



ANALISIS GC-MS SENYAWA BIOAKTIF PENCEGAH PENYAKIT DEGENERATIF EKSTRAK ETANOL KULIT BUAH JAMBLANG (*Syzygium cumini*)

EVALUASI PENERAPAN *SAFETY CLIMATE* MENGGUNAKAN NOSAQ-50 DI PERUSAHAAN PERKEBUNAN PT XYZ)

APLIKASI PROGRAM *HEC-RAS 5.0.3* PADA STUDI PENANGANAN BANJIR

RE-DESKRIPSI *LEUCOPTERMES LEUCOPS*; *SUBULITERMES-GROUP* (ISOPTERA, TERMITIDAE, NASUTITERMITINAE) DI STASIUN PENELITIAN SUAQ BALIMBING, ACEH SELATAN

POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH MINYAK JELANTAH KOTA BANDA ACEH SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF (BIODIESEL)

PEMBUATAAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI POLIMER ALAMI

CHEMICAL ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF SEAWEED CULTURE IN PULO RAYA, KABUPATEN ACEH JAYA, ACEH PROVINCE

VALORISASI PANKREAS IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) UNTUK PRODUKSI ENZIM LIPASE



# **Elkawnie**

## **Journal of Islamic Science and Technology**

ISSN : 2460-8912

E-ISSN : 2460-8920

Volume 4, Nomor 2, Desember 2018

---

Terbit 2 kali setahun, Juni dan Desember. Elkawnie merupakan jurnal Integrasi keilmuan Sains dan Teknologi dengan Islam yang mencakup riset dan teknologi dalam bidang kajian Arsitektur, Biologi, Kimia, Teknik Lingkungan, Teknologi Informasi dan Komunikasi, Teknik Fisika serta bidang sains dan teknologi lainnya. Secara khusus jurnal Elkawnie membahas perkembangan riset dan teknologi dalam memberikan kontribusi pembangunan sebagai bagian dari sumbangsih pemikiran ilmuwan muslim dalam lingkup akademis.

---

### **Penanggung Jawab**

Khairiah Syahabuddin, *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*

### **Editor in Chief**

Hendri Ahmadian, *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*

### **Editors**

Mustanir Yahya (*Universitas Syiah Kuala, Indonesia*)

Aster Rahayu (*Gifu University, Jepang*)

Rahman Jaya (*Kementerian Pertanian, Indonesia*)

Muhammad Asril (*ITERA, Indonesia*)

Zulfan Arico (*Universitas Samudra, Indonesia*)

Mulyadi Abdul Wahid (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

M. Ridwan Harahap (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Arif Sardi (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Riza Aulia Putra (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Ima Dwitawati (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Husnawati Yahya (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Ghufran Ibnu Yasa (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

### **Sekretariat**

T. Ade Vidyan M. (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Saiful Hadi (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

---

Diterbitkan oleh Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh

Jl. Lingkar Kampus Kopelma Darussalam

Banda Aceh, Telp. 0651-7552922, Email: [elkawnie@ar-raniry.ac.id](mailto:elkawnie@ar-raniry.ac.id)

Website: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie>

## DAFTAR ISI

1. Analisis GC-MS Senyawa Bioaktif Pencegah Penyakit Degeneratif Ekstrak Etanol Kulit Buah Jamblang (*Syzygium cumini*)
  - Ayu Nirmala Sari, Kusdianti & Diky Setya Diningrat ~ 1
2. Evaluasi Penerapan *Safety Climate* Menggunakan NOSAQ-50 di Perusahaan Perkebunan PT XYZ
  - Chalis Fajri Hasibuan & Nurhamidah Rizki Lubis ~ 15
3. Aplikasi Program *HEC-RAS* 5.0.3 pada Studi Penanganan Banjir
  - Ichsan Syahputra & Cut Rahmawati ~ 27
4. Re-Deskripsi *Leucopitermes leucops*; *Subulitermes*-Group (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) di Stasiun Penelitian SUAQ Balimbing, Aceh Selatan
  - Ernilasari, Syaukani & Jauharlina ~ 41
5. Potensi Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Kota Banda Aceh Sebagai Sumber Energi Alternatif (Biodiesel)
  - Juliansyah Harahap & Yullia ~ 51
6. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Polimer Alami
  - Khairun Nisah ~ 65
7. Chemical Analysis of Environmental Conditions of Seaweed Culture in Pulo Raya, Kabupaten Aceh Jaya, Aceh Province
  - Muhammad Ridwan Harahap ~ 77
8. Valorisasi Pankreas Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Untuk Produksi Enzim Lipase
  - Vivi Martina, Fitriani, Tisna Harmawan & Goldha Maulla Hildayani ~ 89

## **APLIKASI PROGRAM HEC-RAS 5.0.3 PADA STUDI PENANGANAN BANJIR**

Ichsan Syahputra  
Prodi Teknik Sipil Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia  
Ichsansyahputra\_sipil@abulyatama.ac.id<sup>1</sup>  
<http://abulyatama.ac.id/>

Cut Rahmawati  
Prodi Teknik Sipil Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia  
cutrahmawati@abulyatama.ac.id  
<http://abulyatama.ac.id/>

**Abstract:** Krueng Tukah River with a catchment area 59.51 Km<sup>2</sup> and length is 25 km and downstream into the Malacca Strait. The Krueng Tukah River experienced changes in river conditions, land use and population growth so that the river no longer functioned optimally. Floods on the Krueng Tukah River caused damage to buildings, agricultural land and the environment. This happened in Pidie District, especially in the Krueng Tukah catchment area. This study aims to analyze the bankfull capacity of the Krueng Tukah river to accommodate return period Q2, Q5, Q10, Q25 to Q50 years with the HEC-RAS 5.0.3 Program and provide solutions to flood problems the river. The method used is a case study. The research locations were the Krueng Tukah River, Sigli City, Pidie District, Aceh. Primary data was obtained by topographic surveys and field observation of river conditions and interviews. Secondary data in the form of rainfall data from Keumala Station, Bakti City and Padang Tiji. The results showed that R2 rainfall was 94.85 mm, R5 = 125.56 mm, R10 = 48.65 mm, R25 = 181.21 mm and R50 = 211.82 mm. Flow discharge was obtained at Q2 = 59.28 m<sup>3</sup> / sec, Q5 = 96.05 m<sup>3</sup> / sec, Q10 = 123.71 m<sup>3</sup> / sec, Q25 = 155.52 m<sup>3</sup> / det and Q50 = 201.47 m<sup>3</sup> / sec. The calculation results, it was that the Krueng Tukah River was unable to accommodate floods more than Q25 years. Handling the normalization of rivers and retention ponds is an effort to handle the floods of the Krueng Tukah river that must be done.

**Abstrak:** Sungai Krueng Tukah memiliki DAS 59,51 Km<sup>2</sup> dan panjang 25 Km serta bermuara di Selat Malaka. Sungai Krueng Tukah mengalami perubahan kondisi sungai, tataguna lahan dan pertumbuhan penduduk sehingga sungai tidak lagi berfungsi secara optimal. Banjir pada Sungai Krueng Tukah menimbulkan kerusakan bangunan, lahan pertanian, dan lingkungan hidup. Hal ini terjadi di Kabupaten Pidie, khususnya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Krueng Tukah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan volume tampang sungai Krueng Tukah dalam menampung debit periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25 sampai Q50 tahun dengan menggunakan Program HEC-RAS 5.0.3 dan 1. Ichsansyahputra\_sipil@abulyatama.ac.id

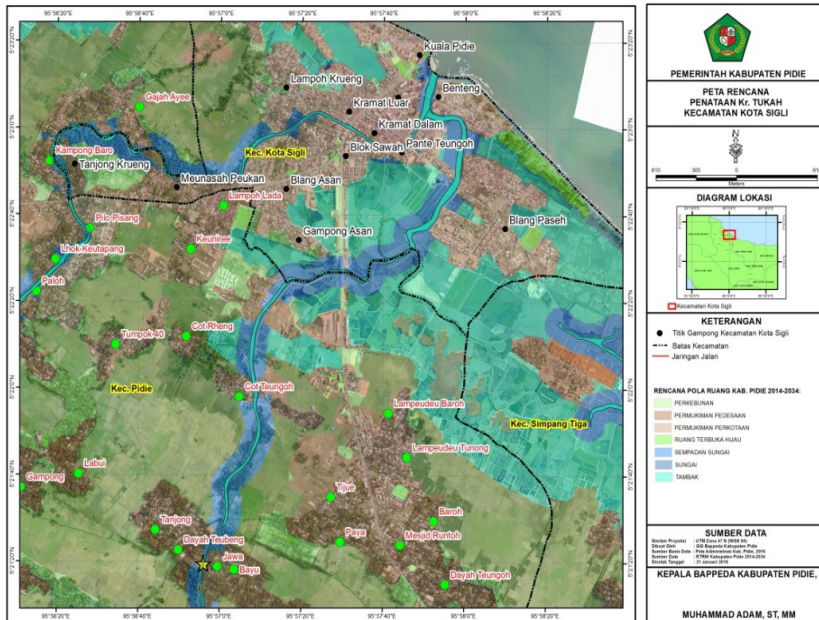
memberikan solusi persoalan banjir yang ada di sepanjang sungai. Metode yang digunakan adalah studi kasus. Lokasi penelitian adalah Sungai Krueng Tukah, Kota Sigli, Kabupaten Pidie, Aceh Data primer diperoleh dengan melakukan survei topografi dan pengamatan langsung kondisi sungai dan wawancara. Data sekunder berupa data curah hujan dari stasiun Keumala, Kota Bakti dan Padang Tiji. Hasil penelitian menunjukkan Curah hujan R2 sebesar 94,85 mm, R5=125,56 mm, R10= 48.65 mm, R25=181,21 mm dan R50=211,82 mm. Debit banjir diperoleh sebesar Q2=59,28 m<sup>3</sup>/det, Q5=96,05 m<sup>3</sup>/det, Q10=123,71 m<sup>3</sup>/det, Q25=155,52 m<sup>3</sup>/det dan Q50=201,47 m<sup>3</sup>/det. Dari hasil perhitungan terlihat Sungai Krueng Tukah tidak mampu menampung banjir lebih dari Q25 tahun. Penanganan normalisasi sungai dan kolam retensi adalah upaya penanganan banjir sungai Krueng Tukah yang harus dilakukan.

**Keyword:** *River*, Krueng Tukah, *HEC-RAS*

## 1. Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku sehingga keberadaannya sangat penting dalam menunjang kehidupan manusia. Seiring dengan perubahan kondisi di wilayah sungai, perubahan tataguna lahan dan pertumbuhan penduduk membuat sungai tidak lagi berfungsi secara optimal, sehingga mengakibatkan banyak dampak kerugian. Banjir tidak hanya menyebabkan kerusakan pada bangunan, lahan pertanian, sarana dan prasarana, lingkungan hidup tetapi juga merusak tata kehidupan masyarakat (Alfieri et al., 2018) due to the large population exposure in the floodplains and the lack of adequate flood protection measures. Preparedness and monitoring are effective ways to reduce flood risk. State-of-the-art technologies relying on satellite remote sensing as well as numerical hydrological and weather predictions can detect and monitor severe flood events at a global scale. This paper describes the emerging role of the Global Flood Partnership (GFP (Akter, Quevauviller, Eisenreich, & Vaes, 2018) economic and communicative water management instruments. Within the European Union (EU. Banjir terjadi di kawasan-kawasan yang manajemen sumber daya air tidak dikelola dengan baik (Kheradmand, Seidou, Konte, & Barmou Batoure, 2018).

Sungai Krueng Tukah yang melintasi Kota Sigli mulai dari hulu hingga ke muara merupakan kawasan banjir akibat luapan sungai. Pada lokasi banjir terdapat permukiman penduduk sehingga ketika terjadinya luapan sungai banyak menimbulkan kerugian. Banjir yang terjadi disebabkan karena meluapnya sungai dan berkurangnya daerah resapan air. Peta lokasi Krueng Tukah Kabupaten Pidie seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Krueng Tukah

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan volume tampang sungai Krueng Tukah dalam menampung debit periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25 sampai Q50 tahun dengan menggunakan Program HEC-RAS 5.0.3 dan memberikan solusi persoalan banjir yang ada di sepanjang sungai. Curah hujan rencana didapat dengan menggunakan distribusi Log Pearson III, untuk mengetahui debit banjir periode ulang digunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Gama I, sedangkan untuk mengetahui kemampuan kapasitas volume tampang sungai digunakan program HEC-RAS 5.0.3.

## 2. Studi Literatur

Banjir merupakan peristiwa yang terjadi ketika aliran air melebihi daya tampung sungai dan saluran, aliran yang relatif tinggi dan merendam daratan (Siregar & Indrawan, 2017). Daerah banjir rancangan debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya (Wigati, Sudarsono, & Cahyani, 2016). Banjir rancangan dapat diperoleh melalui kegiatan analisis hidrologi yang hasilnya berupa debit banjir maksimum, volume banjir, dan hidrograf banjir (Rapar, Mananoma, Wuisan, & Binilang, 2014).

*Eco-engineering* dalam konsep ekohidrolik juga merupakan salah satu unsur dalam konsep “*One River One Plan and One Integrated Management*” (satu sungai satu perencanaan dan pengelolaan secara integral). Pengelolaan secara integral ini, seharusnya bukan hanya diartikan secara administratif dari hulu sampai ke hilir, namun juga harus diartikan secara substantif menyeluruh menyangkut semua aspek yang berhubungan dengan sungai (Ishak, 2012). Dalam menangani permasalahan yang berhubungan dengan sungai, wajib dilihat secara menyeluruh semua komponen yang berhubungan dengan sistem sungai tersebut baik komponen fisik maupun non fisik, biotik maupun abiotik dan dari hulu (pegunungan) sampai ke hilir (muara) (Agus, 2014).

Tujuan analisis hidraulika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas alur dan profil muka air sungai terhadap banjir dengan suatu kala ulang tertentu, sehingga dapat diketahui tinggi muka air maksimum yang terjadi di sepanjang sungai yang ditinjau dengan menggunakan program *HEC-RAS 5.0.3* (Gibson, Sánchez, Piper, & Brunner, 2017). Program *HEC-RAS* tersebut memiliki empat komponen model satu dimensi (Gibson, Comport, & Corum, 2017):

- 1) Hitungan profil muka air aliran permanen.
- 2) Simulasi aliran tak permanen
- 3) Hitungan transpor sedimen, dan
- 4) Hitungan kualitas air.

*HEC-RAS* adalah sistem yang didesain untuk penggunaan dalam berbagai lingkungan. *HEC-RAS* juga merupakan pemodelan

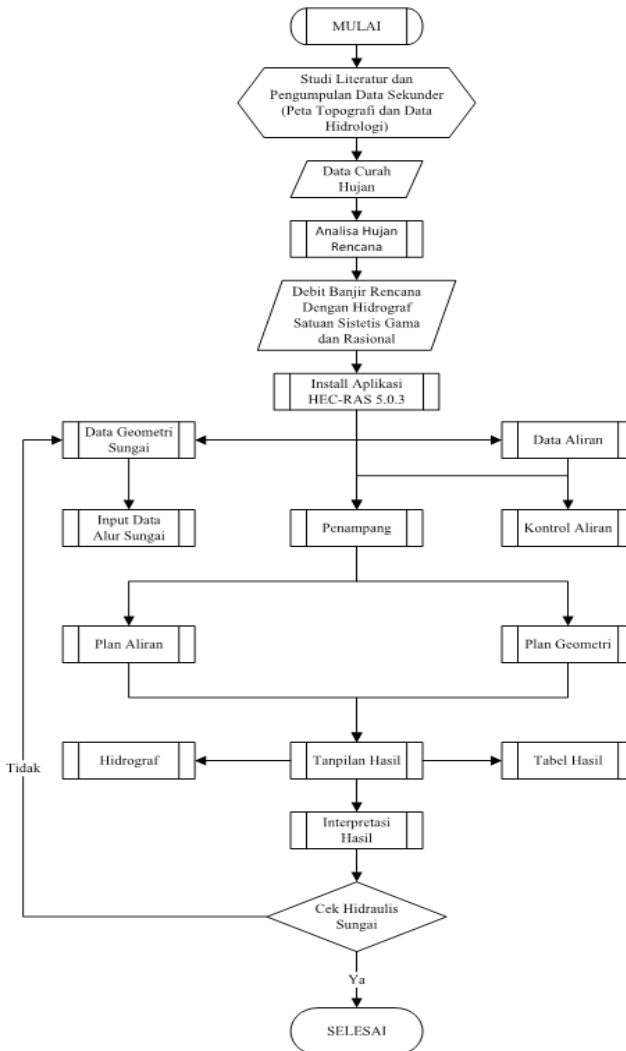
sistem sungai digunakan untuk membantu perhitungan hidraulik satu dimensi untuk sistem saluran alam maupun saluran buatan (HEC, 2002) (Nanlohy, Jayadi, & Istiarto, 2008) (Drake, Bradford, & Joy, 2010).

### **3. Metodologi**

Penelitian ini menggunakan data primer berupa hasil wawancara dengan masyarakat dan BAPPEDA Kabupaten Pidie. Selain itu juga dilakukan pengamatan langsung kondisi sungai. Berdasarkan informasi dari masyarakat sekitar sungai Krueng Tukah sering terjadi banjir di daerah muara pertemuan antara Sungai Krueng Tukah dan Sungai Krueng Tangse. Pengukuran topografi dilakukan untuk mengetahui dimensi tampang sungai. Pengamatan ini dilakukan di beberapa wilayah yang ditinjau.

Metode yang digunakan dalam menganalisis data pada penelitian ini yaitu penentuan debit banjir periode ulang dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Gama I dan analisa hidrolika sungai dengan menggunakan program *HEC-RAS 5.0.3* (“Headquarters U.S. Army Corps of Engineers,” n.d.). Proses desain melalui beberapa tahapan seperti input data curah hujan, geometri sungai, data aliran dan data alur sungai, kemudian dilanjutkan dengan analisis dan interpretasi hasil. Selengkapnyabagan alir proses seperti pada Gambar 2.





Gambar 2. Bagan alir analisa banjir

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Data curah hujan diperoleh dari stasiun Keumala, Kota Bakti dan Padang Tiji selama 28 tahun dimana curah hujan periode ulang dihitung dengan distribusi Log Pearson III dimana  $R2 = 94,85$  mm,  $R5 = 125,56$  mm,  $R10 = 148,65$  mm,  $R25 = 181,21$  mm dan  $R50 = 211,82$  mm.

### a. Analisa Hujan Rencana.

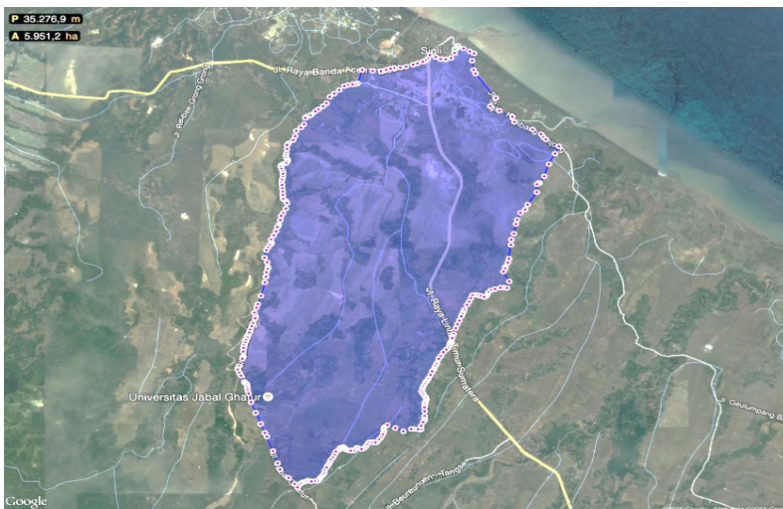
Hujan rencana periode ulang pada penelitian ini dianalisa dengan menggunakan distribusi Log Pearson III. Hasil seperti terlihat pada Tabel 1. Pada periode ulang 50 tahun curah hujan rencana sebesar 211,82 mm sedangkan pada periode ulang 100 tahun sebesar 237,08 mm.

Tabel 1. Curah hujan rencana

Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan (mm)
2	94.85
5	125.56
10	148.65
25	181.21
50	211.82
100	237.08

### b. Debit Banjir Rencana.

Perhitungan debit banjir rencana periode ulang menggunakan metode HSS Gama I dengan luas DAS Krueng Tukah 59,51 Km<sup>2</sup> (ditampilkan dalam Gambar 3). Dalam penelitian ini debit banjir merupakan parameter hidrologi yang menjadi data masukan pada program *HEC-RAS*.



Gambar 3. Daerah Aliran Sungai Krueng Tukah

Berdasarkan Tabel 2 terlihat, debit banjir periode ulang 50 tahun sebesar 201,47 m<sup>3</sup>/det meningkat pada periode ulang 100 tahun menjadi 232,56 m<sup>3</sup>/det.

Tabel 2. Debit Banjir Periode Ulang

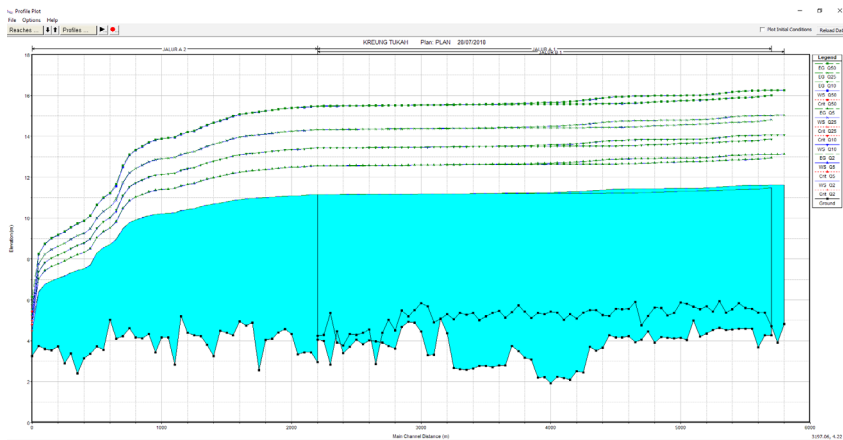
Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)
2	59.28
5	96.05
10	123.71
25	155.52
50	201.47
100	232.56

### c. Analisa Software HEC-RAS 5.0.3.

Hubungan antara nilai debit banjir rencana periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25 sampai Q50 tahun dan data geometri tampang melintang sungai menghasilkan informasi kondisi aliran di sepanjang sungai, dimana dapat diketahui lokasi-lokasi yang mengalami luapan banjir dan kondisi batas (*Boundary Condition*) di bagian muara sungai menggunakan nilai pasang tertinggi air laut yang pernah terjadi pada elevasi +1.30 m.

Tabel 3. Asumsi Pembagian Debit Banjir Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir (m <sup>3</sup> /det)		
	Sungai Krueng Tukah Jalur A (2 Hilir – HEC RAS)	Sungai Krueng Tukah Jalur A (1 Hulu – HEC RAS)	Sungai Krueng Beurabo Jalur B (1 Hulu – HEC RAS)
	100% (0-2200 m)	40% (2200-5750 m)	40% (0-3600 m)
2	59.28	23.71	23.71
5	96.05	38.42	38.42
10	123.71	49.48	49.48
25	155.52	62.21	62.21
50	201.47	80.59	80.59
100	232.56	93.02	93.02

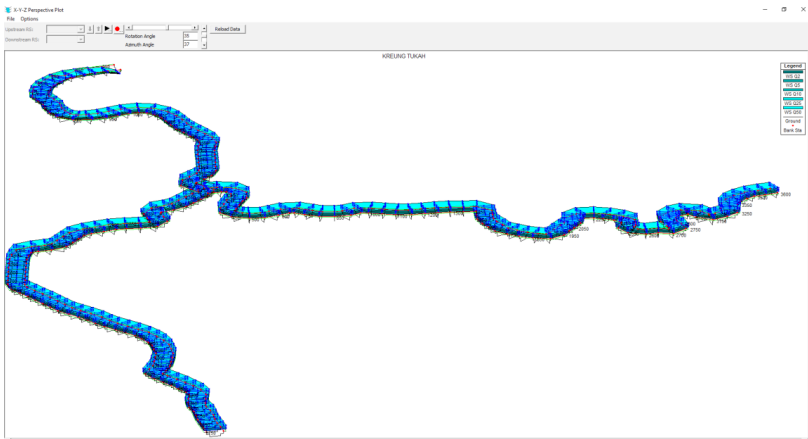


Gambar 4. Profil Memanjang Kondisi Eksisting Sungai

Gambar 4 memperlihatkan kondisi eksisting sungai Krueng Tukah. Hasil ini didapat dari survei topografi dan aplikasi pada Program HEC-RAS. Dari data tersebut diketahui bahwa luapan air di Sungai Krueng Tukah terjadi karena adanya debit banjir yang besar dari hulu, tanpa disertai upaya pengendalian. Berdasarkan analisis hidrolika, diketahui bahwa kapasitas sungai Krueng Tukah dan cabang sungainya pada kondisi eksisting tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana.

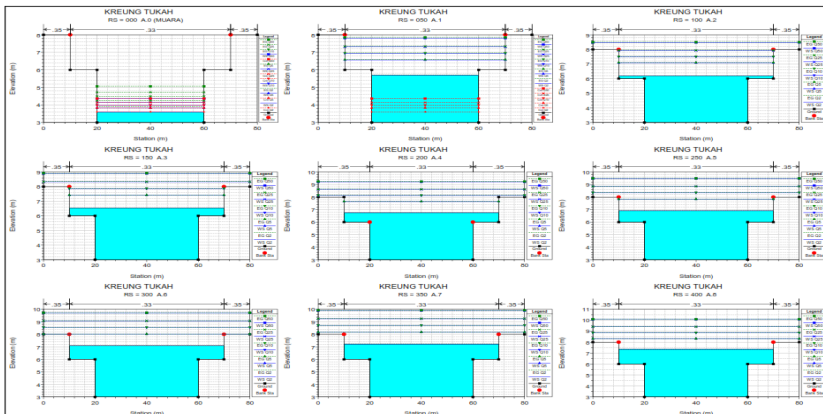
#### d. Penanganan/Normalisasi Sungai.

Setelah dilakukan rekayasa teknis terhadap geometri tampang melintang sungai yaitu lebar sungai utama 40 m, kedalaman sungai utama 3 m, lebar bantaran kiri 10 m dan lebar bantaran kanan 10 m, tinggi bantaran kiri dan kanan 2 m dan tinggi jagaan banjir 2 m, maka diperoleh kondisi aliran di sepanjang sungai yang telah mengalami pengaturan sehingga aliran di sepanjang sungai tidak meluap ke kiri dan kanan dari badan sungai hanya mampu menampung kapasitas sungai sampai debit banjir periode ulang Q25 tahun. Hasil pemodelan normalisasi seperti ditunjukkan pada Gambar 5.

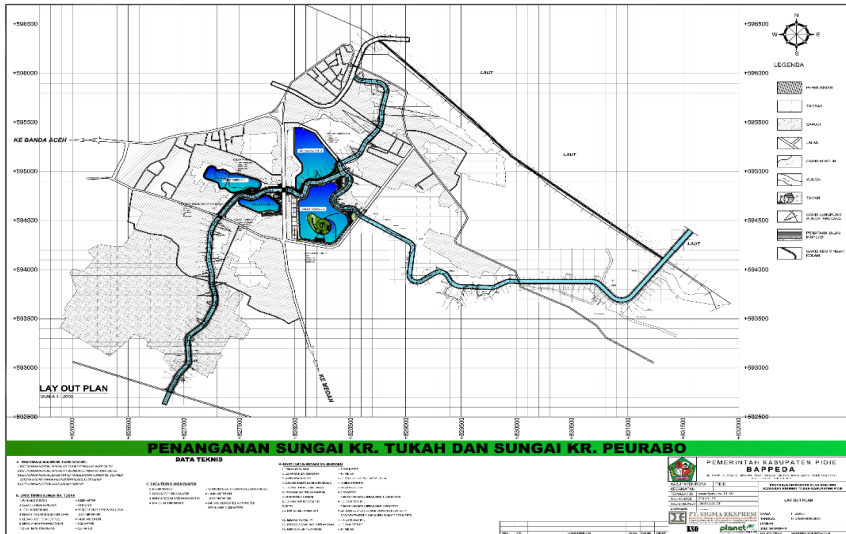


Gambar 5. Model Kondisi Setelah Penanganan/Normalisasi Sungai

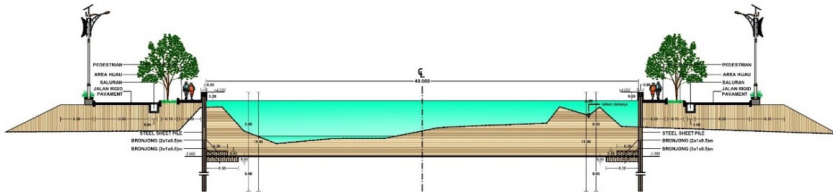
Setelah dilakukan normalisasi sungai dan peninggian tanggul (Gambar 6, 7, dan 8) yaitu lebar sungai utama 40 m, kedalaman sungai utama 3 m, lebar bantaran kiri 10 m dan lebar bantaran kanan 10 m, tinggi bantaran kiri dan kanan 2 m dan tinggi jagaan banjir 2 m, terjadi penurunan muka air yang cukup signifikan.



Gambar 6. Profil Melintang Setelah Penanganan/Normalisasi Sungai



Gambar 7. Layout Sungai Setelah Penanganan/Normalisasi



Gambar 8. Tipikal Sungai Setelah Penanganan/Normalisasi

## 5. Kesimpulan

1. Debit banjir Sungai Krueng Tukah dihitung dengan metode HSS Gama I diperoleh  $Q_2=73,58 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_5=97,40 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{10}=115,31 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $Q_{25}=140,58 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $Q_{50}=164,32 \text{ m}^3/\text{det}$ .
2. Kondisi dengan debit banjir periode ulang  $Q_2$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{25}$  dan  $Q_{50}$  tahun memberi gambaran bahwa sebagian besar penampang Sungai Krueng Tukah dan cabang sungainya tidak dapat menampung debit banjir tersebut.
3. Diperlukan upaya pengendalian banjir. Meskipun debit berkurang, tetapi masih terjadi luapan air di beberapa bagian

penampang sungai. Oleh karena itu diperlukan perbaikan penampang sungai dan peninggian tanggul untuk menambah kapasitas sungai, sehingga luapan dapat teratasi.

4. Sungai Krueng Tukah hanya mampu menampung debit banjir hingga periode ulang Q25 tahun.
5. Selain penanganan banjir dengan normalisasi sungai, perkuatan tebing sungai yang tegak direkomendasikan menggunakan konstruksi *Sheet Pile*, dimana jenis materialnya tergantung kepada kondisi lapisan tanah baik bagian tebing maupun bagian lapisan dalam.

## Daftar Kepustakaan

- Agus, M. (2014). *Menangani Banjir*. Yogyakarta: UGM Press.
- Akter, T., Quevauviller, P., Eisenreich, S. J., & Vaes, G. (2018). Impacts of climate and land use changes on flood risk management for the Schijn River, Belgium. *Environmental Science & Policy*, 89, 163–175.
- Alfieri, L., Cohen, S., Galantowicz, J., Schumann, G. J.-P., Trigg, M. A., Zsoter, E., ... Salamon, P. (2018). A global network for operational flood risk reduction. *Environmental Science & Policy*, 84, 149–158.
- Drake, J., Bradford, A., & Joy, D. (2010). Application of HEC-RAS 4.0 temperature model to estimate groundwater contributions to Swan Creek, Ontario, Canada. *Journal of Hydrology*, 389(3–4), 390–398.
- Gibson, S., Comport, B., & Corum, Z. (2017). Calibrating a Sediment Transport Model through a Gravel-Sand Transition: Avoiding Equifinality Errors in HEC-RAS Models of the Puyallup and White Rivers. In *World Environmental and Water Resources Congress 2017* (pp. 179–191). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- Gibson, S., Sánchez, A., Piper, S., & Brunner, G. (2017). New One-Dimensional Sediment Features in HEC-RAS 5.0 and 5.1. In *World Environmental and Water Resources Congress 2017* (pp. 192–206). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- Headquarters U.S. Army Corps of Engineers. (n.d.). Retrieved September 20, 2017, from <https://www.usace.army.mil/>
- Ishak, M. G. (2012). Konsep Penanganan Alur di Belokan Dalam Rangka Pengelolaan Sungai di Sulawesi Tengah. *Media LITBANG SULTENG*, 3(1).
- Kheradmand, S., Seidou, O., Konte, D., & Barmou Batoure, M. B. (2018). Evaluation of adaptation options to flood risk in a probabilistic framework. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 19(March), 1–16.
- Nanlohy, B. J. ., Jayadi, R., & Istiarto, I. (2008). Studi Alternatif Pengendalian Banjir Sungai Tondano di Kota Manado. *Civil*



*Engineering Forum Teknik Sipil*, 18(1), 756–767.

- Rapar, S. M. E., Mananoma, T., Wuisan, E. M., & Binilang, A. (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statik*, 2(2).
- Siregar, R. I., & Indrawan, I. (2017). Studi Komparasi dan Pemodelan 1-D (Satu Dimensi) dan 2-D (Dua Dimensi) dalam Memodelkan Banjir DAS Citarum Hulu. *Jurnal Education Building*, 3(2), 31–37.
- Wigati, R., Sudarsono, S., & Cahyani, I. D. (2016). Analisis Banjir Menggunakan Software SOFTWARE HEC-RAS 4.1 (Studi kasus sub DAS Cisimeut hilir HM 0+00 Sampai dengan HM 69+00). *Jurnal Fondasi*, 5(1).