.00	60.00	48.00	4.80	96.00	838.00	40.00
11.80	20.00	60.00	40.00	4.00	80.00	918.00	20.00
12.00	20.00	90.00	70.00	7.00	140.00	1058.00	35.00

## Lampiran 2. Data Properties Tanah



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS

Project : Soil Investigation  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan

Test Point No	Depth m	Specific Gravity $G_s$	Gravel (%)	Sand (%)	Silt/Clay (%)	Finer # 200 (%)	Coef. of Gradation		Strength Parameters	
							Triaxial UU		$\phi^\circ$	$c \text{ (kg/cm}^2\text{)}$
							Cc	Cu		
P1 Air	0.00 - 1.00	2.55	0.00	1.28	98.72	98.72	-	-	5.44	0.02
P2 Air	0.00 - 1.00	2.61	0.40	5.77	93.83	93.83	-	-	2.74	0.05
P1 Tengah	0.00 - 1.00	2.62	0.00	1.41	98.59	98.59	-	-	3.52	0.04
P2 Tengah	0.00 - 1.00	2.40	0.00	6.49	93.51	93.51	-	-	1.89	0.04
P1 Kr	0.00 - 1.00	2.49	0.62	8.72	90.66	90.66	-	-	-	-
P2 Kr	0.00 - 1.00	2.18	4.21	11.41	84.38	84.38	-	-	2.62	0.09
P4 SAR	0.00 - 1.00	2.50	0.14	4.12	95.74	95.74	-	-	2.22	0.05

NOTE : Cc and Cu if only finer #200 less than 12 %

Sekretaris DTSL FT UGM

Dr. Eng. Muh. Zudhy Irawan, M.T., S.T.  
NIP 198302042012121005

Yogyakarta, 11 Agustus 2023  
Kepala Lab Mekanika Tanah DTSL FT UGM  
  
Dr. Eng. Fikri Faris S.T. M. Eng.  
NIP 198310012015041003



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Air	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	34.99
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	58.50
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	92.89
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	78.55
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	23.51	26.95
8	$B = M_3 - M_4$	14.34	16.32
9	$C = A - B$	9.17	10.63
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.56	2.54
11	Average specific gravity, $G_1$	2.55	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.55</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Air	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	31.48
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	58.36
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	97.96
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	81.35
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	26.88	26.14
8	$B = M_3 - M_4$	16.61	16.11
9	$C = A - B$	10.27	10.03
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.62	2.61
11	Average specific gravity, $G_1$	2.61	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.61</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Tengah	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	29.80
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	54.14
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	94.91
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	79.88
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	24.34	24.23
8	$B = M_3 - M_4$	15.03	15.02
9	$C = A - B$	9.31	9.21
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.61	2.63
11	Average specific gravity, $G_1$	2.62	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.62</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Tengah	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	29.95
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	54.28
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	94.05
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	79.90
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	24.33	24.69
8	$B = M_3 - M_4$	14.15	14.47
9	$C = A - B$	10.18	10.22
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.39	2.42
11	Average specific gravity, $G_1$	2.40	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.40</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Kr	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	25.87
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	51.36
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	90.96
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	75.67
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	25.49	23.84
8	$B = M_3 - M_4$	15.29	14.22
9	$C = A - B$	10.20	9.62
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.50	2.48
11	Average specific gravity, $G_1$	2.49	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.49</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Kr	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	31.65
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	56.88
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	92.54
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	79.04
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	25.23	25.89
8	$B = M_3 - M_4$	13.50	14.13
9	$C = A - B$	11.73	11.76
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.15	2.20
11	Average specific gravity, $G_1$	2.18	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.18</b>	



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281

Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**SPECIFIC GRAVITY**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P4 SAR	Made by	: Lab Mekanika Tanah

1	Piknometer no.	1	2
2	Mass of piknometer	$M_1$ gram	33.37
3	Mass of dry soil + piknometer	$M_2$ gram	56.18
4	Mass of dry soil + water + piknometer	$M_3$ gram	91.72
5	Mass of water + piknometer	$M_4$ gram	78.06
6	Temperature $t^{\circ}\text{C}$	27.00	
7	$A = M_2 - M_1$	22.81	25.41
8	$B = M_3 - M_4$	13.66	15.28
9	$C = A - B$	9.15	10.13
10	Specific Gravity, $G_1 = A/C$	2.49	2.51
11	Average specific gravity, $G_1$	2.50	
12	$G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}$	0.9965	
13	$G \text{ for } 27.5^{\circ}\text{C} = G = (G_1 \times G_{\text{water}} \text{ at } t^{\circ}\text{C}) / (G_{\text{water}} \text{ at } 27.5^{\circ}\text{C})$	<b>2.50</b>	



**UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Air	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>66.48</b>	gr	Hydrometer no.	:	152 H
Specific Gravity :	2.55		Hydr. correction, a	:	1.02
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.534		Meniscus correction, m	:	1.0
Dispersing agent			Amount		

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass e/W x 100%
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 66.48$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.00$	$e_2 = 66.48$	100.00
10	2.000	$d_3 = 0.09$	$e_3 = 66.39$	99.86
20	0.850	$d_4 = 0.31$	$e_4 = 66.08$	99.40
40	0.425	$d_5 = 0.21$	$e_5 = 65.87$	99.08
60	0.250	$d_6 = 0.08$	$e_6 = 65.79$	98.96
140	0.106	$d_7 = 0.14$	$e_7 = 65.65$	98.75
200	0.074	$d_8 = 0.02$	$e_8 = 65.63$	98.72
		$\Sigma d = 0.85$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	$P = K_2^*R\%$
	2	18	-3	27	19.0	13.179	0.0130	0.033	21	32.22
	5	13	-3	27	14.0	13.999	0.0130	0.022	16	24.55
	30	7	-3	27	8.0	14.983	0.0130	0.009	10	15.34
	60	4	-3	27	5.0	15.475	0.0130	0.007	7	10.74
	250	1	-3	27	2.0	15.967	0.0130	0.003	4	6.14
	1440	0	-3	27	1.0	16.131	0.0130	0.001	3	4.60

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

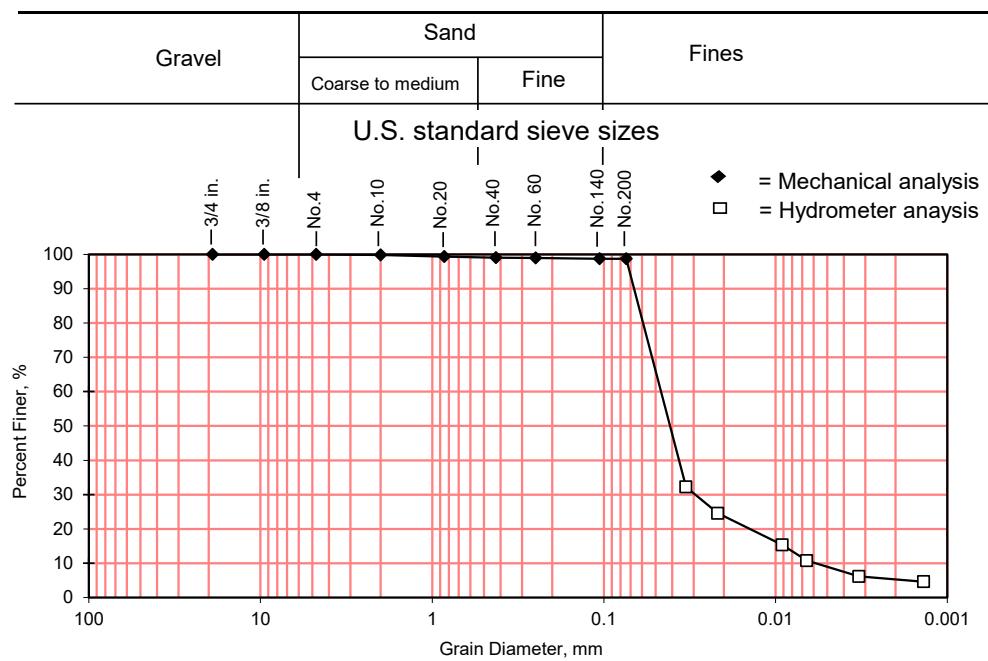
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P1 Air Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.55

Description of soil :



Finer # 200 = 98.72 %

Gravel = 0.00 %  
Sand = 1.28 %  
Silt/Clay = 98.72 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Air	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>67.61</b> gr	Hydrometer no. :	152 H
Specific Gravity :	2.61	Hydr. correction, a :	1.01
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.491	Meniscus correction, m :	1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass e/W x 100%
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 67.61$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.27$	$e_2 = 67.34$	99.60
10	2.000	$d_3 = 0.58$	$e_3 = 66.76$	98.74
20	0.850	$d_4 = 0.54$	$e_4 = 66.22$	97.94
40	0.425	$d_5 = 0.93$	$e_5 = 65.29$	96.57
60	0.250	$d_6 = 0.64$	$e_6 = 64.65$	95.62
140	0.106	$d_7 = 1.01$	$e_7 = 63.64$	94.13
200	0.074	$d_8 = 0.20$	$e_8 = 63.44$	93.83
		$\Sigma d = 4.17$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	$P = K_2^*R\%$
	2	13	-3	27	14.0	13.999	0.0127	0.034	16	23.85
	5	10	-3	27	11.0	14.491	0.0127	0.022	13	19.38
	30	6	-3	27	7.0	15.147	0.0127	0.009	9	13.42
	60	5	-3	27	6.0	15.311	0.0127	0.006	8	11.93
	250	3	-3	27	4.0	15.639	0.0127	0.003	6	8.95
	1440	2	-3	27	3.0	15.803	0.0127	0.001	5	7.45

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

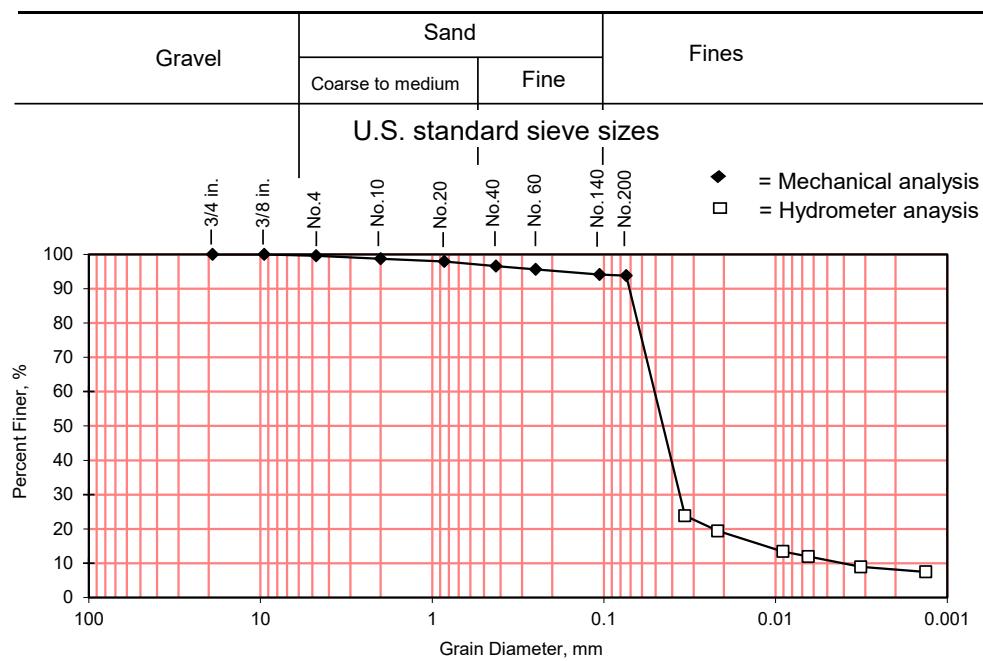
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P2 Air Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.61

Description of soil :



Finer # 200 = 93.83 %

Gravel = 0.40 %  
Sand = 5.77 %  
Silt/Clay = 93.83 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Tengah	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>69.43</b> gr	Hydrometer no. :	152 H
Specific Gravity :	2.62	Hydr. correction, a :	1.01
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.449	Meniscus correction, m :	1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 69.43$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.00$	$e_2 = 69.43$	100.00
10	2.000	$d_3 = 0.00$	$e_3 = 69.43$	100.00
20	0.850	$d_4 = 0.10$	$e_4 = 69.33$	99.86
40	0.425	$d_5 = 0.21$	$e_5 = 69.12$	99.55
60	0.250	$d_6 = 0.16$	$e_6 = 68.96$	99.32
140	0.106	$d_7 = 0.45$	$e_7 = 68.51$	98.67
200	0.074	$d_8 = 0.06$	$e_8 = 68.45$	98.59
		$\Sigma d = 0.98$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	$P = K_2^*R\%$
	2	18	-3	27	19.0	13.179	0.0127	0.033	21	30.43
	5	14	-3	27	15.0	13.835	0.0127	0.021	17	24.63
	30	9	-3	27	10.0	14.655	0.0127	0.009	12	17.39
	60	6	-3	27	7.0	15.147	0.0127	0.006	9	13.04
	250	3	-3	27	4.0	15.639	0.0127	0.003	6	8.69
	1440	0	-3	27	1.0	16.131	0.0127	0.001	3	4.35

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

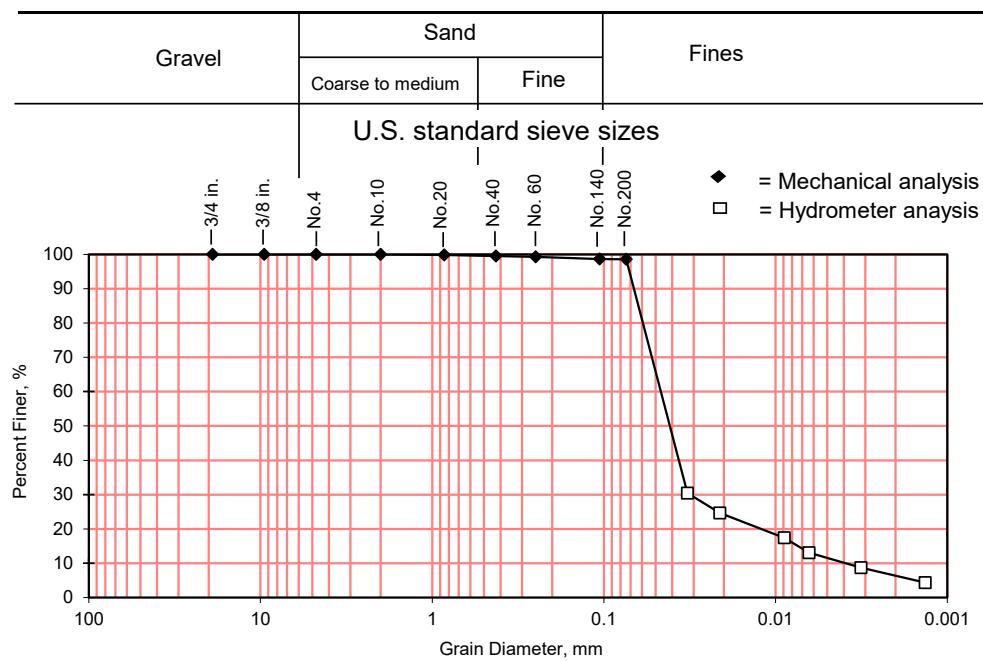
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P1 Tengah Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.62

Description of soil :



Finer # 200 = 98.59 %

Gravel = 0.00 %  
Sand = 1.41 %  
Silt/Clay = 98.59 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Tengah	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>73.91</b> gr	Hydrometer no. :	152 H
Specific Gravity :	2.4	Hydr. correction, a :	1.05
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.421	Meniscus correction, m :	1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 73.91$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.00$	$e_2 = 73.91$	100.00
10	2.000	$d_3 = 1.13$	$e_3 = 72.78$	98.47
20	0.850	$d_4 = 1.10$	$e_4 = 71.68$	96.98
40	0.425	$d_5 = 0.98$	$e_5 = 70.70$	95.66
60	0.250	$d_6 = 0.34$	$e_6 = 70.36$	95.20
140	0.106	$d_7 = 1.05$	$e_7 = 69.31$	93.78
200	0.074	$d_8 = 0.20$	$e_8 = 69.11$	93.51
		$\Sigma d = 4.80$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	P = $K_2^*R\%$
	2	33	-3	27	34.0	10.719	0.0135	0.031	36	51.14
	5	27	-3	27	28.0	11.703	0.0135	0.021	30	42.62
	30	16	-3	27	17.0	13.507	0.0135	0.009	19	26.99
	60	12	-3	27	13.0	14.163	0.0135	0.007	15	21.31
	250	6	-3	27	7.0	15.147	0.0135	0.003	9	12.79
	1440	2	-3	27	3.0	15.803	0.0135	0.001	5	7.10

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

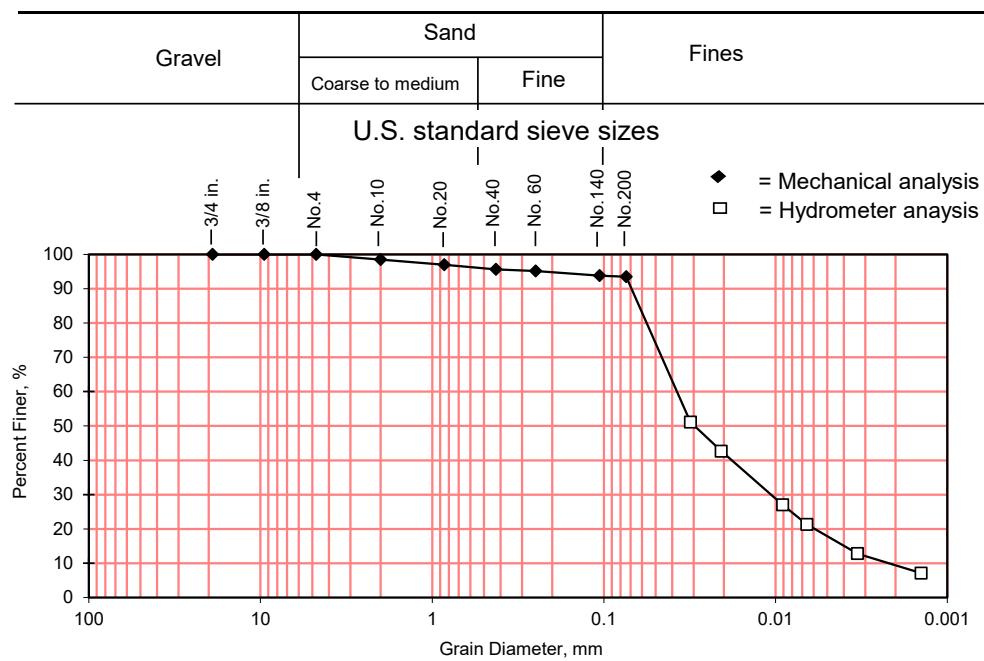
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P2 Tengah Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.40

Description of soil :



Finer # 200 = 93.51 %

Gravel = 0.00 %  
Sand = 6.49 %  
Silt/Clay = 93.51 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P1 Kr	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>63.07</b> gr	Hydrometer no. :	152 H
Specific Gravity :	2.49	Hydr. correction, a :	1.03
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.636	Meniscus correction, m :	1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 63.07$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.39$	$e_2 = 62.68$	99.38
10	2.000	$d_3 = 0.84$	$e_3 = 61.84$	98.05
20	0.850	$d_4 = 1.38$	$e_4 = 60.46$	95.86
40	0.425	$d_5 = 1.15$	$e_5 = 59.31$	94.04
60	0.250	$d_6 = 1.06$	$e_6 = 58.25$	92.36
140	0.106	$d_7 = 0.98$	$e_7 = 57.27$	90.80
200	0.074	$d_8 = 0.09$	$e_8 = 57.18$	90.66
		$\Sigma d = 5.89$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	$P = K_2^*R\%$
	2	19	-3	27	20.0	13.015	0.0132	0.034	22	36.00
	5	15	-3	27	16.0	13.671	0.0132	0.022	18	29.45
	30	8	-3	27	9.0	14.819	0.0132	0.009	11	18.00
	60	5	-3	27	6.0	15.311	0.0132	0.007	8	13.09
	250	2	-3	27	3.0	15.803	0.0132	0.003	5	8.18
	1440	0	-3	27	1.0	16.131	0.0132	0.001	3	4.91

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

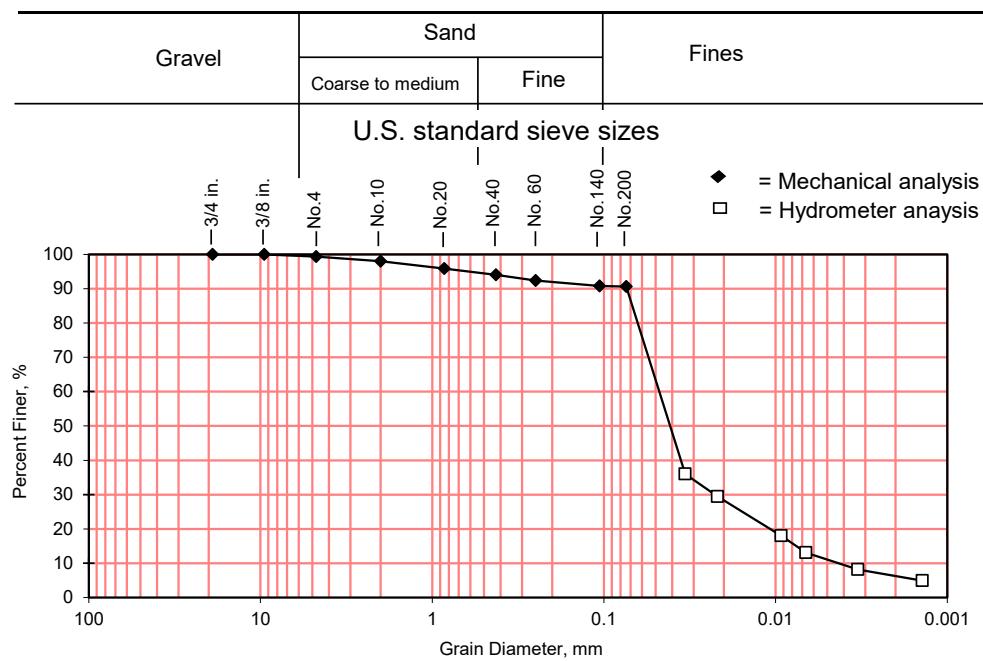
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P1 Kr Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.49

Description of soil :



Finer # 200 = 90.66 %

Gravel = 0.62 %  
Sand = 8.72 %  
Silt/Clay = 90.66 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



**UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P2 Kr	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>63.72</b> gr	Hydrometer no.	: 152 H
Specific Gravity :	2.18	Hydr. correction, a	: 1.09
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.717	Meniscus correction, m	: 1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass e/W x 100%
3/8	9.520	$d_1 = 1.67$	$e_1 = 62.05$	97.38
4	4.750	$d_2 = 1.01$	$e_2 = 61.04$	95.79
10	2.000	$d_3 = 1.19$	$e_3 = 59.85$	93.93
20	0.850	$d_4 = 1.69$	$e_4 = 58.16$	91.27
40	0.425	$d_5 = 1.88$	$e_5 = 56.28$	88.32
60	0.250	$d_6 = 0.80$	$e_6 = 55.48$	87.07
140	0.106	$d_7 = 1.55$	$e_7 = 53.93$	84.64
200	0.074	$d_8 = 0.16$	$e_8 = 53.77$	84.38
		$\Sigma d = 9.95$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	D = $K^*L/T$	R = $R_1 - R_2$	P = $K_2^*R\%$
	2	17	-3	27	18.0	13.343	0.0143	0.037	20	34.34
	5	15	-3	27	16.0	13.671	0.0143	0.024	18	30.90
	30	10	-3	27	11.0	14.491	0.0143	0.01	13	22.32
	60	8	-3	27	9.0	14.819	0.0143	0.007	11	18.89
	250	6	-3	27	7.0	15.147	0.0143	0.004	9	15.45
	1440	5	-3	27	6.0	15.311	0.0143	0.001	8	13.74

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

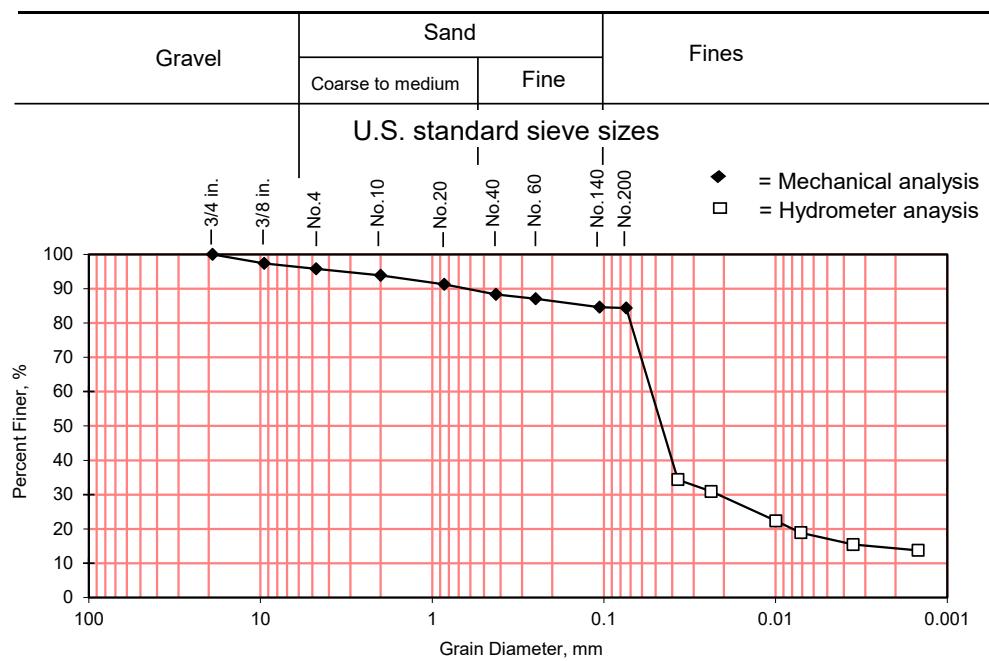
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P2 Kr Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.18

Description of soil :



Finer # 200 = 84.38 %

Gravel = 4.21 %  
Sand = 11.41 %  
Silt/Clay = 84.38 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: tsipil.ft@ugm.ac.id

**GRAIN SIZE ANALYSIS**

Project	: Soil Investigation	Depth	: 0.00 - 1.00 m
Location	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Date	: 8 Agustus 2023
Sample	: P 4 SAR	Made by	: Tim Lab Mektan

Mass of soil, W :	<b>73.74</b> gr	Hydrometer no. :	152 H
Specific Gravity :	2.5	Hydr. correction, a :	1.03
$K_2 = a/W \times 100$ :	1.397	Meniscus correction, m :	1.0
Dispersing agent	_____	Amount	_____

Sieve No.	Opening (mm)	Mass retained (gr)	Mass passing (gr)	% finer by mass $e/W \times 100\%$
3/8	9.520	$d_1 = 0.00$	$e_1 = 73.74$	100.00
4	4.750	$d_2 = 0.10$	$e_2 = 73.64$	99.86
10	2.000	$d_3 = 0.42$	$e_3 = 73.22$	99.29
20	0.850	$d_4 = 0.62$	$e_4 = 72.60$	98.45
40	0.425	$d_5 = 0.84$	$e_5 = 71.76$	97.31
60	0.250	$d_6 = 0.56$	$e_6 = 71.20$	96.56
140	0.106	$d_7 = 0.36$	$e_7 = 70.84$	96.07
200	0.074	$d_8 = 0.24$	$e_8 = 70.60$	95.74
		$\Sigma d = 3.14$		

Time	Elapsed time min.	$R_1$	$R_2$	t	$R' = R_1 + m$	L	K	$D = K^*L/T$	$R = R_1 - R_2$	$P = K_2^*R\%$
	2	19	-3	27	20.0	13.015	0.0132	0.034	22	30.73
	5	12	-3	27	13.0	14.163	0.0132	0.022	15	20.95
	30	6	-3	27	7.0	15.147	0.0132	0.009	9	12.57
	60	4	-3	27	5.0	15.475	0.0132	0.007	7	9.78
	250	2	-3	27	3.0	15.803	0.0132	0.003	5	6.98
	1440	0	-3	27	1.0	16.131	0.0132	0.001	3	4.19

NOTE :



UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

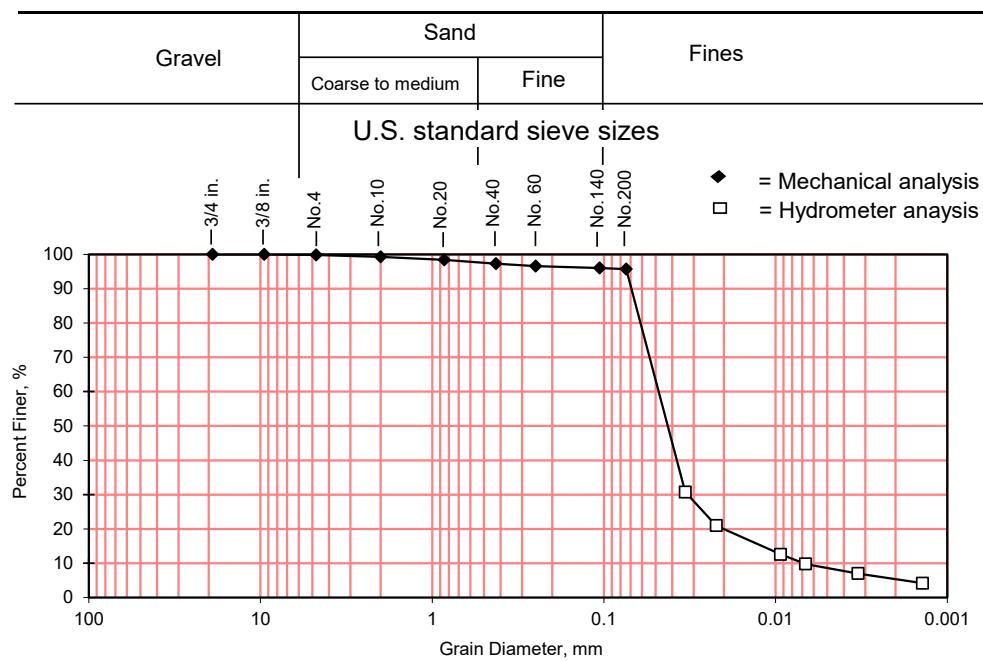
Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### GRAIN SIZE ANALYSIS

Project : Soil Investigation Depth : 0.00 - 1.00 m  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Date : 8 Agustus 2023  
Sample : P 4 SAR Made by : Tim Lab Mektan

Specific Gravity : 2.50

Description of soil :



Finer # 200 = 95.74 %

Gravel = 0.14 %  
Sand = 4.12 %  
Silt/Clay = 95.74 %

$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$
-	-	-	-	-

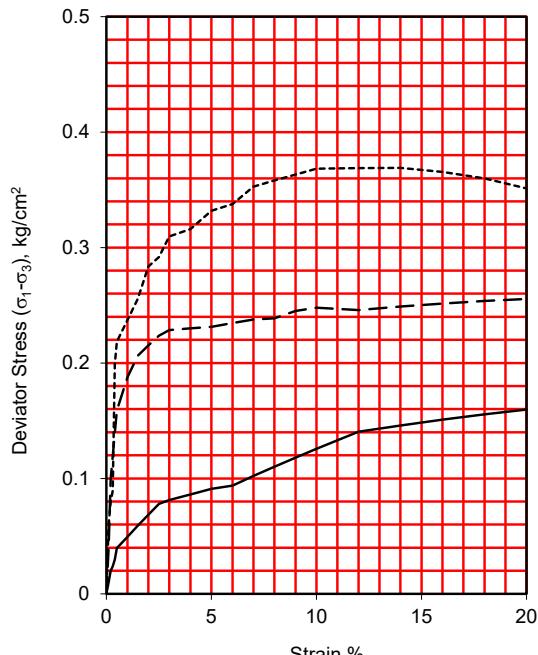


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

**TRIAXIAL COMPRESSION TEST**

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet	Date	: 2 Agustus 2023
Sample	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Made by	: Tim Lab Mektan
	: P1 Air		

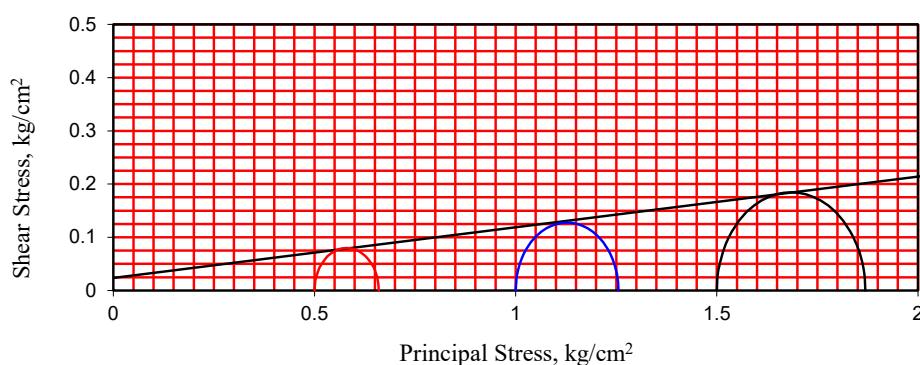
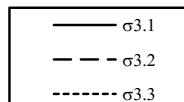


*Description of soil*

Test condition : *UU/EU/CD*

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.83	1.83	1.84
	Moisture,%	62.08	64.56	64.21
	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.13	1.11	1.12
AFTER	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
CONSOLID	Moisture,%			
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
COMPRESS	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
ION	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
STAGE	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
FAILURE	Strain %	20.00	20.00	14.00
CONDI	( $\sigma_1 - \sigma_3$ ),kg/cm <sup>2</sup>	0.16	0.26	0.37
TIONS	$u_p$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma'_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.66	1.26	1.87
SHEAR STRENGTH	c : 0.02 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	φ : 5.44 °			



**NOTES**

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

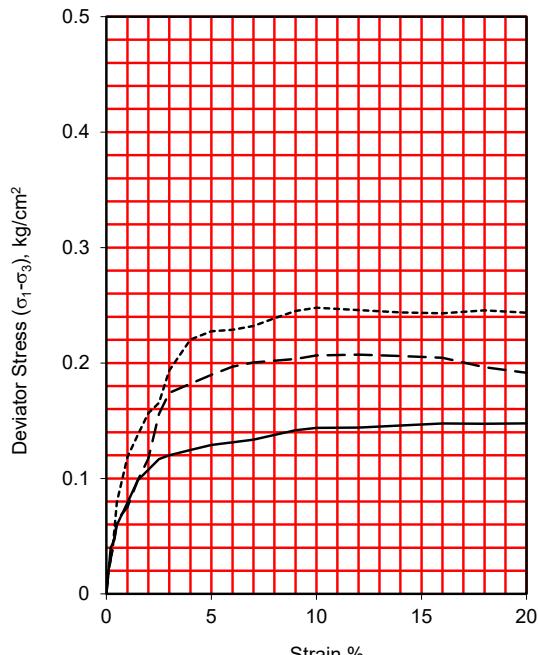


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafika No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet	Date	: 3 Agustus 2023
Sample	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Made by	: Tim Lab Mektan
	: P2 Air		

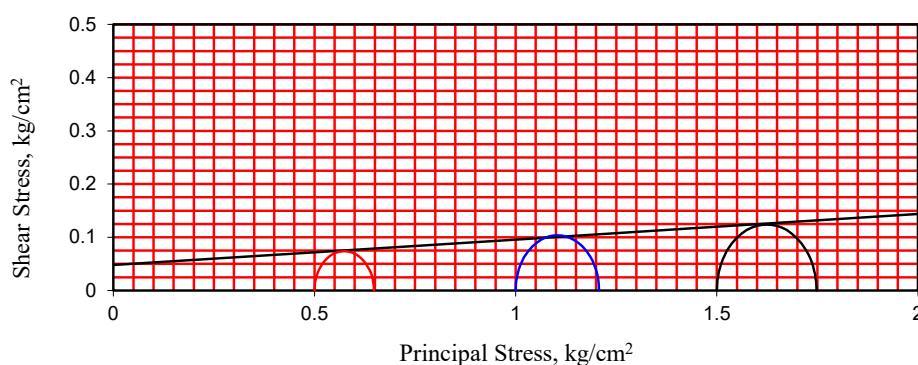
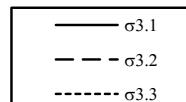


#### Description of soil

Test condition : UU/ CU/CD

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.84	1.82	1.84
	Moisture,%	60.20	58.29	59.09
	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.15	1.15	1.16
AFTER	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
CONSOLID	Moisture,%			
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
COMPRESS	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
ION	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
STAGE	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
FAILURE	Strain %	20.00	12.00	10.00
CONDI	$(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.15	0.21	0.25
TIONS	$u_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{3,f}'$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.65	1.21	1.75
SHEAR STRENGTH	c : 0.05 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	φ : 2.74 °			



#### NOTES

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

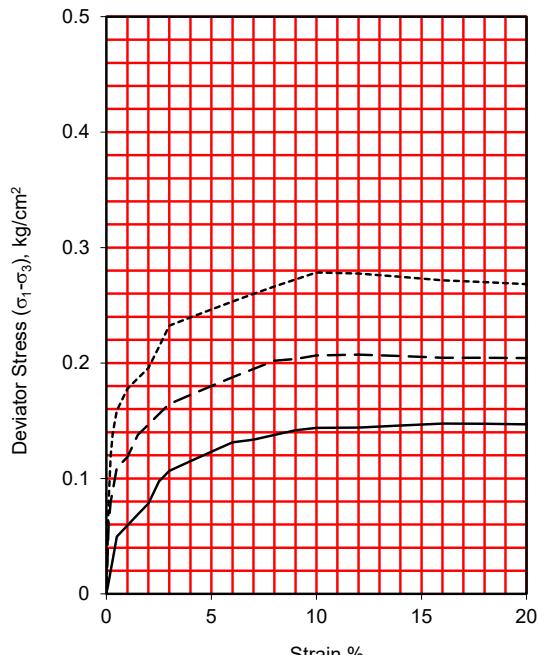


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafiqa No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet	Date	: 2 Agustus 2023
Sample	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Made by	: Tim Lab Mektan
	: P1 Tengah		

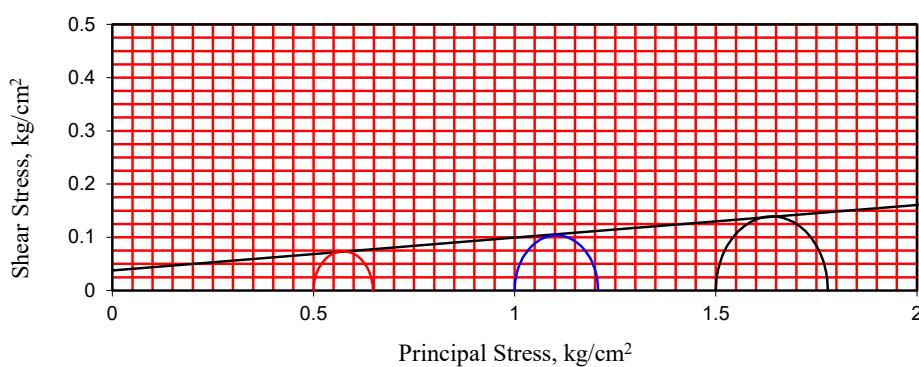
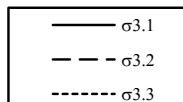


#### Description of soil

Test condition : UU/ CU/CD

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.72	1.75	1.77
	Moisture,%	64.33	65.54	66.92
	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.05	1.06	1.06
AFTER	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
CONSOLID	Moisture,%			
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
COMPRESS	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
ION	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
STAGE	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
FAILURE	Strain %	16.00	12.00	10.00
CONDI	$(\sigma_1 - \sigma_3)_e$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.15	0.21	0.28
TIONS	$u_p$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma'_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.65	1.21	1.78
SHEAR STRENGTH	c : 0.04 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	φ : 3.52 °			



#### NOTES

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

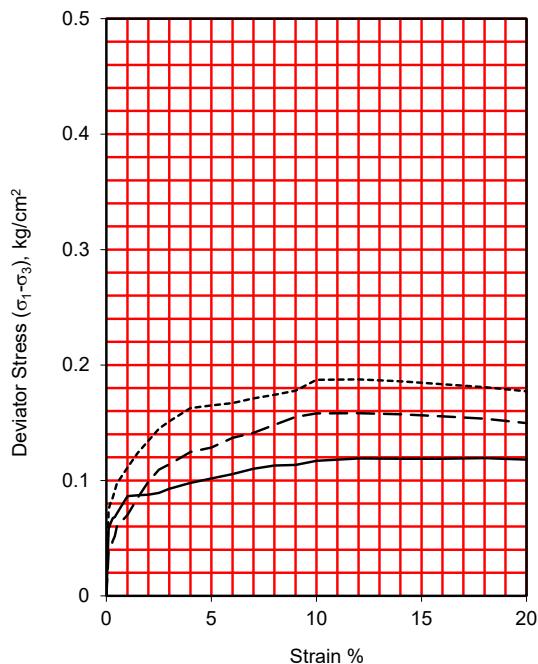


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafiqa No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet	Date	: 1 Agustus 2023
Sample	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Made by	: Tim Lab Mektan
	: P2 Tengah		

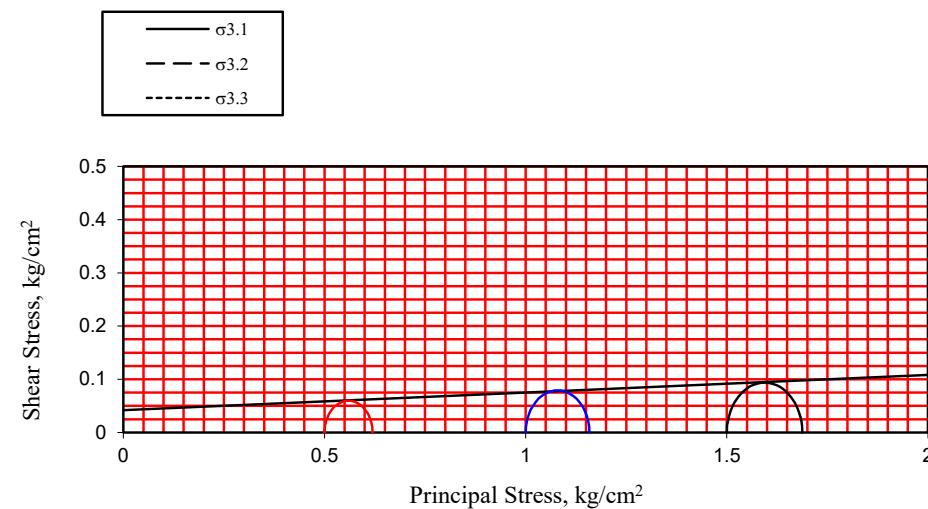


#### Description of soil

Test condition : UU/ CU/CD

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.60	1.62	1.62
CONSOLID	Moisture,%	62.88	59.91	59.42
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	0.98	1.01	1.02
COMPRESS	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
ION	Moisture,%			
STAGE	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
FAILURE	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
CONDITI	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
ONS	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
IONS	Strain %	18.00	12.00	12.00
CONDITIONS	$(\sigma_1 - \sigma_3)_e$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.12	0.16	0.19
PARAMETERS	$u_p$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma'_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.62	1.16	1.69
SHEAR STRENGTH	c : 0.04 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	$\phi$ : 1.89 °			



#### NOTES

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

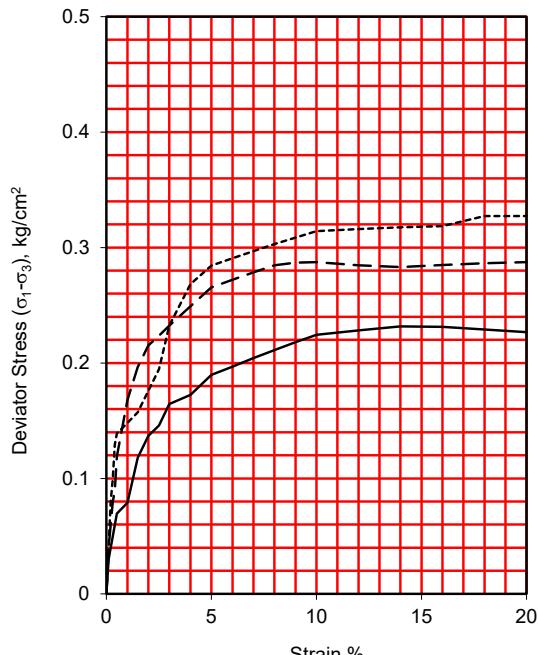


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafiqa No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

**TRIAXIAL COMPRESSION TEST**

Project : Soil Investigasi Depth : 1.00 m  
                  Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet Date : 1 Agustus 2023  
Location : Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan Made by : Tim Lab Mektan  
Sample : P2 Kering

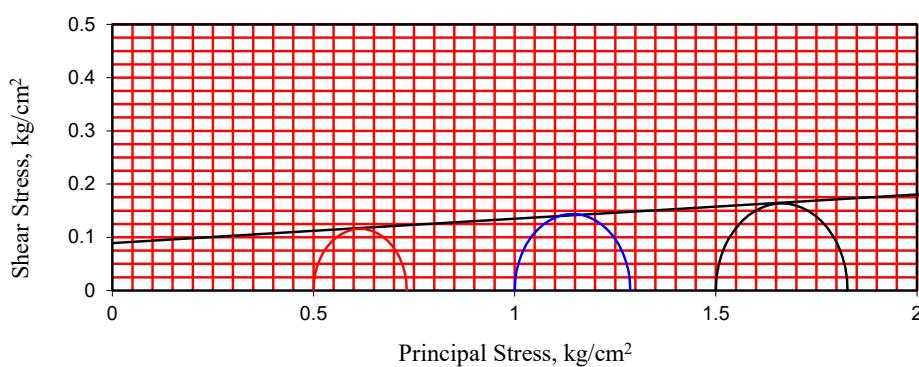
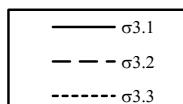


*Description of soil*

Test condition : *UU/EU/CD*

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.57	1.64	1.63
	Moisture,%	78.83	79.52	82.53
	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	0.88	0.91	0.89
AFTER	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
CONSOLID	Moisture,%			
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
COMPRESS	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
ION	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
STAGE	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
FAILURE	Strain %	14.00	20.00	18.00
CONDI	$(\sigma_1 - \sigma_3)_u$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.23	0.29	0.33
TIONS	$u_p$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma'_f$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.73	1.29	1.83
SHEAR STRENGTH	c : 0.09 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	φ : 2.62 °			



**NOTES**

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

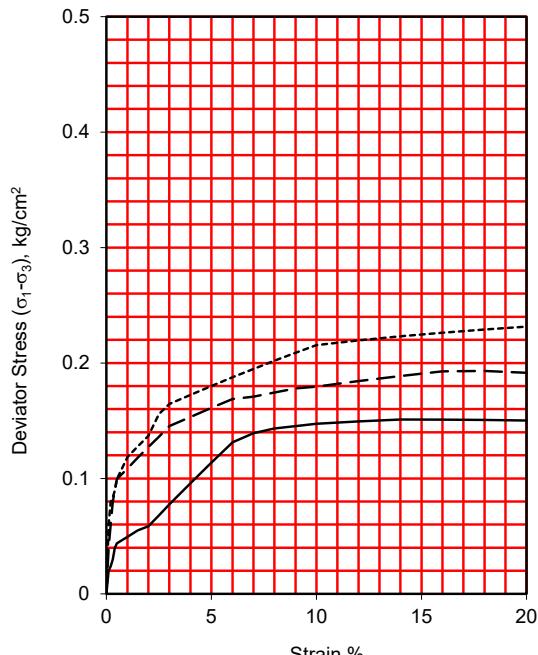


UNIVERSITAS GADJAH MADA FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL DAN LINGKUNGAN  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**

Jalan Grafiqa No. 2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281  
Telp. (0274) 545675 <http://tsipil.ugm.ac.id>; Email: [tsipil.ft@ugm.ac.id](mailto:tsipil.ft@ugm.ac.id)

### TRIAXIAL COMPRESSION TEST

Project	: Soil Investigasi	Depth	: 1.00 m
Location	Studi Penanganan Abrasi Daerah Aliran Sungai Aswet	Date	: 7 Agustus 2023
Sample	: Distrik Agats, Kab. Asmat, Papua Selatan	Made by	: Tim Lab Mektan
	: 4 SAR		

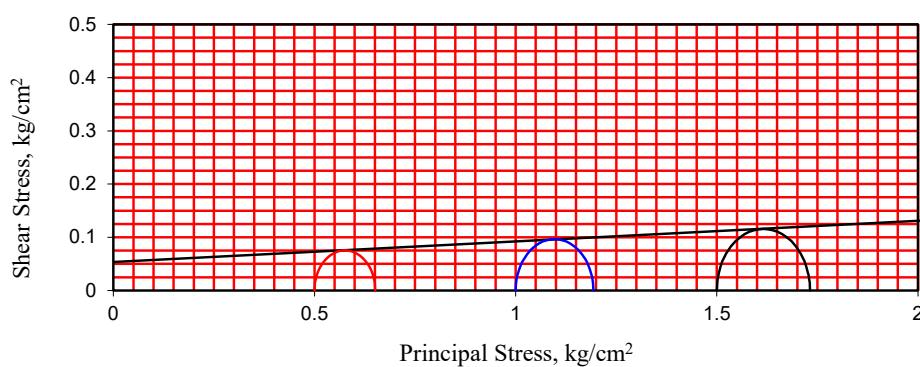
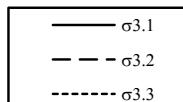


#### Description of soil

Test condition : UU/ CU/CD

Type of specimen :

SPECIMEN	1	2	3	
DIMEN	Diameter, mm	35	35	35
SIONS	Length, mm	70	70	70
INITIAL	Density,Mg/m <sup>3</sup>	1.66	1.66	1.66
	Moisture,%	78.74	76.13	78.05
	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>	0.93	0.94	0.93
AFTER	Density,Mg/m <sup>3</sup>			
CONSOLID	Moisture,%			
ATION	Dry Density,Mg/m <sup>3</sup>			
COMPRESS	Cell pressure,kg/cm <sup>2</sup>	0.50	1.00	1.50
ION	Initial pwp,kg/cm <sup>2</sup>			
STAGE	Rate of strain,%/hour	65.14	65.14	65.14
FAILURE	Strain %	14.00	18.00	20.00
CONDI	$(\sigma_1 - \sigma_3)_u$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.15	0.19	0.23
TIONS	$\sigma_u$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma'_{3,f}$ ,kg/cm <sup>2</sup>			
	$\sigma_{lf}$ ,kg/cm <sup>2</sup>	0.65	1.19	1.73
SHEAR STRENGTH	c : 0.05 kg/cm <sup>2</sup>			
PARAMETERS	φ : 2.22 °			



#### NOTES

Stress/strain curves corrected for  
area change   
membrane

## Lampiran: Histori alur persetujuan

No	Jabatan	Nama	Jenis	Tanggal Disetujui
1	Sekretaris Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan	Prof. Dr.Eng. Muhammad Zudhy Irawan, S.T., M.T.	Tanda Tangan	Rabu, 16 Agustus 2023 12:27

Diajukan oleh Mukti Prihantini,A.Md.



*Dokumen ini telah melalui proses approval secara daring sebelum QR Code dibubuhkan.  
Scan QR Code yang ada di setiap halaman dokumen ini untuk verifikasi.*