



ITS

Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC145501

NORMALISASI KALI LAMONG SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN BANJIR DI GRESIK

HAFIDZ FIRMANDA NADZMI

NRP. 3112 030 096

DIAN ARIEF PRAMUDYA PRATOMO

NRP. 3112 030 116

Dosen Pembimbing

Tatas, MT.

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015



APPLIED FINAL PROJECT - RC145501

REDESIGN OF LAMONG RIVER TO DECREASE FLOOD IN GRESIK

HAFIDZ FIRMANDA NADZMI

NRP. 3112 030 096

DIAN ARIEF PRAMUDYA PRATOMO

NRP. 3112 030 116

Supervisor

Tatas, MT.

Diploma III

Civil Engineering Department

Faculty of Civil Engineering and Planning

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

NORMALISASI KALI LAMONG SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN BANJIR DI GRESIK

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md)
pada

Bidang Studi Bangunan Air
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh:

Mahasiswa II



Dian Arief Pramudya Pratomo

NRP. 3112 030 116

Mahasiswa I



Hafidz Firmando Nadzmi

NRP. 3112 030 096

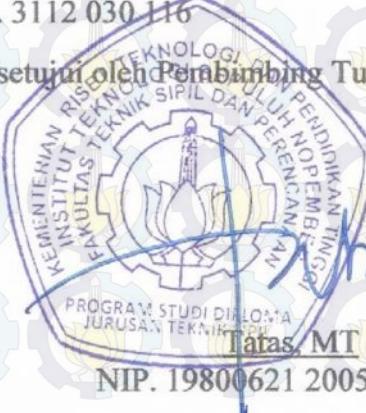
Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir Terapan:

13 JUL 2015



Tatas, MT

NIP. 19800621 200501 1 002



SURABAYA, JULI 2015

NORMALISASI KALI LAMONG SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN BANJIR DI GRESIK

| | | |
|------------------|---|-----------------------------------|
| Nama Mahasiswa | : | Hafidz Firmando Nadzmi |
| NRP | : | 3112 030 096 |
| Nama Mahasiswa | : | Dian Arief Pramudya Pratomo |
| NRP | : | 3112 030 116 |
| Jurusan | : | Diploma III Teknik Sipil FTSP-ITS |
| Dosen Pembimbing | : | Tatas, MT. |

Abstrak

Kali Lamong merupakan bagian dari satuan wilayah Sungai Bengawan Solo yang dikelola oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo. Cakupan batas DAS Kali Lamong berada di wilayah Kabupaten Lamongan, Mojokerto, Gresik dan Kota Madya Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Saat musim penghujan tiba, debit Kali Lamong cenderung besar dan seringkali terjadi banjir yang menggenangi 3 – 4 kecamatan di Kabupaten Gresik. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu terobosan berupa normalisasi sebagaimana yang dibahas dalam Tugas Akhir Terapan ini. Tujuan utama Tugas Akhir Terapan ini adalah merencanakan normalisasi sebagai upaya pengendalian banjir Kali Lamong secara struktural sehingga dampak kerugian akibat banjir dapat diminimalisir. Tahap penentuan alternatif penanggulangan banjir dilakukan analisis hidrologi dengan hitungan stastistik dan analisis hidraulika menggunakan pemodelan perangkat lunak HEC RAS 4.1.0 dengan perencanaan debit maksimum awal adalah 25 tahunan. Berdasarkan hasil analisis, diketahui jika dengan metode normalisasi menggunakan tanggul dan pengerukan dasar saluran, diperoleh penurunan debit banjir Kali Lamong yaitu dari $Q_{25} = 458,95 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $Q_{25} = 7,87 \text{ m}^3/\text{detik}$ di daerah Benjeng dan dari $Q_{25} = 1421,53 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $Q_{25} = 318,79 \text{ m}^3/\text{detik}$ di daerah Cerme. Dengan demikian diperlukan normalisasi penampang sungai, penambahan tanggul sungai dan waduk atau boezem

untuk menanggulangi banjir di Kabupaten Gresik khususnya Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme.

Kata Kunci: Kali Lamong, Normalisasi, Debit Banjir, Penampang Rencana, Tanggul

REDESIGN OF LAMONG RIVER TO DECREASE FLOOD IN GRESIK

Student's Name

: Hafidz Firmando Nadzmi

NRP

: 3112 030 096

Student's Name

: Dian Arief Pramudya Pratomo

NRP

: 3112 030 116

Department

: Diploma III Teknik Sipil FTSP-ITS

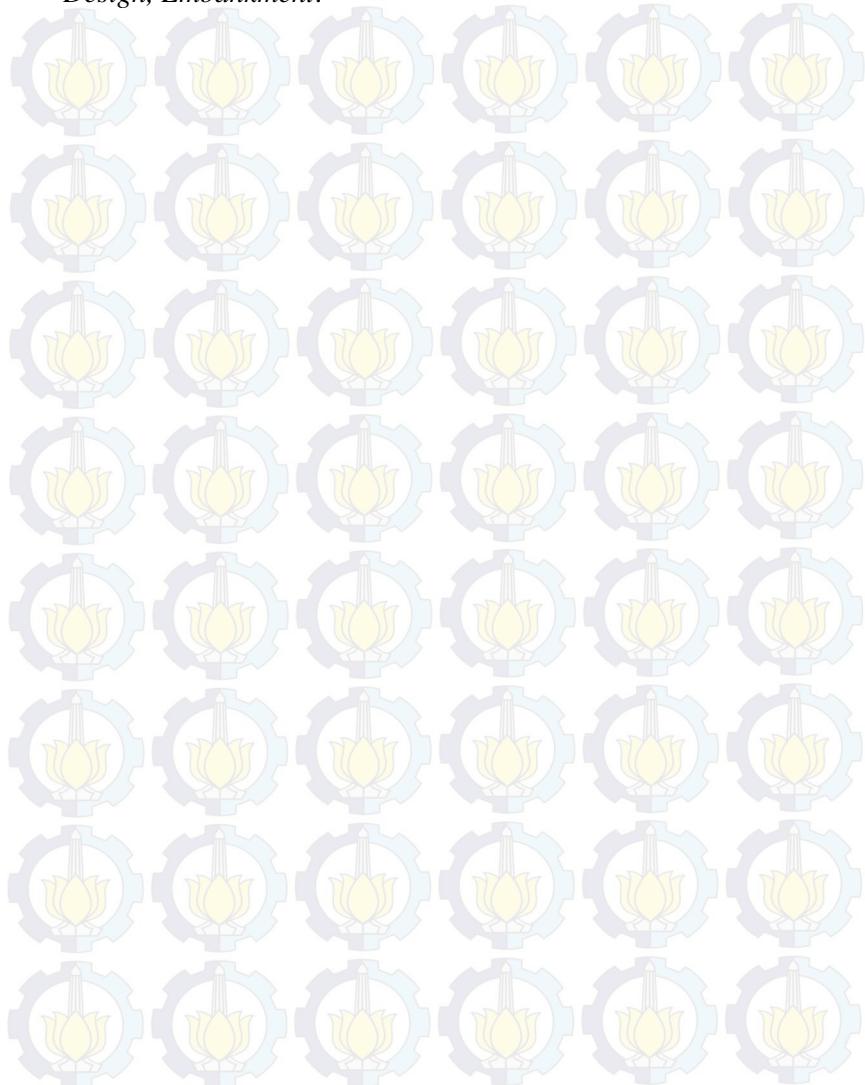
Supervisor

: Tatas, MT.

Abstract

Lamong River is a path of Bengawan Solo System's zone which has been managed by Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo. Lamong river's catchment area is including Lamongan, Mojokerto, Gresik Regency, and Surabaya City, East Java Province. When rainy seasons appeared, the flood of Lamong River oftenly happens and inundate 3-4 districts in Gresik Regency. Therefore we did this Applied Final Project as innovation such as re-designing the cross sections's profile of the river. The main goal of this final assignment is planning a normalization as some efforts to restraints Kali Lamong's flood structurally, so the consequences of the flood can be minimalized. The alternative step for restraining the flood is analyzing the hydrology with statistic math. Then the hydraulics aspect is analyzed and modeled by HEC-RAS 4.1.0 software with maximum flow rates of 25 years. The results showed if with the embankment and dredging methods on cross section's profile, the flow rate of Lamong River can be reduced. The reduced flow rates are from $Q_{25} = 458,95 \text{ m}^3/\text{s}$ to $Q_{25} = 7,87 \text{ m}^3/\text{s}$ in Benjeng district and on Cerme district's flowrate reduced from $Q_{25} = 1421,53 \text{ m}^3/\text{s}$ to $Q_{25} = 318,79 \text{ m}^3/\text{s}$. Finally, the redesigning the cross section's profile, added embankments and basin or boezem are needed to decrease flood in Gresik especially on Cerme and Benjeng district.

Keywords: Lamong River, Normalization, Flow Rate, Profile Design, Embankment.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat, kasih dan penyertaan-Nya Tugas Akhir yang berjudul “Normalisasi Kali Lamong sebagai Upaya Pengendalian Banjir di Gresik” ini dapat terselesaikan. Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md) pada Program Studi D-III Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang senantiasa memberi bantuan semangat dan doa.
2. Bapak Tatas, MT sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing kami menyusun Tugas Akhir Terapan ini.
3. Teman-teman seangkatan dan seluruh warga di Program Studi D-III Teknik Sipil FTSP-ITS yang telah membantu.
4. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo, PT. Ika Adya Perkasa, PT. Indra Karya, Tim Laboratorium Uji Tanah Diploma Teknik Sipil ITS serta semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan di masa depan. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat diaplikasikan demi kebaikan hidup masyarakat.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN | i |
| ABSTRAK | ii |
| ABSTRACT | iv |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang Masalah | 1 |
| 1.2 Rumusan Permasalahan | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Manfaat | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Hasil Penelitian Terdahulu | 5 |
| 2.2 Kondisi Lapangan | 7 |
| BAB III METODOLOGI | 9 |
| 3.1 Pengumpulan Data | 9 |
| 3.1.1 Pengumpulan Data Primer | 9 |
| 3.1.2 Pengumpulan Data Sekunder | 9 |
| 3.2 Identifikasi Permasalahan | 9 |

| | |
|---|----|
| 3.3 Penyelesaian Masalah..... | 10 |
| 3.3.1 Analisis Hidrologi..... | 10 |
| 3.3.2 Analisis Hidraulika | 18 |
| 3.4 Diagram Alir..... | 25 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 29 |
| 4.1 Pengumpulan Data..... | 29 |
| 4.1.1 Pengumpulan Data Primer | 29 |
| 4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder..... | 32 |
| 4.2 Analisis Hidrologi..... | 32 |
| 4.2.1 Curah Hujan Rata-rata Wilayah..... | 32 |
| 4.2.2 Curah Hujan Rencana | 35 |
| 4.2.3 Curah Hujan Rencana Berperiode Ulang..... | 42 |
| 4.2.4 Debit Banjir Rencana..... | 54 |
| 4.3 Analisis Hidraulika | 65 |
| 4.4 Tinjauan Debit Banjir di Lapangan | 66 |
| 4.5 Analisis Pengendalian Banjir..... | 69 |
| 4.5.1 Analisis Dimensi Baru | 70 |
| 4.5.2 Analisis Hidraulika Profil Baru | 83 |
| 4.5.3 Analisis Back <i>water</i> | 84 |
| 4.5.4 Analisis Stabilitas Tanggul Rencana | 84 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 89 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 89 |
| 5.2 Saran | 90 |

| | |
|----------------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA..... | 91 |
| BIODATA PENULIS..... | 92 |
| LAMPIRAN A | 94 |
| LAMPIRAN B | 144 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 4.1 Data Sekunder yang Digunakan | 32 |
| Tabel 4.2 Hasil Hitungan Curah Hujan Rata-rata Wilayah | 34 |
| Tabel 4.3 Hasil Hitungan Frekuensi dan Probabilitas | 35 |
| Tabel 4.4 Hasil Hitungan Log Pearson Tipe III | 38 |
| Tabel 4.5 Hasil Hitungan Uji Kecocokan Distribusi | 39 |
| Tabel 4.6 Hasil Hitungan Uji Chi Kuadrat | 40 |
| Tabel 4.7 Tabel Nilai Derajat Kepercayaan | 41 |
| Tabel 4.8 Hasil Hitungan Curah Hujan Rencana | 43 |
| Tabel 4.9 Hasil Hitungan Curah Hujan Efektif | 44 |
| Tabel 4.10 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Naik | 46 |
| Tabel 4.11 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun | 47 |
| Tabel 4.12 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun | 48 |
| Tabel 4.13 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun Contoh hitungan pada jam 24.00 ($t = 24$)..... | 49 |
| Tabel 4.14 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Naik | 52 |
| Tabel 4.15 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun | 52 |
| Tabel 4.16 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun | 53 |
| Tabel 4.17 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Turun | 53 |
| Tabel 4.18 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 1,01 Tahun | 55 |
| Tabel 4.19 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun | 56 |
| Tabel 4.20 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun | 57 |
| Tabel 4.21 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun | 58 |
| Tabel 4.22 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.23 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode | |
| Nakayasu Periode Ulang 1,01 Tahun | 60 |
| Tabel 4.24 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode | |
| Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun | 61 |
| Tabel 4.25 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode | |
| Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun | 62 |
| Tabel 4.26 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode | |
| Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun | 63 |
| Tabel 4.27 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode | |
| Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun | 64 |
| Tabel 4.28 Asumsi Pemodelan Kali Lamong | 65 |
| Tabel 4.29 Hasil Survei Elevasi Muka Air Banjir di Kali Lamong | |
| | 67 |
| Tabel 4.30 Hasil Hitungan RMSE | 68 |
| Tabel 4.31 Dimensi Baru Profil Kali Lamong KM 38 – KM 14 | |
| per 500 m..... | 71 |
| Tabel 4. 32 Profil Kali Lamong setelah Pengerukan KM 38 – KM | |
| 14 per 500 m..... | 74 |
| Tabel 4. 33 Profil Baru Kali Lamong dengan Tinggi Tanggul | |
| Maksimal 3 meter KM 38 – KM 14 per 500 m | 78 |
| Tabel 4.34 Rumus Menentukan Koordinat Profil Baru Kali | |
| Lamong..... | 80 |
| Tabel 4.35 Hasil Hitungan Koordinat Baru Profil Kali Lamong | |
| KM 37,500..... | 82 |
| Tabel 4.36 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul dengan Htanggul 0 – | |
| 2 m, KM 30.500 | 86 |
| Tabel 4. 37 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul dengan Htanggul 2 | |
| – 3 m, KM 27.000..... | 87 |
| Tabel 4.38 Rekapitulasi Hasil Analisis Stabilitas Tanggul | 87 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Peta Genangan Banjir Kali Lamong tanggal 12 Maret 2004 [2]..... | 5 |
| Gambar 3. 1 Kurva Kemencengan | 11 |
| Gambar 3. 2 Kurva Keruncingan..... | 12 |
| Gambar 3. 3 Contoh permukaan bidang yang dicoba | 23 |
| Gambar 3. 4 Gaya yang bekerja pada pias ke - n | 24 |
| Gambar 3. 5 Diagram Alir Penggerjaan Tugas Akhir Terapan..... | 27 |
| Gambar 4. 1 Titik Survei Kondisi Lapangan Kali Lamong..... | 29 |
| Gambar 4. 2 Kondisi Kali Lamong pada Titik A | 30 |
| Gambar 4. 3 Kondisi Kali Lamong pada Titik B | 30 |
| Gambar 4. 4 Kondisi Kali Lamong pada Titik C | 31 |
| Gambar 4. 5 Pengaruh Stasiun Hujan Benjeng, Menganti dan Krikilan terhadap DAS Kali Lamong | 33 |
| Gambar 4. 6 Kurva Kemencengan | 36 |
| Gambar 4. 7 Kurva Keruncingan..... | 37 |
| Gambar 4. 8 <i>Catchment Area</i> Benjeng | 45 |
| Gambar 4. 9 <i>Catchment area</i> Cerme | 50 |
| Gambar 4. 10 Hasil Simulasi Q_{25} menggunakan HEC-RAS 4.1 Terhadap Profil Kali Lamong KM 30..... | 66 |
| Gambar 4. 11 Titik Survei Muka Air Banjir Kali Lamong | 67 |
| Gambar 4. 12 Titik Tambahan Survei Muka Air Banjir Kali Lamong | 69 |
| Gambar 4. 13 Contoh Profil Kali Lamong yang dinormalisasi (KM 37.5) | 72 |
| Gambar 4. 14 Perbandingan Elevasi Dasar Saluran Kali Lamong KM 14 - KM 38 | 76 |
| Gambar 4. 15 Posisi Titik Koordinat pada Profil Baru | 81 |
| Gambar 4. 16 Hasil Plot Profil Baru KM 37,500 Kali Lamong terhadap Profil Eksistingnya | 83 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4. 17 Gaya pada Irisan II Profil Segitiga | 86 |
| Gambar 4. 18 Gaya pada Irisan II Profil Jajargenjang | 86 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kali Lamong merupakan bagian dari satuan wilayah Sungai Bengawan Solo yang dikelola oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo. Cakupan batas DAS Kali Lamong berada di wilayah Kabupaten Lamongan, Mojokerto, Gresik dan Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur. Aliran Kali Lamong berawal dari pegunungan Kendeng, Desa Kedung Kumpul, Kecamatan Bluluk, Kabupaten Lamongan dan bermuara di Selat Madura, di Desa Segoromadu, Kabupaten Gresik. DAS Kali Lamong memiliki luas \pm 720 km² dengan panjang alur sungai \pm 103 km serta memiliki 7 anak sungai seperti Kali Mewek, Kali Kuwu, Kali Glunggung, Kali Pucang, Kali Tengah, Kali Gaung, Kali Kedung Pucang, dan Kali Banter.

Seperti sungai lainnya di Pulau Jawa, keadaan hidrologi DAS Kali Lamong dalam keadaan kritis. Hal ini terlihat dari keadaan debit pada musim hujan mencapai 700 m³/detik, yang jauh melebihi kapasitas sungai sebesar 250 m³/detik. Hal tersebut berbanding terbalik dengan keadaannya pada musim kemarau, dimana daerah di sekitar Kali Lamong mengalami kekeringan dengan *base flow* sama dengan nol [1]. Akibat keadaan hidrologi tersebut, sebagian besar wilayah DAS Lamong yang berada di wilayah Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya, setiap tahun menderita banjir akibat luapan Kali Lamong. Sebaliknya, pada musim kemarau wilayah ini mengalami kekurangan air.

Pada musim hujan, debit Kali Lamong cenderung besar. Namun, besarnya debit ini tidak mampu dialirkan dengan baik, sehingga air sungai meluap dan mengakibatkan banjir setiap tahun. Banjir akibat luapan Kali Lamong itu biasa terjadi ketika Gresik, Lamongan dan Mojokerto mengalami hujan deras. Banjir tersebut mengakibatkan tergenangnya desa, sawah, dan jalan raya. Beberapa usaha perbaikan berupa peninggian jalan raya dan memberi tanggul di daerah-daerah rawan banjir telah dilakukan

oleh pemerintah, namun banjir masih tetap terjadi. Oleh karena itu, untuk menanggulangi banjir secara tuntas dan efektif diperlukan analisis yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan banjir di Kali Lamong. Dalam tugas akhir terapan ini akan dilakukan analisis mengenai permasalahan banjir Kali Lamong dan upaya penanggulangannya. Adapun upaya penanggulangan yang menjadi fokus utama adalah perbaikan penampang sungai dan peninggian tangul, sehingga luapan Kali Lamong di Gresik dapat teratasi.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang Tugas Akhir Terapan ini, dapat ditetapkan perumusan masalah yang terjadi adalah:

- Bagaimana cara penanggulangan banjir yang tepat untuk Kali Lamong?
- Berapa dimensi sungai yang diperlukan agar mampu menampung debit banjir?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan diteliti diantaranya:

- Banjir yang ditinjau dalam Tugas Akhir Terapan ini adalah banjir Kali Lamong yang terjadi di Kabupaten Gresik.
- Tugas Akhir Terapan ini tidak membahas aspek sosial dan budaya dalam pelaksanaan pengendalian banjir Kali Lamong.
- Tugas Akhir Terapan ini tidak membahas perhitungan sedimentasi Kali Lamong.
- Rancangan anggaran biaya terhadap pelaksanaan normalisasi Kali Lamong tidak dibahas dalam Tugas Akhir Terapan ini.

1.4 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai diantaranya:

- Mengetahui penyebab banjir yang terjadi di daerah sekitar Kali Lamong.
- Mengetahui cara penanggulangan banjir yang tepat untuk Kali Lamong.
- Mengetahui dimensi sungai yang diperlukan agar mampu menampung debit banjir.

1.5 Manfaat

Manfaat dari tugas akhir terapan ini adalah:

- Masyarakat tidak terkena dampak banjir akibat meluapnya Kali Lamong.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Berdasarkan studi tentang “Penanggulangan Banjir Kali Lamong Terhadap Genangan di Kabupaten Gresik” yang telah dilakukan oleh Gemma Galgani Tunjung Dewandaru, diketahui jika banjir yang terjadi disebabkan oleh debit banjir yang besar dari hulu dan tidak disertai upaya pengendalian. Selain itu, analisis hidraulika menunjukkan bahwa kapasitas Kali Lamong dalam kondisi eksisting tidak mencukupi untuk mengalirkan debit banjir rencana. Dengan menggunakan analisis data curah hujan dan waduk sebagai sarana pengendali banjir, diketahui adanya penurunan debit yang masuk ke hilir Kali Lamong dari $Q_{25} = 460,282 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $Q_{25} = 223,9 \text{ m}^3/\text{detik}$. Walaupun debit banjir berkurang, banjir masih terjadi di DAS Kali Lamong sehingga diperlukan perbaikan penampang sungai dan peninggian tanggul sebagai upaya tambahan dalam pengendalian banjir Kali Lamong [7].



Gambar 2.1 Peta Genangan Banjir Kali Lamong tanggal 12 Maret 2004 [2]

Sebagai dasar analisis hidrologi dan hidraulika, kondisi DAS Kali Lamong turut ditinjau dari 6 sub DAS Kali Lamong seperti Sub DAS Kali Jublang, Sub DAS Kali Gondang, Sub DAS Kali Cermenlerek, Sub DAS Kali Menganti, Sub DAS Kali Iker-iker dan Sub DAS Bendung Karet Lamong I. Sub DAS Kali Jublang terletak di dataran tinggi dengan luas DAS 226 km² dan panjang sungai ±39 km. Pada tebing di daerah hulu banyak ditumbuhi semak belukar dan alang-alang yang berfungsi sebagai jaringan drainase pedesaan. Sub DAS Kali Gondang memiliki luas DAS 17 km² dan panjang sungai 9 km. Kali Gondang memiliki penampang dasar sungai datar dengan lebar sungai rata-rata 18 m dan alur sungai lurus serta tanggul yang relatif rendah. Sekitar 450 m dari muara sungai terdapat bangunan pelimpah yang berfungsi mengalirkan debit banjir di desa Mergayu. Namun kondisi bangunan pelimpah tersebut banyak mengalami kerusakan, terutama pada bagian kiri mercu pelimpah dan sayap kiri bagian hilir. Sub DAS Kali Cermenlerek terletak antara Desa Cermenlerek dan Desa Beton dengan panjang sungai 8 km dan luas daerah aliran 56 km². Pada musim hujan debit yang mengalir pada sungai ini cukup besar, sebaliknya pada musim kemarau relatif nol. Tanggul sungai bagian hilir cukup tinggi sekitar 3,0 m dari dasar sungai, namun hal tersebut tidak menjamin kapasitas kali Cermenlerek dapat menampung debit banjir yang harus dialirkan. Terdapat bangunan pintu klep pada 250 m dari arah muara yang berfungsi mengalirkan debit tahunan [3].

Sub DAS Kali Menganti terletak antara Desa Bringkang dan Desa Menganti, Kecamatan Menganti dengan luas daerah pengaliran 39 km² dan panjang sungai 10,5 km. Kali Menganti memiliki alur berkelok dengan lebar penampang sungai rata-rata 20,00 m. Tanggul sungai dalam Sub DAS ini relatif rendah dan tidak mampu menampung debit aliran tahunan yang terjadi. Sub DAS Kali Iker-iker terletak pada percabangan sebelah kiri di antara Desa Morowudi dan desa Iker-iker, Kecamatan Cerme. Luas daerah pengalirannya 39 km² dan panjang sungai 10,5 km. Tanggul pada bagian kanan dan kiri sungai relatif rendah dan

tidak mampu menampung debit aliran tahunan yang terjadi. Sub DAS Bendung Karet Lamong I berada di bagian hilir Kali Lamong sekitar 7,7 km dari muara. Lebar bendung 35,90 m dengan tinggi 3,00 m. Pada saat ini bendung tersebut dalam kondisi tidak dioperasikan untuk pemenuhan kebutuhan air tawar di bagian hulunya, sehingga bendung karet dalam keadaan mengempis [3].

2.2 Kondisi Lapangan

Ketika musim penghujan tiba, daerah Gresik Selatan sering terjadi banjir yang menggenangi 37 desa di tujuh kecamatan. Tujuh kecamatan itu adalah Balongpanggang, Benjeng, Kedamean, Menganti, Duduk Sampeyan, Cerme, dan Kebomas. Kecamatan Benjeng merupakan daerah paling luas yang terkena dampak luapan banjir Kali Lamong. Kerugian yang dialami masyarakat diantaranya adalah ternak, sawah, tambak, rumah, fasilitas publik bahkan ada warga yang tewas karena terseret arus. Secara rinci kerugian yang dialami warga diantaranya 12.229 rumah, 2.558 Ha sawah, 645 Ha tambak terendam banjir, selain itu banjir ini juga turut merenggut 3 korban jiwa. [4]

Salah satu upaya yang bisa diambil adalah normalisasi sungai dan pembangunan tanggul pada bibir Kali Lamong, namun masyarakat justru menolak upaya ini. Hal ini disebabkan oleh kesepakatan antara pihak pemerintah daerah dengan warga setempat perihal harga tanah menemui jalan buntu. Menurut taksiran tim appraisal, harga tanah di sekitar lokasi banjir hanya Rp. 35.000,- per m², namun pemilik menuntut harga Rp. 100.000,- per m². Seperti yang diketahui, lahan yang akan dibebaskan berupa sawah dan tambak yang merupakan mata pencarian utama masyarakat di daerah setempat. [5]



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh dengan cara survei kondisi dan situasi lapangan yang ditinjau. Data primer yang dimaksud adalah data yang didapatkan dari lokasi studi berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait.

3.1.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan cara mengajukan surat permohonan pemenuhan data dan proposal Tugas Akhir Terapan kepada instansi-instansi terkait sebagai pemilik data dalam upaya pengendalian banjir Kali Lamong. Dokumen dari instansi tersebut biasanya berbentuk arsip-arsip lama maupun baru. Data sekunder yang dibutuhkan antara lain:

- Data Hidrologi

Berisi data curah hujan dalam DAS Kali Lamong dalam kurun waktu 10-15 tahun.

- Data Kali Lamong

Berupa peta lokasi, skema alur kali lamong, penampang melintang dan memanjang kali lamong, daerah genangan banjir, peta topografi, data debit kali lamong, dan lain sebagainya.

- Data Tanah

Berisi informasi tentang jenis dan sifat tanah yang ada pada DAS Kali Lamong.

3.2 Identifikasi Permasalahan

Analisis penampang eksisting menggunakan program HEC-RAS untuk mengetahui kondisi Kali Lamong saat ini (eksisting). Hasil input pada program HEC-RAS berupa model penampang Kali Lamong saat terjadi banjir. Berikut input data yang

dibutuhkan agar program HEC-RAS dapat bekerja sebagaimana mestinya:

- Data geometri
 - Skema alur Kali Lamong
 - Penampang memanjang dan melintang
- Data debit sungai
- Data curah hujan
- Data hidraulika
 - Koefisien Manning (n)

3.3 Penyelesaian Masalah

3.3.1 Analisis Hidrologi

3.3.1.2 Curah Hujan Rata-rata (Wilayah)

Rata-rata curah hujan yang terjadi di suatu wilayah (dibatasi oleh suatu DAS), berdasarkan data hujan dari beberapa stasiun hujan. Curah hujan rata-rata dapat digunakan untuk perencanaan pemanfaatan air, misalnya untuk memperhitungkan debit suatu sungai, tinggi curah hujan, dan sebagainya. Metode untuk menentukan besar curah hujan rata-rata adalah metode Aritmatika.

Rumus:

$$R = \frac{1}{n} (R_a + R_b + R_c + \dots + R_n)$$

Keterangan:

R_n = tinggi curah hujan rata-rata (mm)

n = jumlah/banyaknya data yang diperoleh

R_a, R_b, R_c = tinggi curah hujan yang di-peroleh dari stasiun hujan ke-n (mm)

3.3.1.3 Curah Hujan Rencana

a. *Coefficient of Skewness* (Kemencengan)

Merupakan suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan suatu bentuk distribusi [6]. Bentuk grafik yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Rumus:

$$CS = \frac{\mu}{\sigma^3}$$

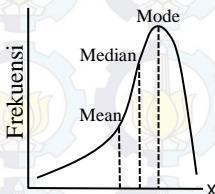
Keterangan:

μ = nilai rata-rata data curah hujan

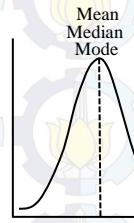
$$= \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \sum_{i=1}^n (x - x_{rata-rata})^3$$

σ = Standar deviasi

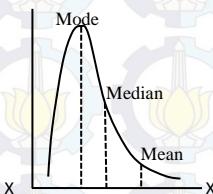
$$= \sqrt{\frac{\sum (X - X_{rata-rata})^2}{n-1}}$$



Kurva miring ke
kanan ; CS < 0



Kurva Normal



Kurva miring ke
kiri ; CS > 0

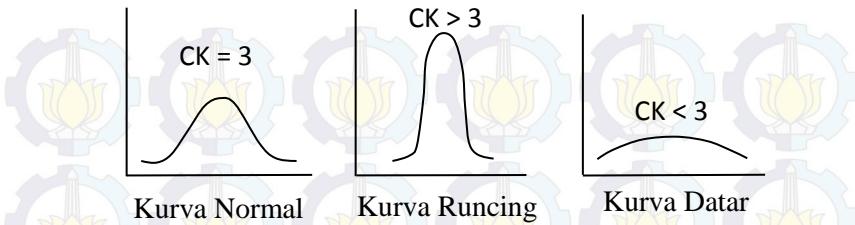
Gambar 3. 1 Kurva Kemencengan

b. *Coefficient of Kurtosis* (Keruncingan)

Merupakan suatu nilai yang menggambarkan keruncingan suatu kurva distribusi, umumnya untuk probabilitas normal. Bentuk grafik yang terbentuk dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Rumus:

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)\sigma^4} \cdot \sum_{i=1}^n (X - X_{rata-rata})^4$$



Gambar 3. 2 Kurva Keruncingan

c. Penentuan Jenis distribusi

Syarat nilai parameter statistik untuk berbagai metode distribusi probabilitas dapat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Syarat Nilai Parameter Statistik [7]

| Distribusi | Parameter Statistik | Syarat Nilai |
|------------------|---------------------|-----------------------------|
| Normal | CS | CS≈0 |
| | CK | -0.015 < CK < 0.015 CK≈0 |
| Gumbel | CS | CK=3σ ² |
| | CK | 2.7 < CK < 3.30 |
| Pearson Tipe III | CS | CS=1.14 |
| | CK | CK=5.4 |

3.3.1.4 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi yang digunakan adalah Metode Chi Kuadrat (*Chi Square*). Kegunaan uji chi kuadrat adalah menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah

dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Rumus:

$$\chi^2 = \frac{\sum (O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Keterangan:

χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan sub kelompok ke- i

E_i = jumlah nilai teoritis sub kelompok ke- i

Tahapan uji Chi Kuadrat:

- Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- Kelompokkan data menjadi sub-grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan
- Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup
- Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
- Tiap-tiap sub grup hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
- Jumlah seluruh G sub grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung
- Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai R = 2, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai R = 1, untuk Distribusi Poisson)

Interpretasi terhadap hasil uji chi kuadrat adalah :

- Apabila nilai X^2 hasil hitungan < nilai X^2 dari tabel derajat kepercayaan, berarti distribusi sesuai dan persamaan distribusi yang diuji dapat diterima.
- Apabila nilai X^2 hasil hitungan > nilai X^2 dari tabel derajat kepercayaan peluang maka distribusi tidak dapat diterima.

- Apabila nilai X^2 mendekati nol maka diperlukan tambahan data untuk memastikan hasil interpretasinya.
- Berdasarkan data pada Tabel 3.2, nilai peluang yang akan digunakan untuk memperoleh garis distribusi peluang dapat diketahui.

Tabel 3. 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

| Peluang | k |
|--------------|-------|
| 0.999 | -3.05 |
| 0.995 | -2.58 |
| 0.99 | -2.33 |
| 0.95 | -1.64 |
| 0.9 | -1.28 |
| 0.8 | -0.84 |
| 0.75 | -0.67 |
| 0.7 | -0.52 |
| 0.6 | -0.25 |
| 0.5 | 0 |
| 0.4 | 0.25 |
| 0.3 | 0.52 |
| 0.25 | 0.67 |
| 0.2 | 0.84 |
| 0.1 | 1.28 |
| 0.05 | 1.64 |
| 0.02 | 2.05 |
| 0.01 | 2.33 |
| 0.005 | 2.58 |
| 0.002 | 2.88 |
| 0.001 | 3.09 |

3.3.1.5 Curah Hujan Rencana Berperiode Ulang

$$R_t = \frac{R_{24}}{6} \times \left(\frac{6}{t}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$RT = t \times R_t - (t-1) \times R_{(t-1)}$$

Keterangan:

R_t = Rata-rata hujan sampai jam ke-t (mm)

R_{24} = Tinggi hujan dalam 24 jam (mm)

RT = Tinggi hujan dalam 24 jam ke-T (mm)

t = Waktu hujan (jam)

$R_{(t-1)}$ = Rata-rata hujan selama t-1 (mm)

3.3.1.6 Koefisien Aliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan besarnya aliran permukaan (bagian hujan yang membentuk limpasan) dengan hujan total. Koefisien pengaliran tidak bervariasi dengan lamanya hujan tetapi dipengaruhi oleh jenis tanah, tata guna lahan, dan intensitas hujan (lihat Tabel 3.3).

Tabel 3. 3 Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban
[8]

| No. | Jenis Daerah | Koefisien C |
|-----|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Daerah Perdagangan | |
| | Perkotaan (<i>down town</i>) | 0,70 – 0,90 |
| | Pinggiran | 0,50 – 0,70 |
| 2 | Permukiman | |
| | Perumahan satu keluarga | 0,30 – 0,50 |
| | Perumahan berkelompok, terpisah-pisah | 0,40 – 0,60 |
| | Perumahan berkelompok, bersambungan | 0,60 – 0,75 |
| 3 | Suburban | 0,25 – 0,40 |
| | Daerah apartemen | 0,50 – 0,70 |

Lanjutan Tabel 3. 3 Koefisien Aliran Permukaan (C) untuk Daerah Urban [8]

| No. | Jenis Daerah | Koefisien C |
|-----|---------------------------|-------------|
| 3 | Industri | |
| | Daerah industri ringan | 0,50 – 0,80 |
| 4 | Daerah industri berat | 0,60 – 0,90 |
| | Taman, pekuburan | 0,10 – 0,25 |
| 5 | Tempat bermain | 0,20 – 0,35 |
| 6 | Daerah stasiun kereta api | 0,20 – 0,40 |
| 7 | Daerah belum diperbaiki | 0,10 – 0,30 |
| 8 | Jalan | 0,70 – 0,95 |
| 9 | Bata | |
| | Jalan, hamparan | 0,75 – 0,85 |
| | Atap | 0,75 – 0,95 |

Kondisi tata guna lahan yang sebenarnya sangat bervariasi, sehingga untuk menentukan koefisien pengalirannya digunakan koefisien rata-rata atau dikenal juga dengan koefisien komposit. Untuk menghitung koefisien pengaliran rata-rata digunakan rumus:

$$C = \frac{\sum CiAi}{\sum A} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

C = Koefisien pengaliran rata-rata

Ci = Koefisien pengaliran bagian

Ai = Luas bagian

3.3.1.7 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Ada beberapa metode untuk memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir). Metode yang dipakai pada suatu lokasi lebih banyak ditentukan oleh ketersediaan data. Dalam praktek, perkiraan debit banjir dilakukan dengan beberapa metode, debit banjir rencana ditentukan berdasarkan pertimbangan teknis. Debit banjir rencana hasil perhitungan itu nantinya untuk menentukan dimensi penampang sungai

yang akan dinormalisasi. Perhitungan debit banjir rencana dibagi menjadi dua, yaitu :

- Debit Banjir Rencana Berdasarkan Data Debit
Besarnya debit banjir sungai ditentukan oleh besarnya debit, waktu hujan, dan luas daerah aliran sungai. Untuk menghitung debit banjir rencana berdasarkan data debit dapat digunakan Metode Nakayasu.
- Debit Banjir Gabungan
Besarnya debit banjir gabungan sungai merupakan akumulasi besarnya debit pada bagian *upstream* dan *downstream* pada titik tinjau. Sehingga dihasilkan debit gabungan antara debit banjir rencana berdasarkan curah hujan, dan debit banjir rencana berdasarkan data debit dengan jumlah data minimal 10 tahun serta periode ulang tertentu. Debit banjir rencana gabungan inilah yang menjadi acuan apakah diperlukan suatu normalisasi pada titik yang ditinjau.

3.3.1.8 Debit Hujan

Ada beberapa metode dalam menghitung debit hujan, namun yang digunakan dalam analisis pada tugas akhir terapan ini adalah Metode Nakayasu. Metode ini digunakan untuk menghitung banjir rencana dengan memakai harga distribusi curah hujan efektif tiap jam. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit hujan adalah:

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})}$$

Keterangan:

Q_p = debit puncak Banjir ($m^3/detik$)

A = catchment area (Km^2)

| | |
|-----------|--|
| R_o | = curah hujan satuan (mm) |
| T_p | = waktu dari permulaan banjir sampai puncak banjir (jam) |
| $T_{0,3}$ | = waktu yang dibutuhkan untuk penurunan dari debit puncak sampai dengan debit sebesar 0,3 kali Q_p (jam) |
| T_p | $= T_g + 0,8T_r$ |
| T_r | $= 0,5 T_g > x > T_g$ |
| $T_{0,3}$ | $= \alpha \cdot T_g$ |

Sedangkan T_g dihitung berdasarkan rumus:

$$T_g = 0,4 + (0,058L) \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$T_g = 0,21L \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

Keterangan:

| | |
|----------|--|
| T_g | = waktu antara hujan sampai dengan debit puncak (jam) |
| α | = koefisien pembanding yang besarnya antara 1,5 - 3,5 dalam satuan waktu (jam) |
| L | = panjang alur sungai (km) |

3.3.2 Analisis Hidraulika

3.3.2.1 Back Water

Pada pengendalian banjir perlu memperhatikan muka air pada waktu banjir di sepanjang sungai dan muka air banjir akibat *back water*. *Back water* terjadi karena adanya perbedaan tinggi tekanan aliran pada suatu titik (saluran) yang hendak ditinjau. Untuk menghitung dan menentukan panjang pengaruh *back water* pada penampang sungai yang ditinjau, maka digunakan metode hitungan tahap langsung. Adapun metode ini merupakan turunan dari Rumus Bernoulli, dimana hasil kalkulasi antara tinggi permukaan air dan tinggi kecepatan alir menjadi nilai spesifik energi. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\Delta\chi = \frac{E_1 - E_2}{I_0 - I_f} = \frac{\Delta E}{I_0 - I_f}$$

Keterangan:

$\Delta\chi$ = panjang bagian saluran yang ditinjau (m)

ΔE = selisih spesifik energi (m)

I_0 = kemiringan dasar saluran

I_f = kemiringan energi

3.3.2.2 Pemodelan HEC-RAS

Untuk mengetahui fenomena perilaku hidraulika aliran di dalam saluran/kali, *long storage* objek studi, diperlukan suatu analisis numerik yang mampu menggambarkan kondisi saluran eksisting maupun rencana. Analisis dilakukan dengan menggunakan program pemodelan matematik HEC-RAS 4.1.0. HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's – River Analysis System*) dirancang untuk membuat simulasi aliran satu dimensi. Perangkat lunak ini memberikan kemudahan kepada pemakai dengan tampilan grafisnya. Secara umum perangkat lunak ini menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut [9]:

- *Input* data dan pengeditan
- Analisis hidraulika
- Keluaran (tabel, grafik, gambar)

Pada HEC-RAS versi 4.1.0 analisis hidraulika yang disediakan meliputi dua analisis, yaitu *steady flow*, dan *unsteady flow*. Pada studi ini analisis dilakukan dengan menggunakan *unsteady flow*. Analisis yang dilakukan meliputi analisis kemampuan saluran eksisting maupun rencana. Analisis dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit. Langkah-langkah pemodelan adalah sebagai berikut:

- a. Membuat skema jaringan saluran yang akan dimodelkan berdasarkan hasil pengukuran lapangan.
- b. Memasukkan data geometri saluran.

- c. Mendefinisikan kondisi-kondisi batas/*boundary conditions* yang akan digunakan dalam analisis.
- d. Menjalankan program pemodelan.
- e. Mencetak hasil.

3.3.2.3 Konsep Hitungan Pemodelan

- a. Analisis Hidraulika Kali Lamong Menggunakan Pemodelan HEC-RAS

Pemodelan simulasi Kali Lamong ini dilakukan untuk mendapatkan kapasitas saluran yang diperlukan untuk membantu mengatasi masalah banjir di kawasan Kabupaten Gresik. Kebutuhan kapasitas saluran direncanakan dengan menggunakan kala ulang atau periode banjir yang telah dikalibrasi. Dalam analisis ini digunakan kondisi eksisting dan desain evaluasi hidraulika Kali Lamong.

- b. Data Geometri

Data geometri saluran dimasukkan melalui data potongan melintang. Dari data melintang hasil pengukuran lapangan selanjutnya dihitung elevasi tiap titik melintang dan jarak kumulatif dari setiap titik hasil pengukuran. Data yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan direncanakan dengan kondisi perencanaan tertentu. Hasil perencanaan inilah yang menjadi *input* data potongan melintang.

- c. *Flow Boundary Condition / Syarat Batas*

Besarnya debit yang harus dilayani oleh saluran yang direncanakan akan berlaku sebagai *boundary condition* dalam pemodelan ini. Besaran debit dimodelkan sebagai debit *inflow* yang masuk ke dalam kali atau saluran. Langkah berikutnya adalah memasukkan kondisi aliran sungai permanen (*steady flow*) maupun kondisi non permanen (*unsteady flow*).

d. Running Program

Kriteria-kriteria yang harus ditetapkan dalam melakukan eksekusi program adalah: jangka waktu perhitungan/simulasi, interval waktu perhitungan, interval waktu pencetakan *output* untuk penggambaran hidrograf. Apabila semua proses mulai dari awal sampai dengan akhir telah dilakukan dengan benar, maka akan diperoleh hasil pemodelan berupa profil muka air setiap selang waktu tertentu sesuai dengan yang telah ditetapkan saat eksekusi program dijalankan. Debit yang digunakan adalah debit hasil kalibrasi.

e. Analisis Hidraulik Kondisi Eksisting Kali Lamong

Analisis kapasitas penampang eksisting Kali Lamong dilakukan pada kondisi sungai yang ada saat ini dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas pengaliran maksimum pada masing-masing segmen sungai. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan debit rencana.

f. Pertimbangan Perlu Tidaknya Normalisasi Sungai

Berdasarkan hasil analisis HEC-RAS diketahui jika kondisi Kali Lamong saat ini membutuhkan penanganan berupa normalisasi atau tidak. Hal ini akan terlihat dari *output* program HEC-RAS yang berupa suatu simulasi gambar penampang Kali Lamong lengkap dengan profil muka airnya. Normalisasi diperlukan ketika aliran air sungai melimpas melewati tanggul. Normalisasi dilakukan pada bagian sungai Keterangan muka air sungai melimpas melewati tanggul yang ada. Dengan perkataan lain, normalisasi dilakukan pada penampang sungai yang kapasitasnya tidak mencukupi untuk melewatkannya debit banjir rencana yang terjadi.

3.3.2.4 Pengendalian Banjir

Pengendalian banjir pada dasarnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun yang penting adalah dipertimbangkan secara keseluruhan dan dicari sistem yang optimal. Adapun masing-masing cara penanganan banjir akan diuraikan seperti tersebut di bawah ini:

a. Normalisasi Alur Sungai dan Tanggul

Normalisasi sungai merupakan usaha untuk memperbesar kapasitas dari pengaliran dari sungai itu sendiri. Penanganan banjir dengan cara ini dapat dilakukan pada hampir seluruh sungai di bagian hilir. Faktor-faktor yang perlu pada cara penanganan ini adalah penggunaan penampang ganda dengan debit dominan untuk penampang bawah, perencanaan alur yang stabil terhadap proses erosi dan sedimentasi dasar sungai maupun erosi tebing dan elevasi muka air banjir.

b. Normalisasi Sungai

Normalisasi sungai terutama dilakukan berkaitan dengan pengendalian banjir, yang merupakan usaha untuk memperbesar kapasitas pengaliran sungai. Hal ini dimaksudkan untuk menampung debit banjir yang terjadi untuk selanjutnya disalurkan ke sungai yang lebih besar atau langsung menuju ke muara/laut, sehingga tidak terjadi air limpasan dari sungai tersebut. Pekerjaan normalisasi alur aliran sungai pada dasarnya meliputi kegiatan yang terdiri dari :

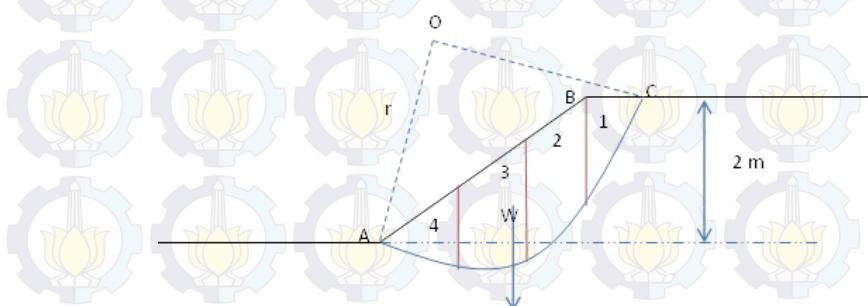
- Perhitungan debit banjir rencana
- Analisis kapasitas awal sungai (*existing capacity analysis*)
- Perhitungan penampang melintang dan memanjang sungai rencana
- Melakukan sudetan pada alur sungai *meander*

- Menentukan tinggi jagaan
- Menstabilkan alur terhadap erosi, longsoran
- Perencanaan tanggul
- Tinjauan pengaruh *back water* akibat pasang surut.

3.3.2.5 Analisis Stabilitas Tanggul

Sebagaimana kondisi tanah pada umumnya, tanggul/talud tanah yang memiliki kemiringan menyebabkan tanah bergerak ke arah bawah bahkan dapat menyebabkan kelongsoran. Hal ini terjadi karena gaya dorong/longsor tanah lebih kecil dari pada gaya berlawanan yang berasal dari kekuatan geser tanah sepanjang bidang longsor. Faktor yang perlu dilakukan dalam studi stabilitas talud adalah menghitung dan membandingkan tegangan geser yang terbentuk sepanjang permukaan retak dengan kekuatan geser dari tanah yang ditinjau.

Analisis stabilitas dengan metode irisan (*Methods of Slices*) menggunakan lengkungan lingkaran sebagai permukaan bidang longsor percobaan. Tanah yang berada di atas bidang longsor dibagi dalam beberapa kelompok irisan tegak sesuai kebutuhan dan ketelitian. Semakin banyak pias yang dibuat maka hitungannya akan semakin teliti. Tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan angka keamanan (F_s) minimum (angka keamanan untuk lingkaran kritis) [10].



Gambar 3. 3 Contoh permukaan bidang yang dicoba

Untuk pengamatan keseimbangan, besarnya gaya normal yang terjadi akibat berat pias dan kemiringan talud dinyatakan sebagai berikut:

$$N_r = W_n \cdot \cos \alpha_n$$

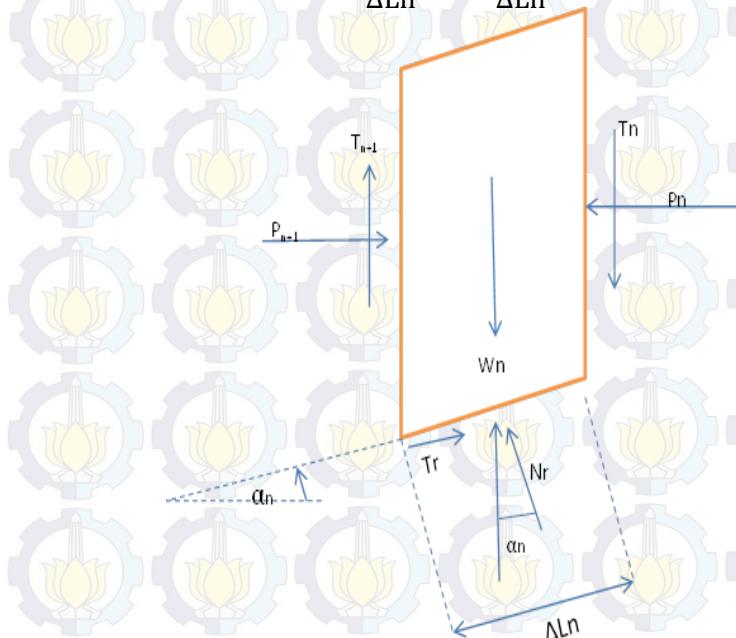
Gaya geser perlawanan dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$T_r = 1/F_s [c + \sigma \tan \phi] \cdot \Delta L_n$$

$$\Delta L_n = \frac{b_n}{\cos \alpha_n}; b_n = \text{lebar potongan nomor } n$$

Tegangan normal σ dalam persamaan di atas adalah sama dengan:

$$\frac{N_r}{\Delta L_n} = \frac{W_n \cdot \cos \alpha_n}{\Delta L_n}$$



Gambar 3. 4 Gaya yang bekerja pada pias ke - n

Untuk keseimbangan blok ABC, momen gaya terhadap titik O adalah sama dengan momen gaya perlawanan terhadap titik O, atau rumuskan sebagai berikut:

$$\sum_{n=1}^{n=p} W_n \cdot r \sin \alpha_n = \sum_{n=1}^{n=p} \frac{1}{F_s} \left[c + \frac{W_n \cos \alpha}{\Delta L_n} \cdot \tan \phi \right] (\Delta L_n) (r)$$

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} c \cdot \Delta L_n + W_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \phi}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

Keterangan :

F_s = angka keamanan terhadap kekuatan tanah

N_r = gaya normal reaksi

W_n = berat pias ke-n

α_n = sudut yang terbentuk

T_r = gaya geser perlawanan

C = kohesi

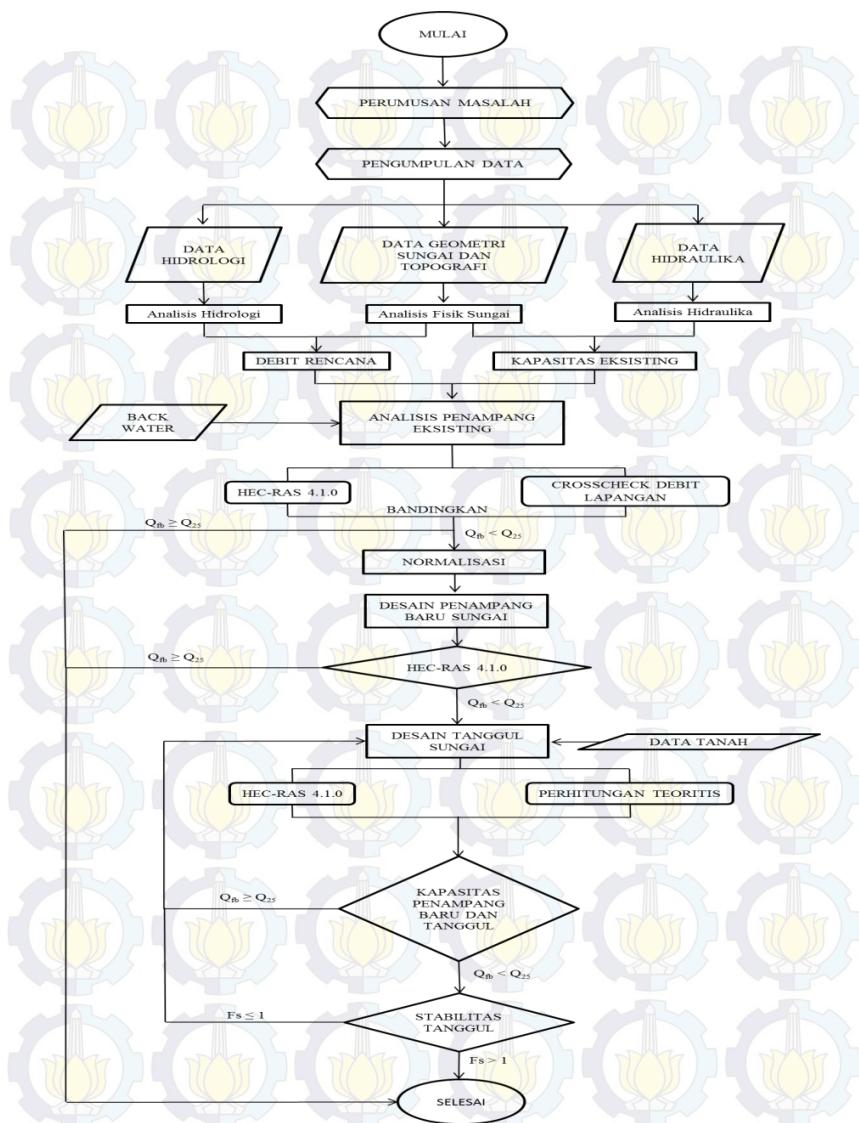
b_n = lebar potongan nomor n

ΔL_n = panjang dasar irisan

3.4 Diagram Alir

Tahapan pelaksanaan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini terdiri dari beberapa analisis yaitu analisis hidrologi, analisis fisik sungai, dan analisis hidraulika. Selanjutnya ketiga analisis tersebut dikombinasikan dengan hasil survei lapangan sehingga permasalahan pada Kali Lamong dapat diidentifikasi. Kemudian dilakukan analisis penampang eksisting Kali Lamong dengan mempertimbangkan pengaruh *back water*. Adapun analisis penampang eksisting Kali Lamong ini menggunakan software HEC-RAS 4.1.0 dan hasilnya berupa kapasitas eksisting Kali Lamong. Jika *fullbank capacity* suatu pias Kali Lamong lebih kecil dari debit rencana 25 tahunan (Q_{25}) maka dilakukan perencanaan normalisasi. Normalisasi yang dimaksud berupa desain ulang penampang sungai yang mampu menampung debit

banjir rencana. Apabila penampang baru sungai masih tidak dapat menampung debit banjir rencana, maka diperlukan perencanaan tanggul. Sehingga dihasilkan suatu desain penampang baru dan tanggul sungai yang dapat menampung debit banjir rencana. Berikut rincian tahapan pelaksanaan yang ditunjukkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir Terapan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

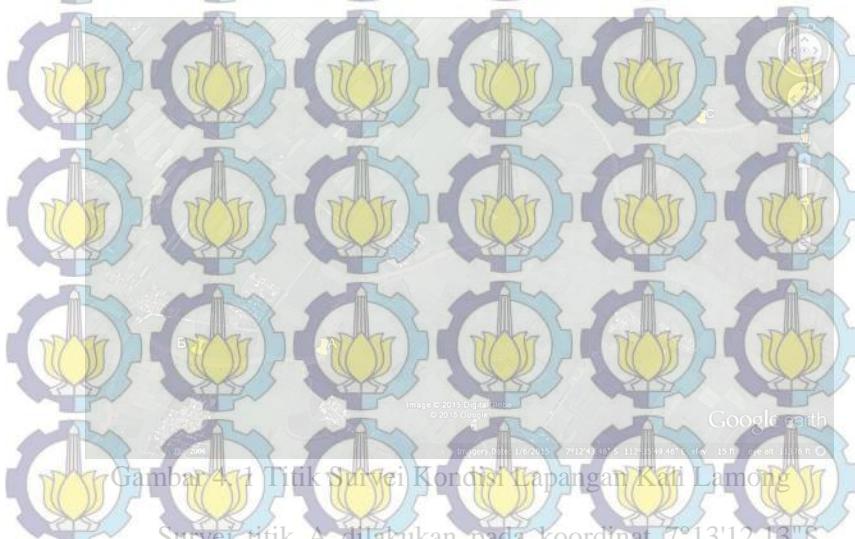
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Pengumpulan Data Primer

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, digunakan data primer yang diperoleh dari lapangan yang ditinjau. Metode yang digunakan adalah survei kondisi dan situasi lapangan sehingga didapatkan sejumlah informasi berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan pihak-pihak terkait.

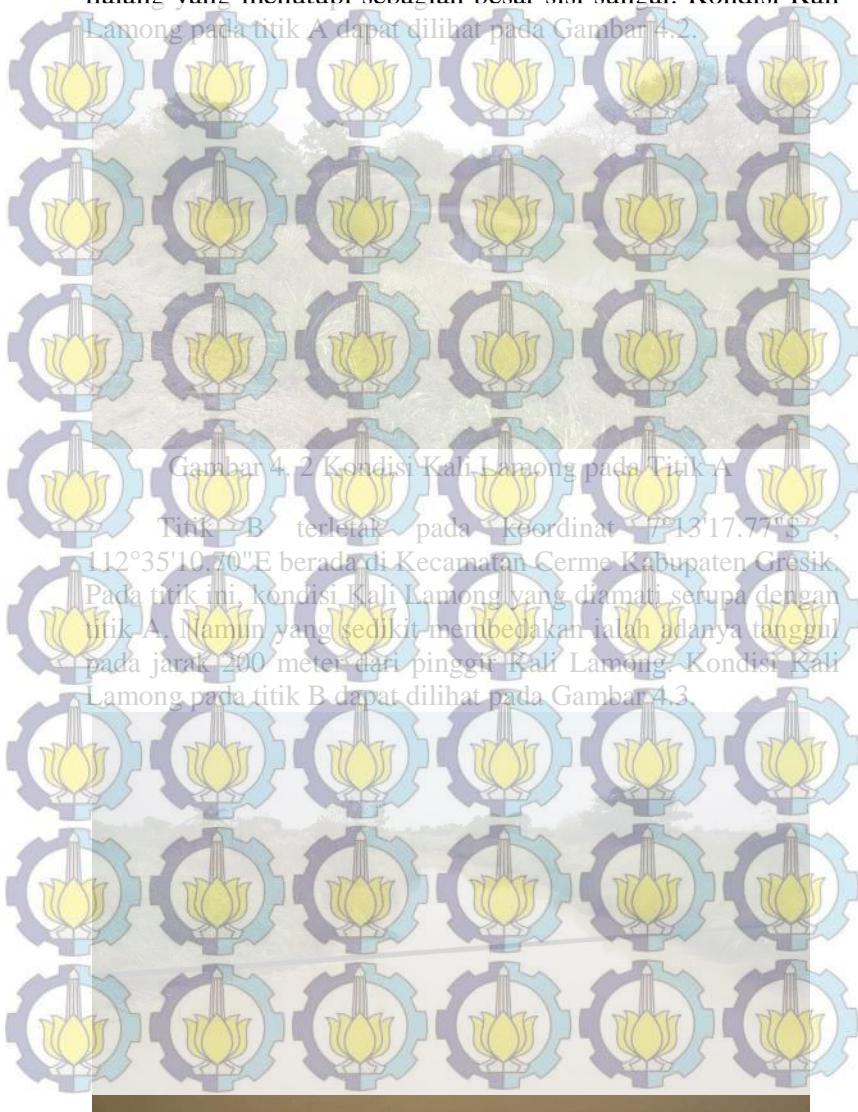
Adapun survei dilakukan di tiga titik yaitu dua titik di Kecamatan Cerme dan satu titik di Bendung Kali Lamong. Titik survei tersebut ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Titik Survei Kondisi Lapangan Kali Lamong

Survei titik A dilakukan pada koordinat $7^{\circ}13'12.13''S$, $112^{\circ}35'31.89''E$ yang termasuk dalam Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik. Dari pengamatan yang dilakukan pada titik A, diketahui jika kondisi Kali Lamong memiliki penampang sungai yang relatif datar, sebagian besar wilayah bantarnya bersebelahan dengan tambak dan masih belum ditutup tanggul.

Selain itu kondisi vegetasi pada titik tersebut ditumbuhi rumput ilalang yang menutupi sebagian besar sisi sungai. Kondisi Kali Lamong pada titik A dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Kondisi Kali Lamong pada Titik A

Titik B terletak pada koordinat $7^{\circ}13'17.77''S$, $112^{\circ}35'10.70''E$ berada di Kecamatan Cerme Kabupaten Grosik. Pada titik ini, kondisi Kali Lamong yang diamati serupa dengan titik A. Namun yang sedikit membedakan ialah adanya tanggul pada jarak 200 meter dari pinggir Kali Lamong. Kondisi Kali Lamong pada titik B dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Gambar 4. 3 Kondisi Kali Lamong pada Titik B

Titik C pada koordinat $7^{\circ}12'7.68''S$, $112^{\circ}36'29.91''E$ berada di Kecamatan Cerme tepatnya di Bendung Kali Lamong

Berdasarkan survei yang dilakukan, diketahui kondisi Bendung Karet Kali Lamong I sudah mengalami kerusakan dan tidak dioperasikan lagi akibat sobeknya bendung karet yang digunakan serta rumah mesin pemompa juga rumah operator bendung yang rusak. Selain itu, kondisi aliran Kali Lamong juga terganggu akibat tumbuhnya sejumlah pohon di pinggir aliran sungai serta sampah yang terpawa aliran sungai. Di sisi lain, Bendung Karet Kali Lamong II lebih dikenal warga sebagai tempat pemancingan daripada bangunan pengatur mutu air sungai. Kondisi Kali Lamong pada titik C dirunjukkan dalam Gambar 4.4.

Gambar 4. 4 Kondisi Kali Lamong pada Titik C

Sejalan dengan hasil survei, data mengenai debit air yang mengalir di Kali Lamong baik sebagai *debit inflow* maupun *outflow* juga tidak ditemukan. Berdasarkan hal tersebut maka penyusunan Tugas Akhir Terapan ini tidak menggunakan debit riil yang tercatat pada bangunan air di Kali Lamong, melainkan menggunakan hitungan teoritis berdasarkan sejumlah rumus dan metode yang telah dipelajari.

4.1.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan cara mengajukan surat permohonan pemenuhan data dan proposal tugas akhir terapan kepada instansi-instansi terkait sebagai pemilik data dalam upaya pengendalian banjir Kali Lamong. Dokumen dari instansi tersebut berbentuk arsip lama. Adapun sumber data sekunder tersebut dipaparkan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Sekunder yang Digunakan

| No. | Jenis Data | Sumber |
|-----|--|---|
| 1 | Data Curah Hujan DAS Kali Lamong 10-15 tahun | Dinas PU Pengairan Kab. Gresik |
| 2 | Detil Desain Kali Lamong | PT. Ika Adya Perkasa |
| 3 | Peta Topografi | Sentra Peta – Jurusan Teknik Geomatika ITS |
| 4 | Data Tanah Wilayah DAS Kali Lamong | Laboratorium Uji Tanah Diploma Teknik Sipil ITS |

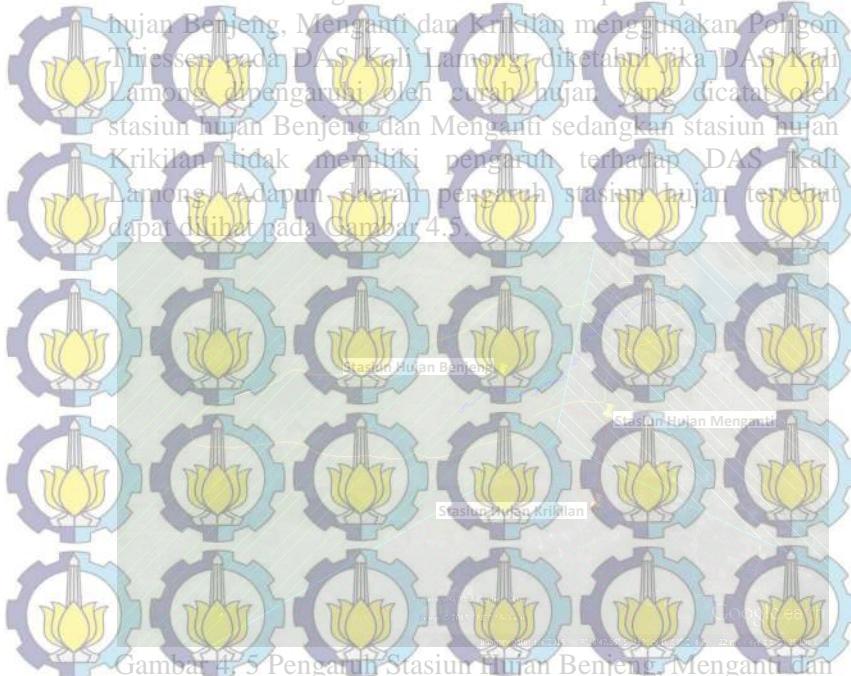
4.2 Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi, digunakan data hujan dari tiga stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Benjeng, Stasiun Hujan Krikilan, dan Stasiun Hujan Menganti. Adapun periode pemantauan yang dipakai adalah curah hujan tahun 1991 – 2007. Dalam data hujan yang digunakan, tidak ditemukan data hujan yang kosong sehingga tahap analisis hidrologi bisa langsung dilakukan.

4.2.1 Curah Hujan Rata-rata Wilayah

Hal pertama yang harus dilakukan dalam mencari nilai curah hujan rata-rata wilayah yaitu menentukan lokasi stasiun hujan dan daerah pengaruhnya terhadap DAS yang ditinjau. Dalam hal ini stasiun hujan diplotkan pada lokasi sesuai koordinatnya dan dibuat daerah pengaruhnya menggunakan Poligon Thiessen. Dengan cara tersebut dapat diketahui

stasiun hujan mana saja yang mempunyai pengaruh terhadap DAS Kali Lamong. Berdasarkan hasil penempatan stasiun



Gambar II.5 Pengaruh Stasiun Hujan Benjeng, Menganti dan Krikilan terhadap DAS Kali Lamong

Setelah daerah pengaruh stasiun hujan diketahui selanjutnya nilai curah hujan wilayah dapat dihitung. Dalam Tugas Akhir Terapan ini digunakan Metode Aritmatika untuk mencari nilai curah hujan wilayah yang terjadi di DAS Kali Lamong. Metode Aritmatika dipilih karena metode ini cocok untuk menerapkan dengan curah hujan bervariasi kecil atau cenderung sama antara stasiun hujan. Metode Aritmatika juga cocok digunakan pada daerah dataran rendah yang tidak curam. Selain itu, dengan dua stasiun hujan yang berpengaruh maka metode Poligon Thiessen tidak dapat digunakan. Karena untuk menggunakan metode tersebut minimal dibutuhkan minimal tiga stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS.

Dengan menggunakan data yang dimiliki, curah hujan dari tiga stasiun pemantau berserta tahun dan bulan diurutkan secara rinci. Selanjutnya, tiap satu tahun pengamatan digunakan nilai curah hujan tertinggi pada tiap bulan. Dari 12 bulan pengamatan tersebut curah hujan disatukan nilainya rata-ratanya, dengan demikian didapatkan nilai curah hujan maksimum yang terjadi pada salah satu stasiun hujan. Kemudian nilai curah hujan maksimum dari ketiganya stasiun hujan dijumlahkan dan dibuat nilai raya-ratanya dengan cara dibagi dengan jumlah stasiun hujan. Hasil hitungan curah hujan rata-rata wilayah ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Hitungan Curah Hujan Rata-rata Wilayah

| Tahun | Stasiun Hujan (CH Max) | CH Rerata Aritmatik |
|--------|------------------------|---------------------|
| 1991 | 114.00 | 32.58 |
| 1992 | 92.50 | 44.83 |
| 1993 | 114.67 | 41.67 |
| 1994 | 103.67 | 34.42 |
| 1995 | 144.92 | 39.92 |
| 1996 | 122.92 | 29.42 |
| 1997 | 90.25 | 22.00 |
| 1998 | 178.67 | 22.75 |
| 1999 | 163.25 | 13.17 |
| 2000 | 27.08 | 22.33 |
| 2001 | 47.67 | 34.67 |
| 2002 | 31.25 | 27.00 |
| 2003 | 36.83 | 32.50 |
| 2004 | 32.83 | 34.17 |
| 2005 | 39.42 | 37.25 |
| 2006 | 33.42 | 29.42 |
| 2007 | 28.92 | 26.67 |
| Jumlah | 1402.25 | 524.75 |
| | | 963.50 |

Contoh hitungan :
Curah hujan rerata aritmatik tahun 1991

$$R = \frac{1}{n} (114,00 + 32,58)$$

$$R = 73,29 \text{ mm}$$

4.2.2 Curah Hujan Rerata

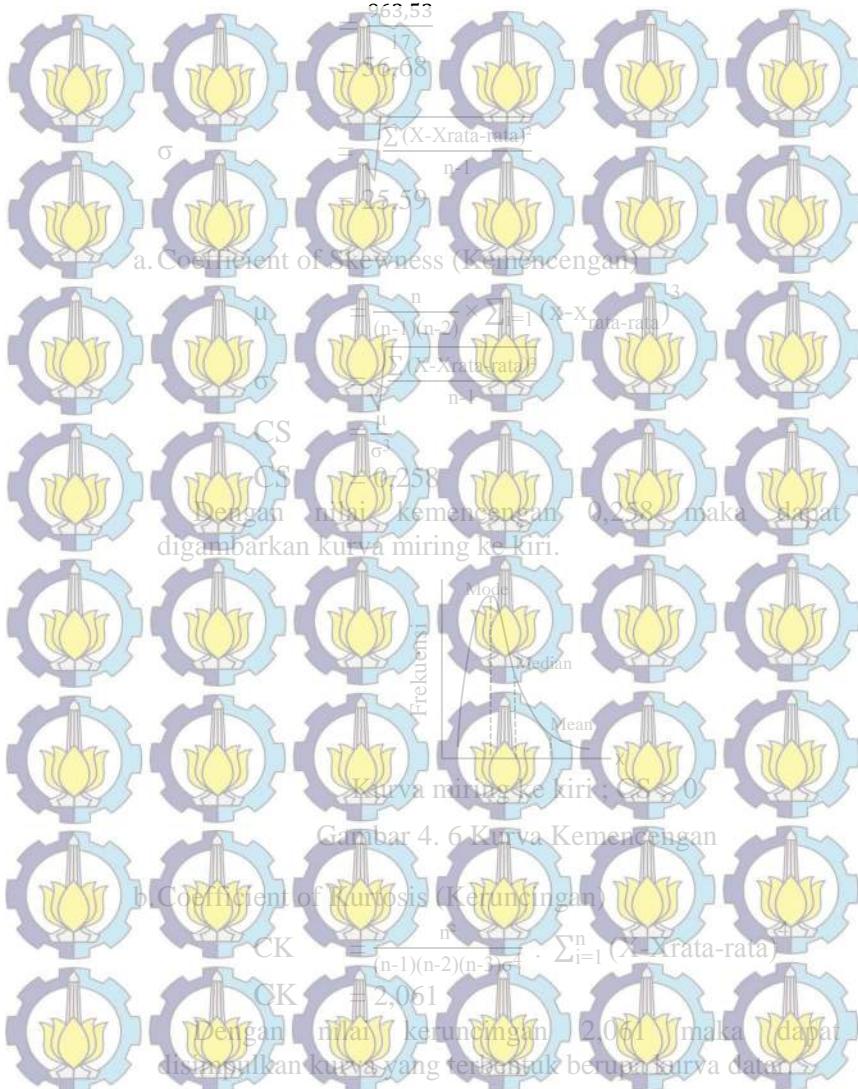
4.2.2.1 Analisis frekuensi dan probabilitas

Nilai rerata curah hujan yang didapat dari metode aritmatika kemudian dianalisa frekuensi dan probabilitasnya. Hal tersebut dilakukan agar jenis distribusi yang cocok terhadap data tersebut dapat ditentukan. Hasil analisis frekuensi dan probabilitas data curah hujan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil Hitungan Frekuensi dan Probabilitas

| No. | Tahun | X_i | $(X_i - X_r)$ | $(X_i - X_r)^2$ | $(X_i - X_r)^3$ | $(X_i - X_r)^4$ |
|---------------|-------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| 1 | 2000 | 24.71 | -31.97 | 1021.97 | -32670.52 | 1044418.73 |
| 2 | 2009 | 27.79 | -28.89 | 834.53 | -24108.10 | 696440.55 |
| 3 | 2002 | 29.13 | -27.55 | 758.91 | -20906.50 | 575937.21 |
| 4 | 2006 | 31.42 | -25.26 | 633.98 | -16114.31 | 407016.39 |
| 5 | 2004 | 33.50 | -23.18 | 537.23 | -12452.06 | 288616.71 |
| 6 | 2008 | 34.67 | -22.01 | 484.55 | -10659.96 | 234606.95 |
| 7 | 2005 | 38.53 | -18.35 | 336.66 | -6177.08 | 113338.45 |
| 8 | 2001 | 41.17 | -15.51 | 240.51 | -53729.81 | 57842.83 |
| 9 | 1997 | 56.13 | -0.55 | 0.30 | -0.16 | 0.09 |
| 10 | 1992 | 68.69 | 11.99 | 143.80 | 1724.44 | 20679.14 |
| 11 | 1994 | 69.04 | 12.36 | 152.81 | 1889.04 | 23351.88 |
| 12 | 1991 | 73.29 | 16.61 | 273.95 | 4584.03 | 76148.88 |
| 13 | 1996 | 76.17 | 19.49 | 379.93 | 7405.48 | 144345.96 |
| 14 | 1998 | 78.17 | 21.49 | 461.90 | 9926.96 | 213347.87 |
| 15 | 1999 | 88.21 | 31.53 | 994.25 | 31350.53 | 988537.40 |
| 16 | 1995 | 92.42 | 35.74 | 1277.47 | 45659.41 | 1631939.17 |
| 17 | 1998 | 100.71 | 44.03 | 1938.80 | 85368.62 | 3758931.10 |
| Jumlah | | 963.53 | 906.85 | 10477.35 | 61089.87 | 10275499.34 |

$$\text{Rata-rata } (X_{rt}) = \frac{\sum X_i}{n}$$



Gambar 4.7 Kurva Keruncingan

c. Penentuan Jenis distribusi

Setelah nilai parameter statistik diketahui, metode distribusi data dapat ditentukan. Adapun metode distribusi dicocokkan dengan nilai CS, CK, dan CV seperti dijelaskan dalam tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Parameter Statistik

| Jenis Distribusi | Syarat Distribusi | Perhitungan CS | Perhitungan CK | Keterangan |
|----------------------|-------------------|----------------|----------------|------------|
| Normal | CS = 0 | CK = 3 | OK | Not OK |
| Gumbel | CS = 1,139 | CK = 5,402 | CV = 0,258 | CV = 2,081 |
| Log Pearson Tipe III | Fleksibel | Fleksibel | | OK |

Berdasarkan isi tabel diatas, dapat disimpulkan jika metode distribusi yang digunakan adalah metode distribusi Log Pearson Tipe III.

d. Perhitungan Log Pearson Tipe III

Menggunakan metode distribusi Log Pearson Tipe III curah hujan aritmatik dihitung untuk menemukan nilai rata-rata, standar deviasi dan kemencenggaran kurva. Adapun hasil perhitungan distribusi Log Pearson Tipe III terhadap curah hujan aritmatik dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Hitungan Log Pearson Type III

| No. | Tahun | X_i | $P_i (\%)$ | $\log X_i$ | $(\log X_i)^3$ | $\log X_i \cdot \log X_{i+1}$ | $(\log X_i - \log X_{i+1})^2$ | $(\log X_i - \log X_{i+1}) \cdot \log X_{i+1} \cdot \log X_{i+2}$ | $\sum (\log X_i - \bar{\log X})^3$ |
|---------------|-------|--------|------------|------------|----------------|-------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------------|
| 1 | 2000 | 24.71 | 5.56 | 1.39 | 2.70 | -0.32 | 0.10 | 0.10 | -0.031 |
| 2 | 2007 | 27.79 | 11.11 | 1.44 | 3.01 | -0.26 | 0.07 | 0.07 | -0.018 |
| 3 | 2002 | 29.15 | 16.67 | 1.46 | 3.14 | -0.24 | 0.06 | 0.06 | -0.015 |
| 4 | 2006 | 31.42 | 22.22 | 1.50 | 3.36 | -0.21 | 0.04 | 0.04 | -0.009 |
| 5 | 2004 | 33.50 | 27.78 | 1.53 | 3.55 | -0.18 | 0.03 | 0.03 | -0.006 |
| 6 | 2003 | 34.67 | 33.33 | 1.54 | 3.65 | -0.17 | 0.03 | 0.03 | -0.005 |
| 7 | 2005 | 38.33 | 38.89 | 1.58 | 3.97 | 0.12 | 0.02 | 0.02 | -0.002 |
| 8 | 2001 | 41.17 | 44.44 | 1.61 | 4.21 | -0.09 | 0.01 | 0.01 | -0.001 |
| 9 | 1997 | 56.13 | 50.00 | 1.75 | 5.35 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 0.000 |
| 10 | 1992 | 68.67 | 55.56 | 1.84 | 6.20 | 0.13 | 0.02 | 0.02 | 0.002 |
| 11 | 1994 | 69.04 | 61.11 | 1.84 | 6.22 | 0.18 | 0.02 | 0.02 | 0.002 |
| 12 | 1991 | 73.29 | 66.67 | 1.87 | 6.49 | 0.16 | 0.02 | 0.02 | 0.004 |
| 13 | 1996 | 76.17 | 72.22 | 1.88 | 6.66 | 0.17 | 0.03 | 0.03 | 0.005 |
| 14 | 1993 | 78.17 | 77.78 | 1.89 | 6.78 | 0.18 | 0.03 | 0.03 | 0.006 |
| 15 | 1999 | 88.21 | 83.33 | 1.95 | 7.36 | 0.24 | 0.06 | 0.06 | 0.013 |
| 16 | 1995 | 92.42 | 88.89 | 1.97 | 7.60 | 0.26 | 0.07 | 0.07 | 0.017 |
| 17 | 1998 | 100.71 | 94.44 | 2.00 | 8.04 | 0.29 | 0.09 | 0.09 | 0.026 |
| Jumlah | | 963.53 | 29.04 | 88.29 | 0.00 | 0.69 | 0.69 | 0.69 | -0.01 |

$$\text{Rata-rata } (X_{rt}) = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$= \frac{963,53}{17}$$

$$= 56,08$$

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \text{Rata-rata})^2}{n-1}}$$

$$= 25,59$$

$$= 5,3$$

$$= 0,41$$

4.2.2.2 Uji Kecocokan Distribusi

Untuk mengetahui validitas data yang digunakan, perlu dilakukan pengujian terhadap data tersebut. Pada tahap data curah hujan dalam distribusi Log-Pearson-Tipe III dilakukan menggunakan metode Chi Kuadrat. Urutan data pengamatan disusun dari nilai terkecil ke nilai terbesar dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Hitungan Uji Kecocokan Distribusi

| No. | Tahun | Log X _i |
|-----|-------|--------------------|
| 1 | 2000 | 1,39 |
| 2 | 2007 | 1,44 |
| 3 | 2002 | 1,45 |
| 4 | 2006 | 1,50 |
| 5 | 2004 | 1,53 |
| 6 | 2003 | 1,54 |
| 7 | 2005 | 1,58 |
| 8 | 2001 | 1,61 |
| 9 | 1997 | 1,75 |
| 10 | 1992 | 1,84 |
| 11 | 1994 | 1,84 |
| 12 | 1991 | 1,87 |

Lanjutan Tabel 4. 5 Hasil Hitungan Uji Kecocokan Distribusi

| No. | Tahun | Log. Xi |
|-----|-------|---------|
| 13 | 1996 | 1.88 |
| 14 | 1993 | 1.8 |
| 15 | 1999 | 1.95 |
| 16 | 1995 | 1.97 |
| 17 | 1998 | 2.09 |

Karena dalam uji chi kuadrat ini nilai Log. Xi yang digunakan sama dengan nilai Log. Xi pada hitungan Distribusi Log Pearson Tipe III, maka jumlah data, jumlah nilai data > nilai rata-rata, standar deviasi > dan nilai kemencengannya sama yaitu:

| | |
|-----------------------------|---------|
| n = | 7 |
| $\sum X_{\text{rata-rata}}$ | = 29,04 |
| \bar{X} | = 4,14 |
| Standar deviasi = | 0,21 |
| CS = | 0,11 |

Kemudian, kelompok data dibagi menjadi lima sub-grup yang dapat dilihat pada tabel 4.6.

| Tabel 4.6 Hasil Hitungan Uji Chi Kuadrat | | | | | | |
|--|-------|------|-------|------------------------|----|------|
| Pj | Kj | Dpj | Xj | Batas Kelas | Oj | Ej |
| 30 | -0,84 | 1,53 | 34,15 | $x \leq 34,15$ | 5 | 1,4 |
| 60 | -0,25 | 1,66 | 45,31 | $34,15 < x \leq 45,31$ | 3 | 3,4 |
| 10 | 0,25 | 1,76 | 57,59 | $45,31 < x \leq 57,59$ | 1 | 3,4 |
| | 0,84 | 1,88 | 76,41 | $57,59 < x \leq 76,41$ | 2 | 3,4 |
| | | | | $x \geq 76,41$ | 4 | 3,4 |
| | | | | Jumlah | 17 | 17 |

Dengan demikian diketahui nilai hasil uji chi kuadrat pada hitungan ini adalah 2,71. Lalu, nilai derajat

kepercayaan dicari dengan menggabungkan beberapa hitungan dan tabel senerti berikut:

$$G = 1 + \frac{1}{3.322 \log(n)}$$

$$R = 1 + \frac{1}{3.322 \log(17)}$$

$$5.088$$

Dipilih interval penjang sebesar 20% dan nilai R untuk distribusi normal maupun binomial.

$$dk = G - R = 1$$

$$dk = 5.2 - 1 = 4$$

$\alpha = 2$
 $\alpha = 5\%$

Setelah diketahui nilai derajat kepercayaan sebesar 95%, selanjutnya dicari nilai pembanding uji chi kuadrat dalam tabel. Nilai tersebut didapat dengan menghubungkan kolom α dan baris nilai derajat kepercayaan seperti ditunjukkan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel Nilai Derajat Kepercayaan

| | 0.005 | 0.01 | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.25 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 7.879 | 6.635 | 5.024 | 3.841 | 2.706 | 9.000 |
| 2 | 10.597 | 9.21 | 7.378 | 5.991 | 4.605 | 2.773 |
| 3 | 12.888 | 11.345 | 9.348 | 7.815 | 6.251 | 4.108 |
| 4 | 14.862 | 13.277 | 11.443 | 9.488 | 7.779 | 5.385 |
| 5 | 16.750 | 15.086 | 12.833 | 11.07 | 9.236 | 6.626 |
| 6 | 18.549 | 16.812 | 14.449 | 12.592 | 10.545 | 7.841 |
| 7 | 20.278 | 18.475 | 16.013 | 14.957 | 12.913 | 9.037 |
| 8 | 21.955 | 20.09 | 17.535 | 15.507 | 13.362 | 10.219 |
| 9 | 23.589 | 21.666 | 19.023 | 16.919 | 14.684 | 11.389 |
| 10 | 25.188 | 23.209 | 20.483 | 18.307 | 15.987 | 12.549 |
| 11 | 26.757 | 24.725 | 21.92 | 19.675 | 17.275 | 13.701 |
| 12 | 28.300 | 26.217 | 23.337 | 21.026 | 18.549 | 14.845 |

Lanjutan Tabel 4.7 Tabel Nilai Derajat Kepercayaan

| | 0.005 | 0.01 | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.25 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13 | 29.819 | 27.683 | 24.736 | 12.362 | 19.812 | 15.984 |
| 14 | 31.319 | 29.141 | 26.119 | 23.685 | 21.064 | 17.117 |
| 15 | 32.801 | 30.578 | 27.488 | 24.996 | 22.307 | 18.245 |
| 16 | 34.257 | 32.001 | 28.845 | 26.396 | 23.542 | 19.369 |
| 17 | 35.718 | 33.409 | 29.191 | 27.187 | 24.769 | 20.489 |
| 18 | 37.156 | 34.805 | 31.526 | 28.869 | 25.989 | 21.605 |
| 19 | 38.582 | 36.191 | 32.852 | 30.144 | 27.204 | 22.718 |
| 20 | 39.997 | 37.566 | 34.417 | 31.441 | 28.412 | 23.828 |

Berdasarkan kedua hitungan di atas, diketahui nilai uji chi kuadrat tabel sebesar 5.994 dan nilai uji chi kuadrat hitungan sebesar 2.71. Dengan hasil tersebut maka persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Dengan kata lain distribusi data dapat diterima karena nilai uji chi kuadrat hitungan lebih kecil dari pada nilai uji chi kuadrat tabel.

4.2.3. Curah Hujan Rencana Berperiode Ulang
Tabel 4.8 menunjukkan nilai curah hujan rencana yang terjadi pada DAS Kali Lamong. Curah hujan rencana ini dihitung dengan menggunakan data curah hujan dalam metode distribusi Log Pearson Type III yang telah dimisalkan. Adapun curah hujan rencana yang dihitung berdasarkan sejumlah periode ulang yang telah ditentukan.

Tabel 4.8 Hasil Hitungan Curah Hujan Rencana

| Tahun Rencana | R rata-rata | Std. Deviasi | Kemencengan | Pehiang | K | CH Rencana | |
|---------------|-------------|--------------|-------------|---------|------|------------|--------|
| (tahun) | (mm) | (mm) | (%) | (%) | (mm) | (mm) | |
| 1.01 | 1.21 | 0.21 | -0.11 | 99 | 2.40 | 1.21 | 161.8 |
| 5 | 1.71 | 0.21 | -0.11 | 50 | 1.70 | 1.70 | 50.8 |
| 10 | 1.71 | 0.21 | -0.11 | 10 | 1.27 | 1.97 | 93.90 |
| 25 | 1.71 | 0.21 | -0.11 | 4 | 1.04 | 2.07 | 116.2 |
| 50 | 1.71 | 0.21 | -0.11 | 2 | 0.90 | 2.12 | 133.10 |
| 100 | 1.71 | 0.21 | -0.11 | 1 | 0.57 | 2.18 | 150.84 |

4.2.3.1 Distribusi curah hujan per jam

Hujan terpusat di Indonesia tidak lebih dari 5 jam oleh karena itu dalam menentukan distribusi curah hujan per jam digunakan asumsi jika hujan yang terjadi pada DAS Kabupaten Lamongan paling lama 5 jam. Berdasarkan hal tersebut maka dapat ditentukan perlakuanan rata-rata hujan sampai jam ke-t

adalah sebagai berikut:

$$R_{t_1} = 0,67 R_{24} \times \left(\frac{t}{5} \right)^2 = 0,49 R_{24}$$

$$R_{t_2} = 0,167 R_{24} \times \left(\frac{t}{5} \right)^2 = 0,31 R_{24}$$

$$R_{t_3} = 0,167 R_{24} \times \left(\frac{t}{5} \right)^2 = 0,23 R_{24}$$

$$R_{t_4} = 0,1167 R_{24} \times \left(\frac{t}{5} \right)^2 = 0,19 R_{24}$$

$$R_{t_5} = 0,167 R_{24} \times \left(\frac{t}{5} \right)^2 = 0,17 R_{24}$$

Setelah nilai rata-rata hujan sampai jam tertentu diketahui, maka selanjutnya tinggi hujan dalam satu hari pada jam tertentu dapat dicari. Perhitungan tinggi hujan dalam satu hari pada jam tertentu ditunjukkan seperti berikut:

$$RT_1 = 1 - 0,55 R_{24} (1-1) \times 0,00 \quad R_{24} = 0,49 R_{24}$$

$$RT_2 = 2 \times 0,35 R_{24} - (2-1) \times 0,55 \quad R_{24} = 0,13 R_{24}$$

$$RT_3 = 3 \times 0,27R_{24} - (3-1) \times 0,35 \quad R_{24} = 0,09R_{24}$$

$$RT_4 = 4 \times 0,22R_{24} - (4-1) \times 0,27 \quad R_{24} = 0,07R_{24}$$

$$RT_5 = 5 \times 0,19R_{24} - (5-1) \times 0,22 \quad R_{24} = 0,06R_{24}$$

Dengan menggunakan nilai RT sebagai nilai rasio, maka curah hujan efektif yang terjadi dalam jangka waktu 5 jam dapat dihitung. Adapun curah hujan efektif itu dihitung tiga satuan-jam dan hasil hitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.9.

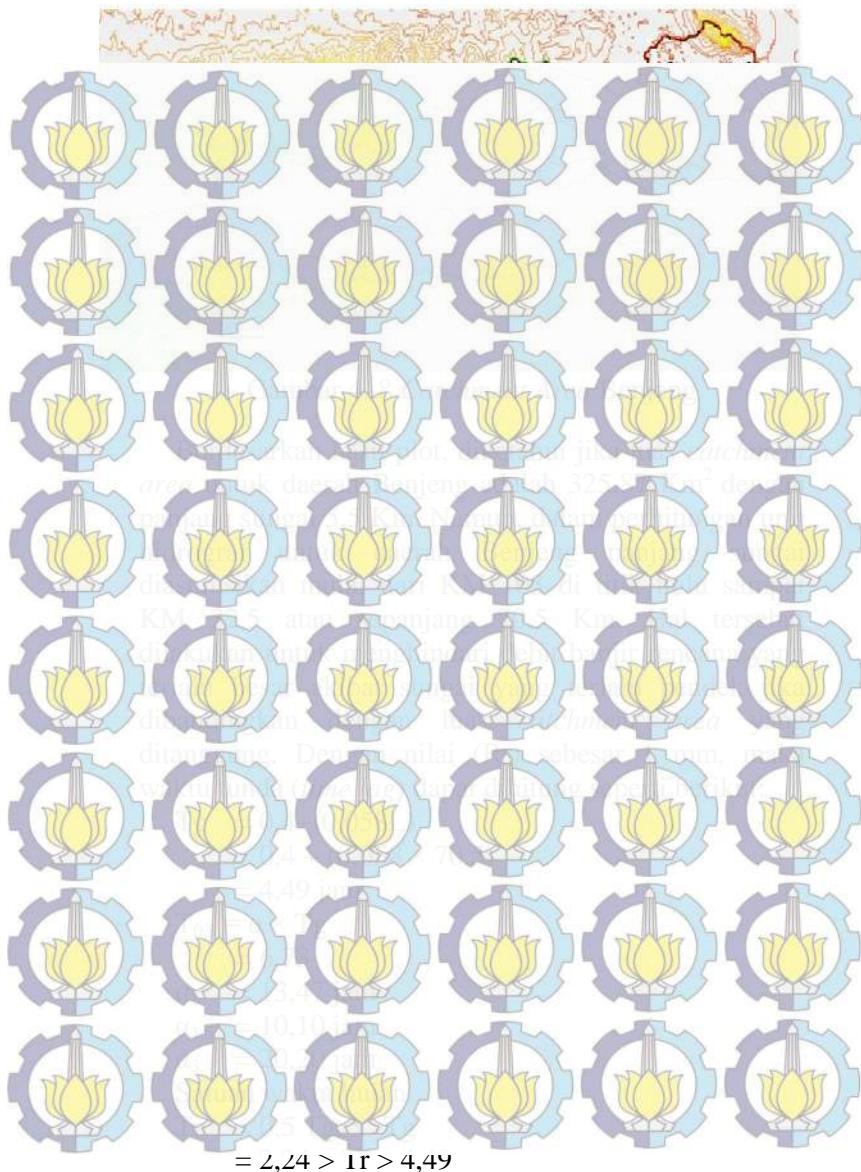
Tabel 4.9 Hasil Hitungan Curah Hujan Efektif

| Waktu (jam) | Curah Hujan Efektif (mm) | | | | | |
|--------------------|--------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 01 TH | 2 TH | 5 TH | 10 TH | 25 TH | 50 TH |
| 0-1 | 0.45 | >4.05 | 12.70 | 19.20 | 33.52 | 33.34 |
| 1-2 | 0.13 | 1.05 | 3.30 | 4.99 | 5.11 | 7.57 |
| 2-3 | 0.09 | 0.74 | 2.31 | 3.59 | 5.31 | 8.67 |
| 3-4 | 0.07 | 0.59 | 1.84 | 2.79 | 3.41 | 4.84 |
| 4-5 | 0.66 | 0.50 | 1.50 | 2.35 | 3.83 | 5.57 |
| Hujan Efektif (mm) | 6.93 | 21.77 | 32.82 | 40.22 | 49.80 | 57.02 |
| Koefisien Airan | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.51 |
| Hujan Harian (mm) | 16.18 | 50.68 | 76.63 | 93.90 | 116.25 | 133.10 |
| | | | | | | 150.34 |

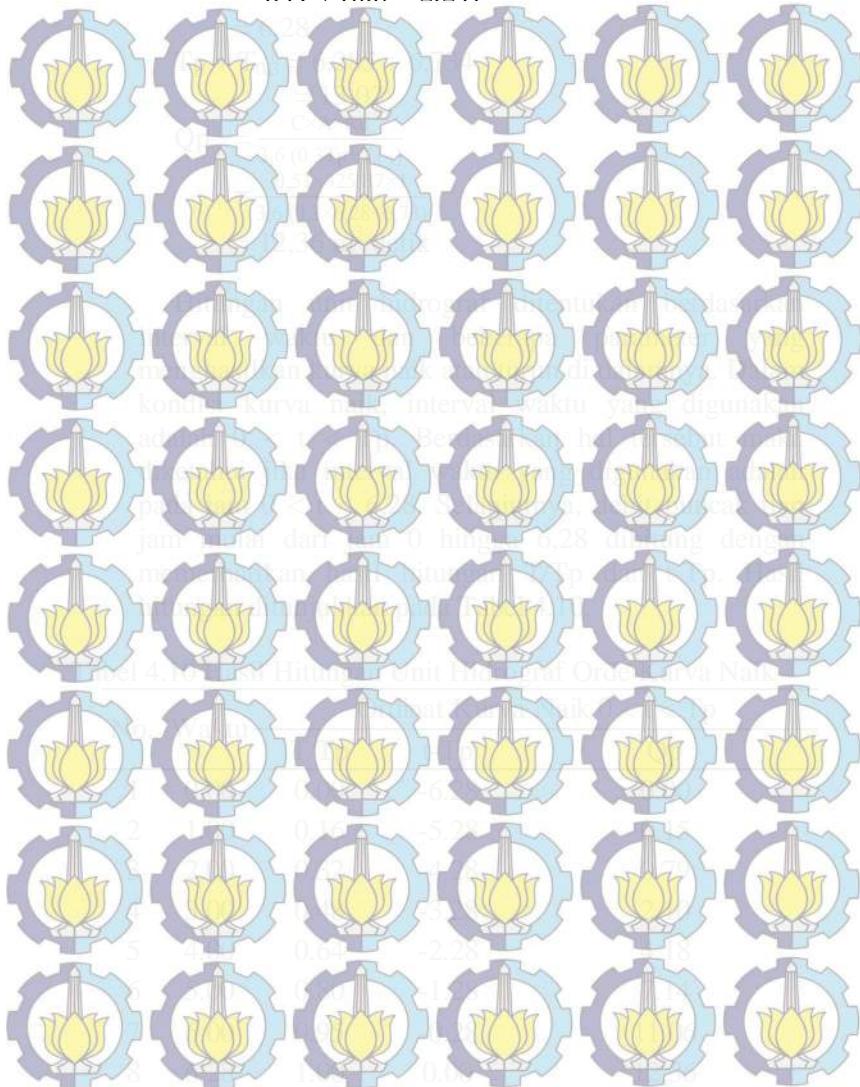
4.2.3.2 Unit hidrograf

a. Catchment Area Benjeng

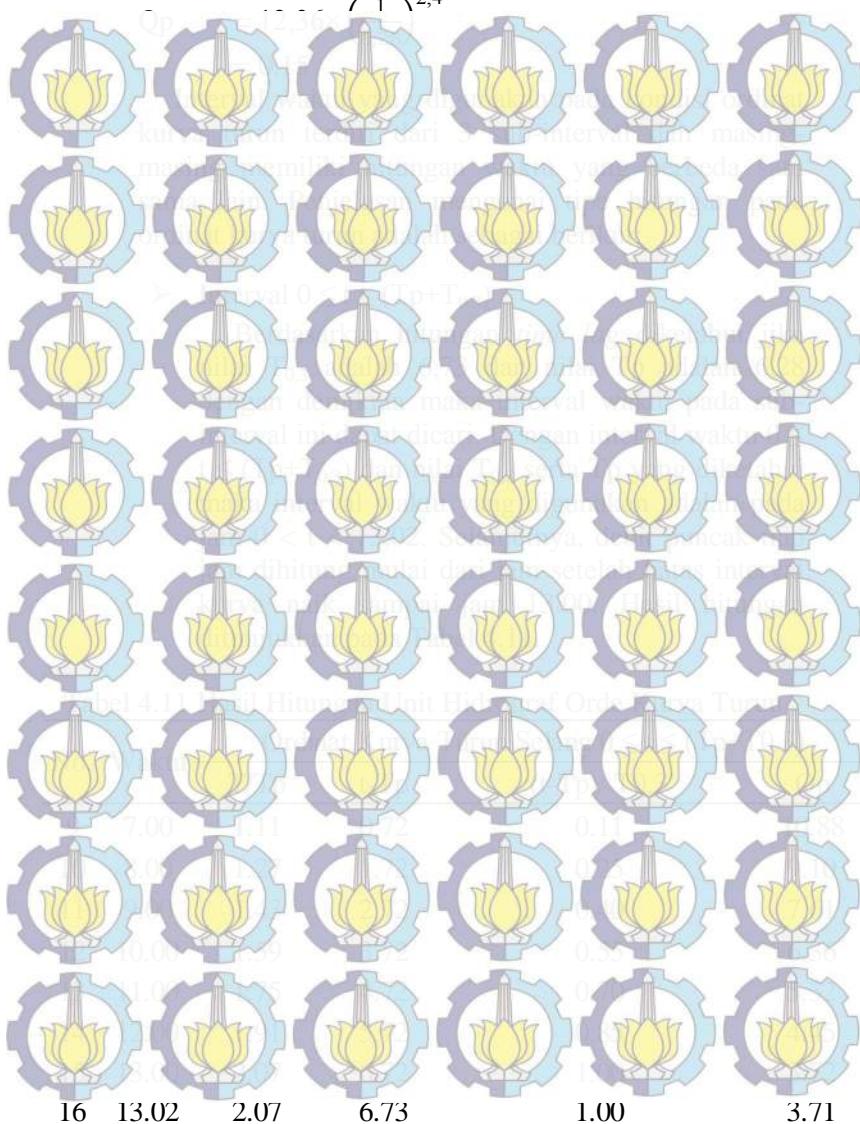
Peta DAS Kali Lamong digunakan sebagai patokan untuk mencari luas *catchment area*. Dalam hal ini titik terjadinya *outflow* daerah Benjeng berada pada KM 32,5. Hasil plot *catchment area* ditunjukkan di Gambar 4.8.



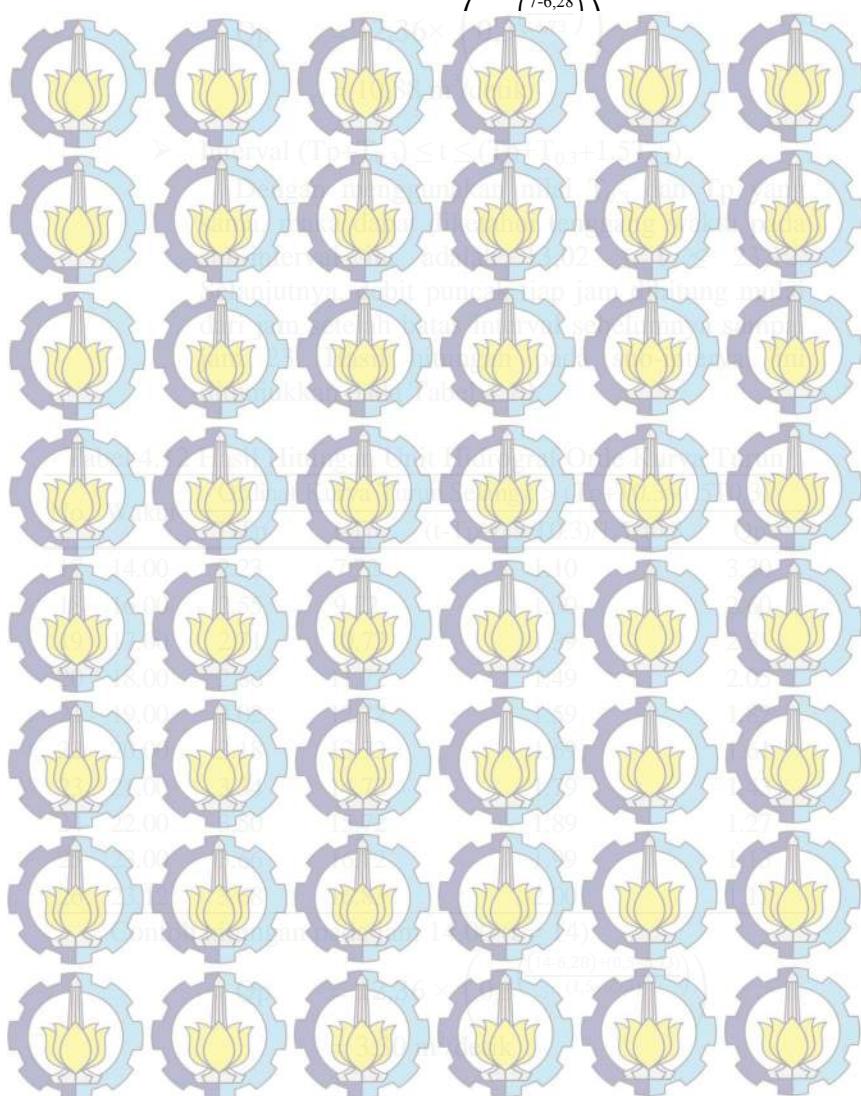
$$\begin{aligned} T_p &= T_g + 0,8T_r \\ &= 4,49 + (0,8 \times 2,24) \end{aligned}$$



Contoh hitungan pada jam 1 ($t = 1$)

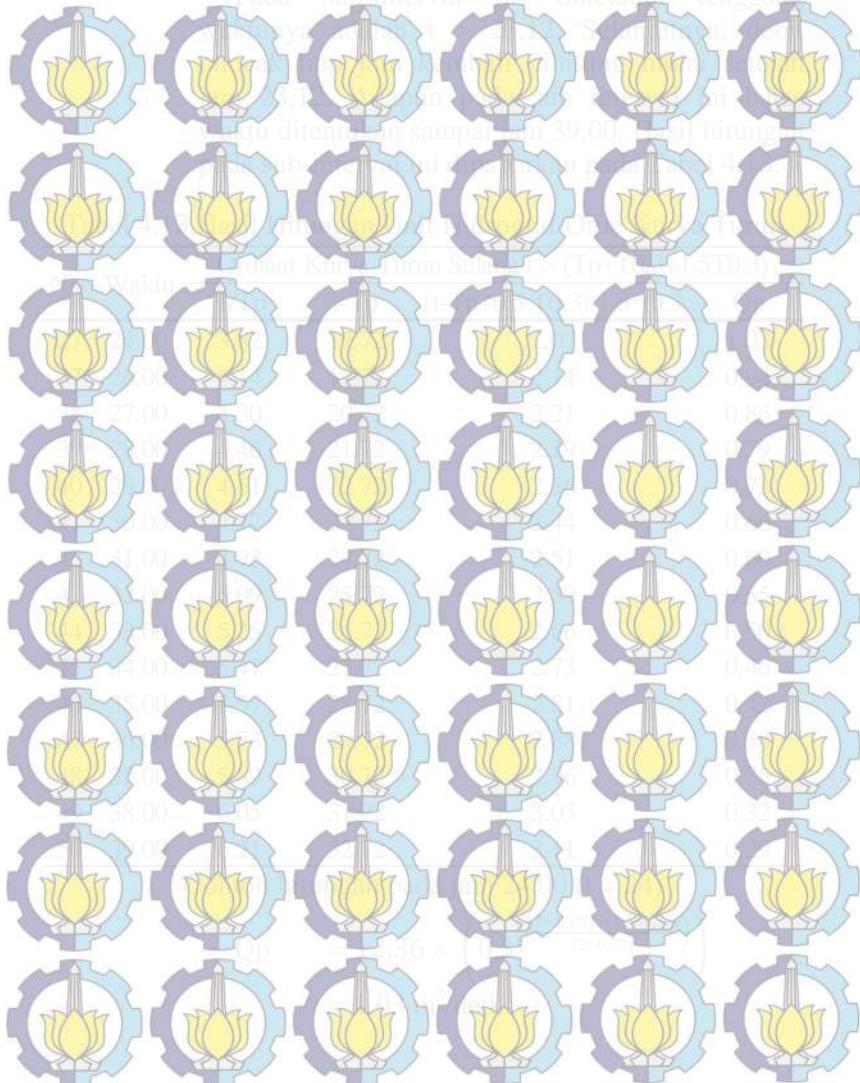


Contoh hitungan pada jam 7 ($t = 7$)



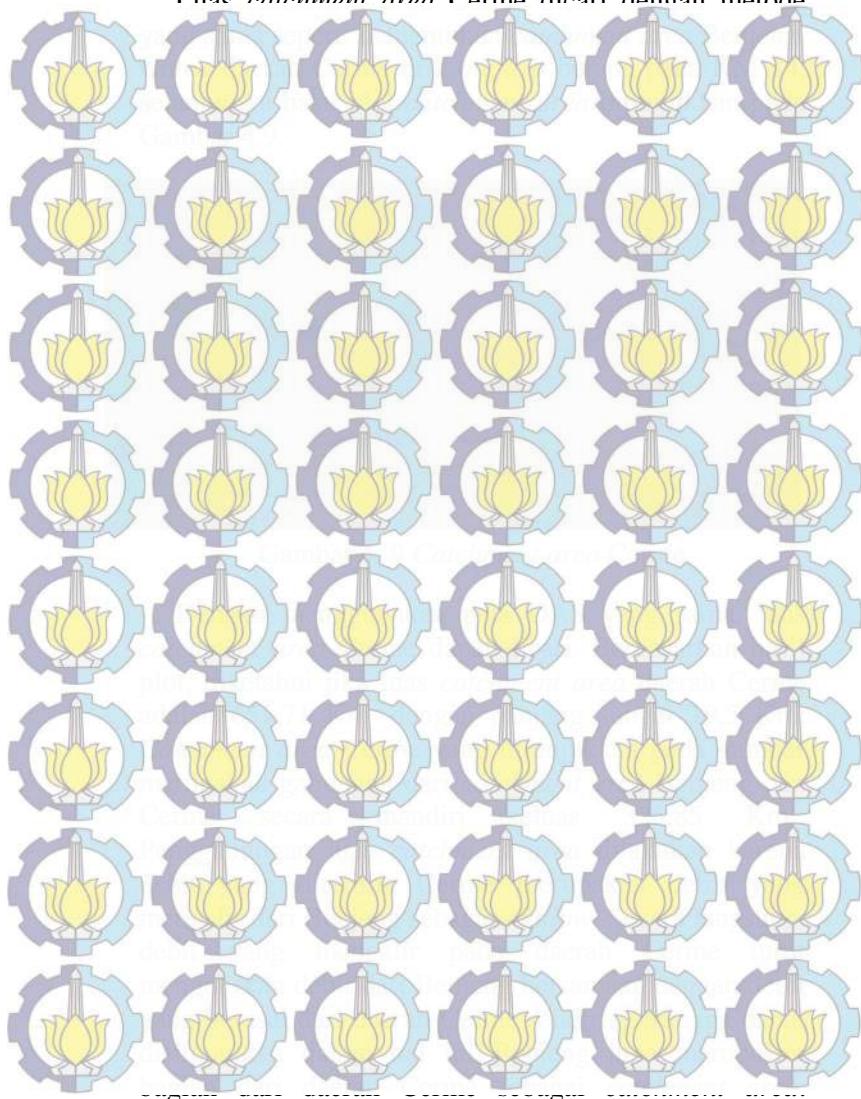
➤ Interval $t > (Tp + T_{0,3} + 1.5T_{0,3})$

Pada sub-interval ini diketahui tengang

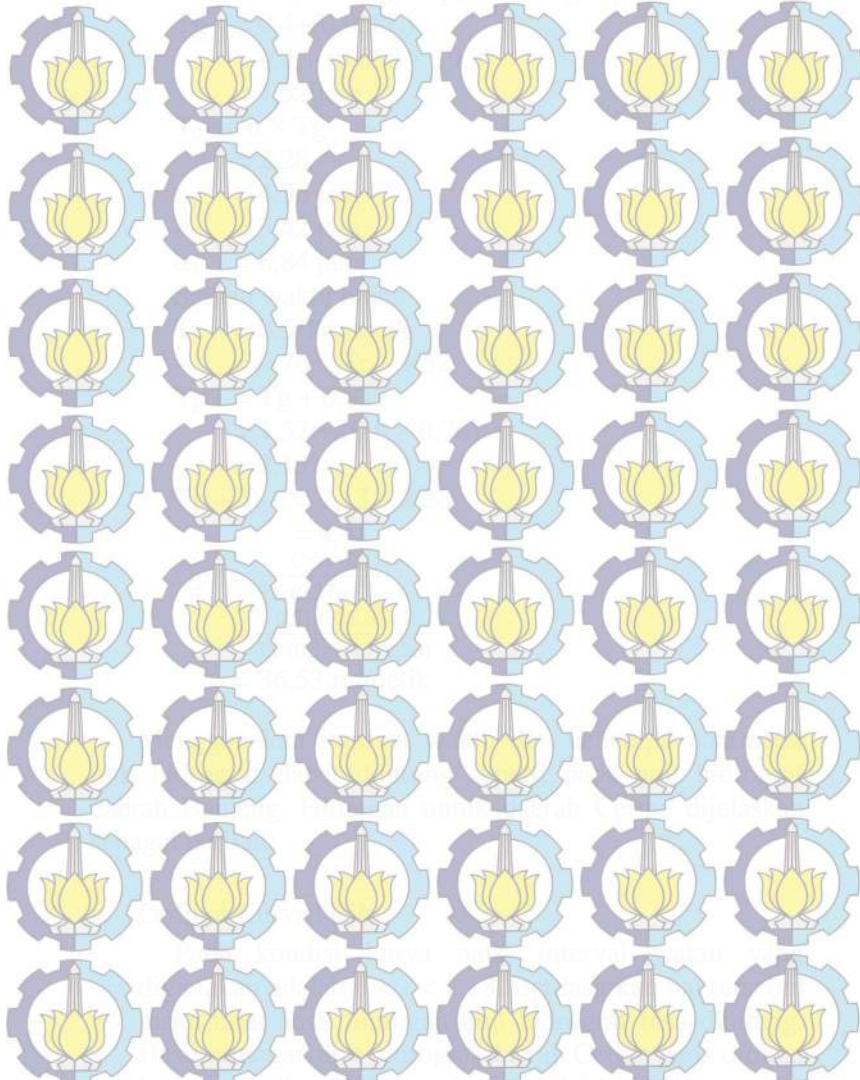


b. Catchment Area Cerme

Tujuan catchment area Cerme dicari dengan metode



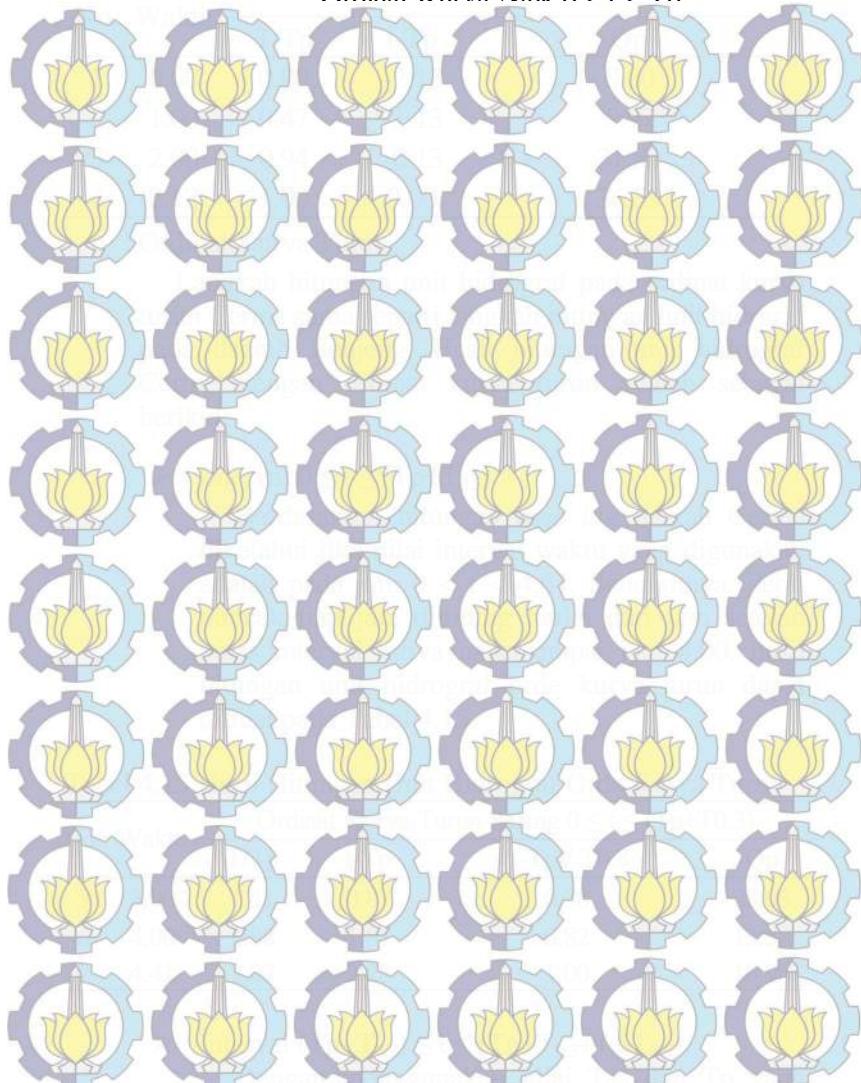
Dengan menggunakan nilai (R_0) sebesar 1 mm, maka waktu tunda (*time lag*) dapat dihitung senerti berikut:



Kurva nark ditunjukkan pada Tabel 4.14.

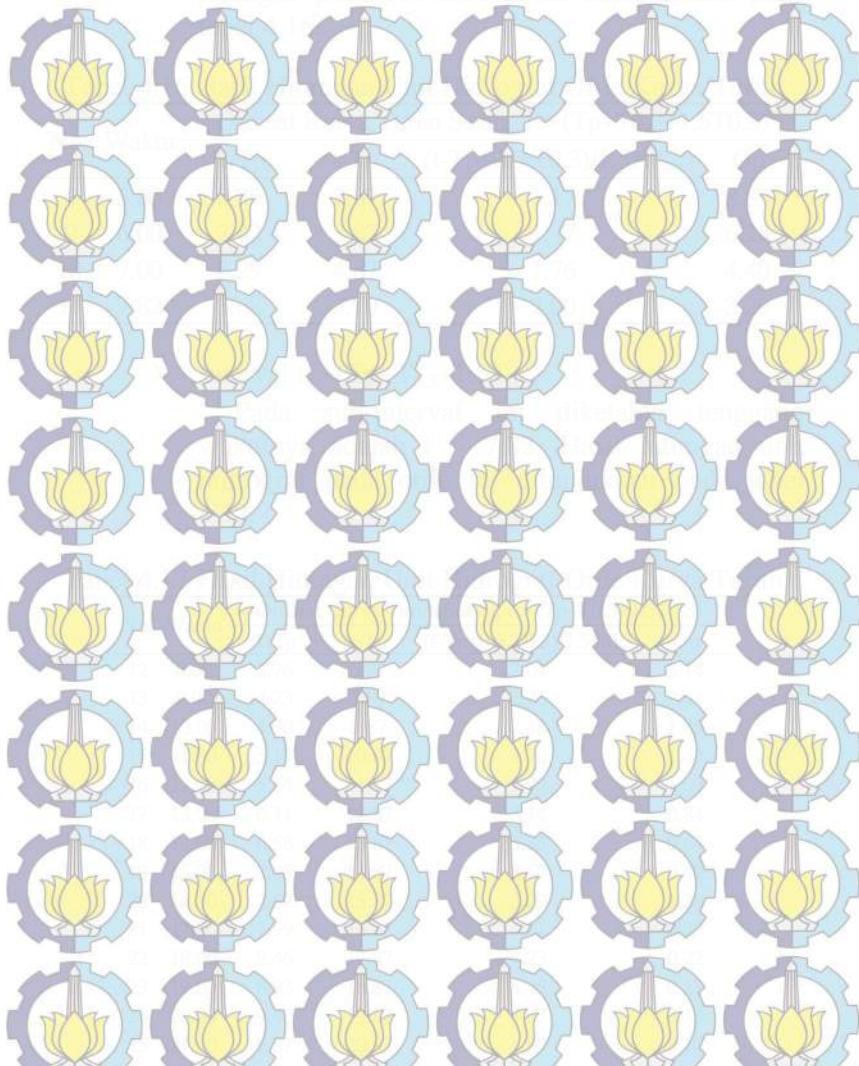
Tabel 4.14 Hasil Hitungan Unit Hidrograf Orde Kurva Naik

Ordinat Kurva Naik $0 < t < T_p$



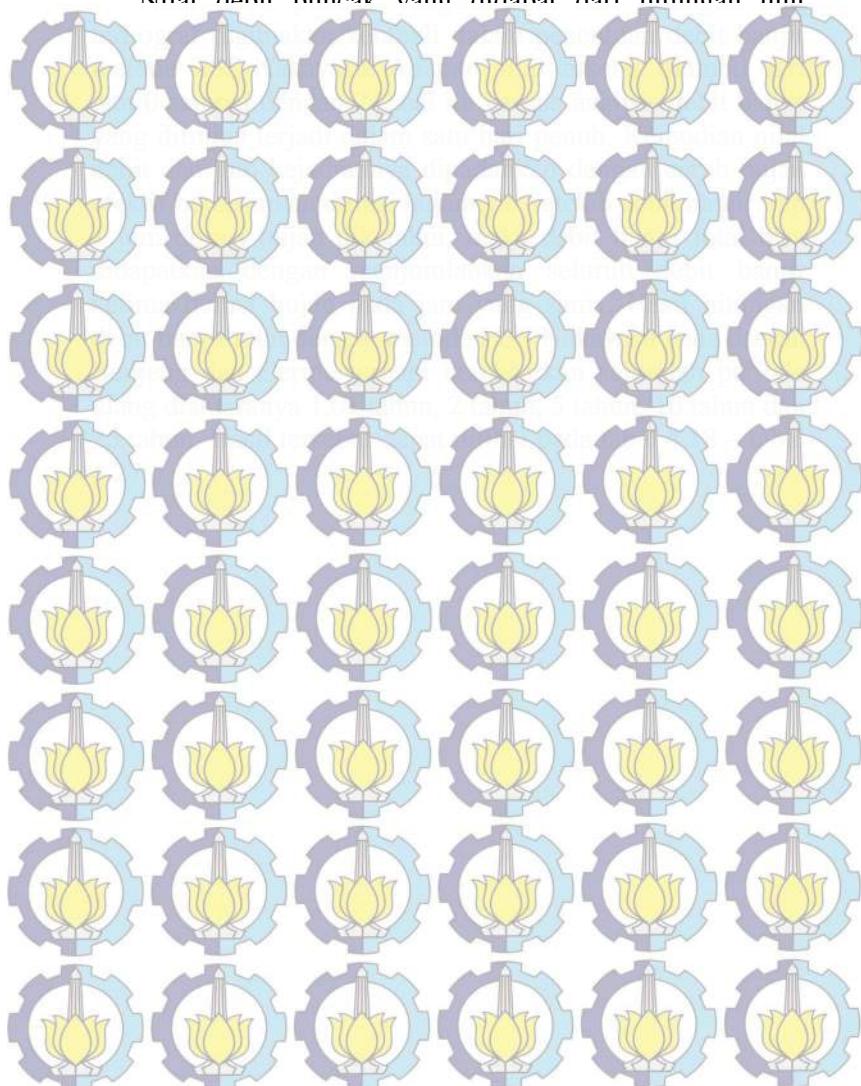
sama, maka dapat diketahui tenggang waktu pada

sub-interval ini adalah $4,41 \leq t \leq 7,82$. Hasil hitungan pada sub-interval ini dapat dilihat pada



4.2.4 Debit Banjir Rencana

Nilai debit puncak yang diperoleh dari hitungan unit



Tabel 4.18 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 1,01 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q ($m^3/\text{det/mm}$) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m^3/det |
|----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| | | 4.05 | 1.05 | 0.74 | 0.59 | 0.50 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 0.15 | 0.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.61 |
| 2 | 0.79 | 3.21 | 0.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.37 |
| 3 | 2.10 | 8.49 | 0.83 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 9.44 |
| 4 | | | | | | | 19.82 |
| 5 | | | | | | | 35.36 |
| 6 | | | | | | | 56.75 |
| 7 | | | | | | | 63.87 |
| 8 | | | | | | | 61.74 |
| 9 | | | | | | | 57.04 |
| 10 | | | | | | | 50.47 |
| 11 | | | | | | | 44.73 |
| 12 | | | | | | | 38.22 |
| 13 | | | | | | | 31.96 |
| 14 | | | | | | | 27.49 |
| 15 | | | | | | | 23.87 |
| 16 | | | | | | | 20.89 |
| 17 | | | | | | | 18.40 |
| 18 | | | | | | | 16.22 |
| 19 | | | | | | | 14.40 |
| 20 | | | | | | | 12.78 |
| 21 | | | | | | | 11.34 |
| 22 | | | | | | | 10.07 |
| 23 | | | | | | | 8.94 |
| 24 | | | | | | | 8.04 |
| | | | | | | | 63.87 |

Tabel 4.19 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 12.70 | 3.30 | 2.31 | 1.84 | 1.56 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 0.15 | 1.91 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.91 |
| 2 | 0.79 | 10.06 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.55 |
| 3 | 2.10 | 26.61 | 2.61 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 29.57 |
| 4 | 4.18 | 53.07 | 6.92 | 1.83 | 0.28 | 0.00 | 62.10 |
| 5 | | | | | | | 110.78 |
| 6 | | | | | | | 177.79 |
| 7 | | | | | | | 200.09 |
| 8 | | | | | | | 193.44 |
| 9 | | | | | | | 178.69 |
| 10 | | | | | | | 158.11 |
| 11 | | | | | | | 140.14 |
| 12 | | | | | | | 119.73 |
| 13 | | | | | | | 100.13 |
| 14 | | | | | | | 86.11 |
| 15 | | | | | | | 74.78 |
| 16 | | | | | | | 65.44 |
| 17 | | | | | | | 57.66 |
| 18 | | | | | | | 50.82 |
| 19 | | | | | | | 45.11 |
| 20 | | | | | | | 40.04 |
| 21 | | | | | | | 35.54 |
| 22 | | | | | | | 31.54 |
| 23 | | | | | | | 28.00 |
| 24 | | | | | | | 25.19 |
| | | | | | | | 200.09 |

Tabel 4.20 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 19.20 | 4.99 | 3.50 | 2.79 | 2.35 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 0.15 | 2.88 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.88 |
| 2 | 0.79 | 15.20 | 0.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.95 |
| 3 | 2.10 | 40.23 | 3.95 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 44.71 |
| 4 | 4.18 | 80.25 | 10.46 | 2.77 | 0.42 | 0.00 | 93.89 |
| 5 | | | | | | | 167.49 |
| 6 | | | | | | | 268.81 |
| 7 | | | | | | | 302.54 |
| 8 | | | | | | | 292.47 |
| 9 | | | | | | | 270.18 |
| 10 | | | | | | | 239.05 |
| 11 | | | | | | | 211.89 |
| 12 | | | | | | | 181.03 |
| 13 | | | | | | | 151.39 |
| 14 | | | | | | | 130.20 |
| 15 | | | | | | | 113.07 |
| 16 | | | | | | | 98.95 |
| 17 | | | | | | | 87.18 |
| 18 | | | | | | | 76.84 |
| 19 | | | | | | | 68.20 |
| 20 | | | | | | | 60.54 |
| 21 | | | | | | | 53.73 |
| 22 | | | | | | | 47.69 |
| 23 | | | | | | | 42.34 |
| 24 | | | | | | | 38.09 |
| | | | | | | | 302.54 |

Tabel 4.21 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 23.52 | 6.11 | 4.29 | 3.41 | 2.88 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 0.15 | 3.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.53 |
| 2 | 0.79 | 18.63 | 0.92 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.55 |
| 3 | 2.10 | 49.30 | 4.84 | 0.64 | 0.00 | 0.00 | 54.79 |
| 4 | 4.18 | 98.33 | 12.81 | 3.40 | 0.51 | 0.00 | 115.05 |
| 5 | | | | | | | 205.24 |
| 6 | | | | | | | 329.38 |
| 7 | | | | | | | 370.71 |
| 8 | | | | | | | 358.38 |
| 9 | | | | | | | 331.06 |
| 10 | | | | | | | 292.93 |
| 11 | | | | | | | 259.64 |
| 12 | | | | | | | 221.82 |
| 13 | | | | | | | 185.50 |
| 14 | | | | | | | 159.54 |
| 15 | | | | | | | 138.55 |
| 16 | | | | | | | 121.25 |
| 17 | | | | | | | 106.82 |
| 18 | | | | | | | 94.16 |
| 19 | | | | | | | 83.57 |
| 20 | | | | | | | 74.18 |
| 21 | | | | | | | 65.84 |
| 22 | | | | | | | 58.44 |
| 23 | | | | | | | 51.88 |
| 24 | | | | | | | 46.67 |
| | | | | | | | 370.71 |

Tabel 4.22 Hasil Hitungan Debit Banjir di Benjeng Metode Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 29.12 | 7.57 | 5.31 | 4.23 | 3.57 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 0.15 | 4.37 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.37 |
| 2 | 0.79 | 23.07 | 1.14 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.20 |
| 3 | 2.10 | 61.03 | 6.00 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 67.83 |
| 4 | 4.18 | 121.74 | 15.86 | 4.21 | 0.63 | 0.00 | 142.44 |
| 5 | | | | | | | 254.10 |
| 6 | | | | | | | 407.79 |
| 7 | | | | | | | 458.96 |
| 8 | | | | | | | 443.69 |
| 9 | | | | | | | 409.87 |
| 10 | | | | | | | 362.66 |
| 11 | | | | | | | 321.45 |
| 12 | | | | | | | 274.63 |
| 13 | | | | | | | 229.66 |
| 14 | | | | | | | 197.52 |
| 15 | | | | | | | 171.54 |
| 16 | | | | | | | 150.11 |
| 17 | | | | | | | 132.25 |
| 18 | | | | | | | 116.57 |
| 19 | | | | | | | 103.46 |
| 20 | | | | | | | 91.84 |
| 21 | | | | | | | 81.52 |
| 22 | | | | | | | 72.36 |
| 23 | | | | | | | 64.22 |
| 24 | | | | | | | 57.78 |
| | | | | | | | 458.96 |

Tabel 4.23 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode Nakayasu Periode Ulang 1,01 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 4.05 | 1.05 | 0.74 | 0.59 | 0.50 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.97 | 24.19 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.19 |
| 2 | 31.50 | 127.66 | 6.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 133.95 |
| 3 | 23.03 | 93.34 | 33.18 | 4.41 | 0.00 | 0.00 | 130.93 |
| 4 | 13.58 | 55.03 | 24.26 | 23.28 | 3.51 | 0.00 | 106.08 |
| 5 | | | | | | | 85.88 |
| 6 | | | | | | | 61.24 |
| 7 | | | | | | | 54.60 |
| 8 | | | | | | | 38.64 |
| 9 | | | | | | | 26.74 |
| 10 | | | | | | | 19.36 |
| 11 | | | | | | | 14.44 |
| 12 | | | | | | | 10.89 |
| 13 | | | | | | | 8.24 |
| 14 | | | | | | | 6.33 |
| 15 | | | | | | | 4.86 |
| 16 | | | | | | | 3.73 |
| 17 | | | | | | | 2.87 |
| 18 | | | | | | | 2.20 |
| 19 | | | | | | | 1.69 |
| 20 | | | | | | | 1.30 |
| 21 | | | | | | | 1.00 |
| 22 | | | | | | | 0.76 |
| 23 | | | | | | | 0.59 |
| 24 | | | | | | | 0.45 |
| | | | | | | | 133.95 |

Tabel 4.24 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode Nakayasu Periode Ulang 2 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|--------|-------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 12.70 | 3.30 | 2.31 | 1.84 | 1.56 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.97 | 75.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 75.78 |
| 2 | 31.50 | 399.96 | 19.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 419.65 |
| 3 | 23.03 | 292.42 | 103.96 | 13.82 | 0.00 | 0.00 | 410.20 |
| 4 | 13.58 | 172.42 | 76.01 | 72.92 | 11.00 | 0.00 | 332.35 |
| 5 | | | | | | | 269.05 |
| 6 | | | | | | | 191.87 |
| 7 | | | | | | | 171.06 |
| 8 | | | | | | | 121.05 |
| 9 | | | | | | | 83.79 |
| 10 | | | | | | | 60.65 |
| 11 | | | | | | | 45.24 |
| 12 | | | | | | | 34.11 |
| 13 | | | | | | | 25.82 |
| 14 | | | | | | | 19.83 |
| 15 | | | | | | | 15.23 |
| 16 | | | | | | | 11.69 |
| 17 | | | | | | | 8.98 |
| 18 | | | | | | | 6.89 |
| 19 | | | | | | | 5.29 |
| 20 | | | | | | | 4.06 |
| 21 | | | | | | | 3.12 |
| 22 | | | | | | | 2.40 |
| 23 | | | | | | | 1.84 |
| 24 | | | | | | | 1.41 |
| | | | | | | | 419.65 |

Tabel 4.25 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode Nakayasu Periode Ulang 5 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 19.20 | 4.99 | 3.50 | 2.79 | 2.35 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.97 | 114.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 114.57 |
| 2 | 31.50 | 604.72 | 29.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 634.50 |
| 3 | 23.03 | 442.13 | 157.18 | 20.89 | 0.00 | 0.00 | 620.20 |
| 4 | 13.58 | 260.69 | 114.92 | 110.26 | 16.63 | 0.00 | 502.50 |
| 5 | | | | | | | 406.80 |
| 6 | | | | | | | 290.10 |
| 7 | | | | | | | 258.64 |
| 8 | | | | | | | 183.02 |
| 9 | | | | | | | 126.68 |
| 10 | | | | | | | 91.70 |
| 11 | | | | | | | 68.40 |
| 12 | | | | | | | 51.57 |
| 13 | | | | | | | 39.04 |
| 14 | | | | | | | 29.98 |
| 15 | | | | | | | 23.02 |
| 16 | | | | | | | 17.68 |
| 17 | | | | | | | 13.57 |
| 18 | | | | | | | 10.42 |
| 19 | | | | | | | 8.00 |
| 20 | | | | | | | 6.15 |
| 21 | | | | | | | 4.72 |
| 22 | | | | | | | 3.62 |
| 23 | | | | | | | 2.78 |
| 24 | | | | | | | 2.14 |
| | | | | | | | 634.50 |

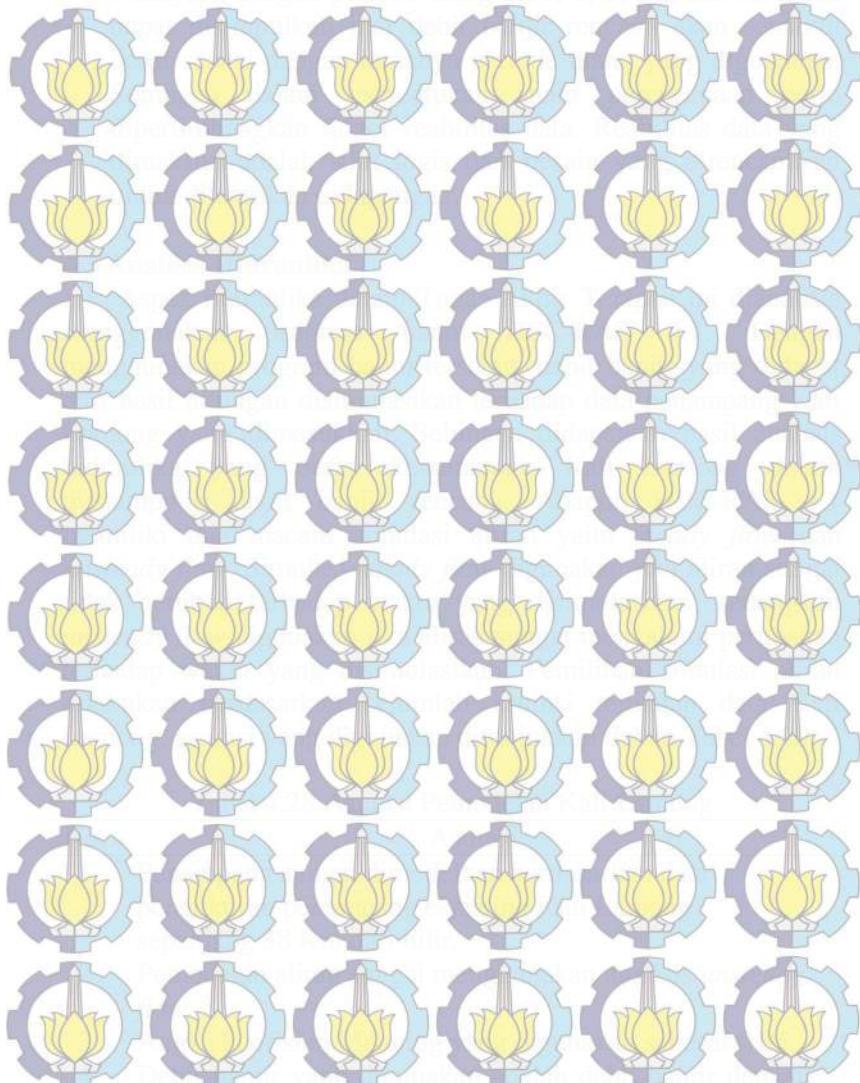
Tabel 4.26 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode Nakayasu Periode Ulang 10 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 23.52 | 6.11 | 4.29 | 3.41 | 2.88 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.97 | 140.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 140.39 |
| 2 | 31.50 | 741.00 | 36.49 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 777.49 |
| 3 | 23.03 | 541.77 | 192.60 | 25.60 | 0.00 | 0.00 | 759.97 |
| 4 | 13.58 | 319.44 | 140.82 | 135.10 | 20.38 | 0.00 | 615.74 |
| 5 | | | | | | | 498.48 |
| 6 | | | | | | | 355.48 |
| 7 | | | | | | | 316.93 |
| 8 | | | | | | | 224.27 |
| 9 | | | | | | | 155.23 |
| 10 | | | | | | | 112.37 |
| 11 | | | | | | | 83.82 |
| 12 | | | | | | | 63.19 |
| 13 | | | | | | | 47.84 |
| 14 | | | | | | | 36.74 |
| 15 | | | | | | | 28.21 |
| 16 | | | | | | | 21.66 |
| 17 | | | | | | | 16.63 |
| 18 | | | | | | | 12.77 |
| 19 | | | | | | | 9.81 |
| 20 | | | | | | | 7.53 |
| 21 | | | | | | | 5.78 |
| 22 | | | | | | | 4.44 |
| 23 | | | | | | | 3.41 |
| 24 | | | | | | | 2.62 |
| | | | | | | | 777.49 |

Tabel 4.27 Hasil Hitungan Debit Banjir di Cerme Metode Nakayasu Periode Ulang 25 Tahun

| Waktu (jam) | Unit Hidrograph Q (m ³ /det/mm) | 0 - 1 | 1 - 2 | 2 - 3 | 3 - 4 | 4 - 5 | Total Q m ³ /det |
|----------------|---|--------|--------|--------|-------|-------|-----------------------------------|
| | | 29.12 | 7.57 | 5.31 | 4.23 | 3.57 | |
| 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1 | 5.97 | 173.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 173.81 |
| 2 | 31.50 | 917.39 | 45.18 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 962.57 |
| 3 | 23.03 | 670.74 | 238.45 | 31.69 | 0.00 | 0.00 | 940.88 |
| 4 | 13.58 | 395.48 | 174.34 | 167.27 | 25.23 | 0.00 | 762.32 |
| 5 | | | | | | | 617.14 |
| 6 | | | | | | | 440.10 |
| 7 | | | | | | | 392.37 |
| 8 | | | | | | | 277.66 |
| 9 | | | | | | | 192.18 |
| 10 | | | | | | | 139.11 |
| 11 | | | | | | | 103.77 |
| 12 | | | | | | | 78.24 |
| 13 | | | | | | | 59.23 |
| 14 | | | | | | | 45.48 |
| 15 | | | | | | | 34.92 |
| 16 | | | | | | | 26.82 |
| 17 | | | | | | | 20.59 |
| 18 | | | | | | | 15.81 |
| 19 | | | | | | | 12.14 |
| 20 | | | | | | | 9.32 |
| 21 | | | | | | | 7.16 |
| 22 | | | | | | | 5.50 |
| 23 | | | | | | | 4.22 |
| 24 | | | | | | | 3.24 |
| | | | | | | | 962.57 |

Berdasarkan hasil hitungan Debit Banjir Metode HSS
Nakavasu dengan periode ulang 1,01; 2; 5; 10; dan 25 tahun

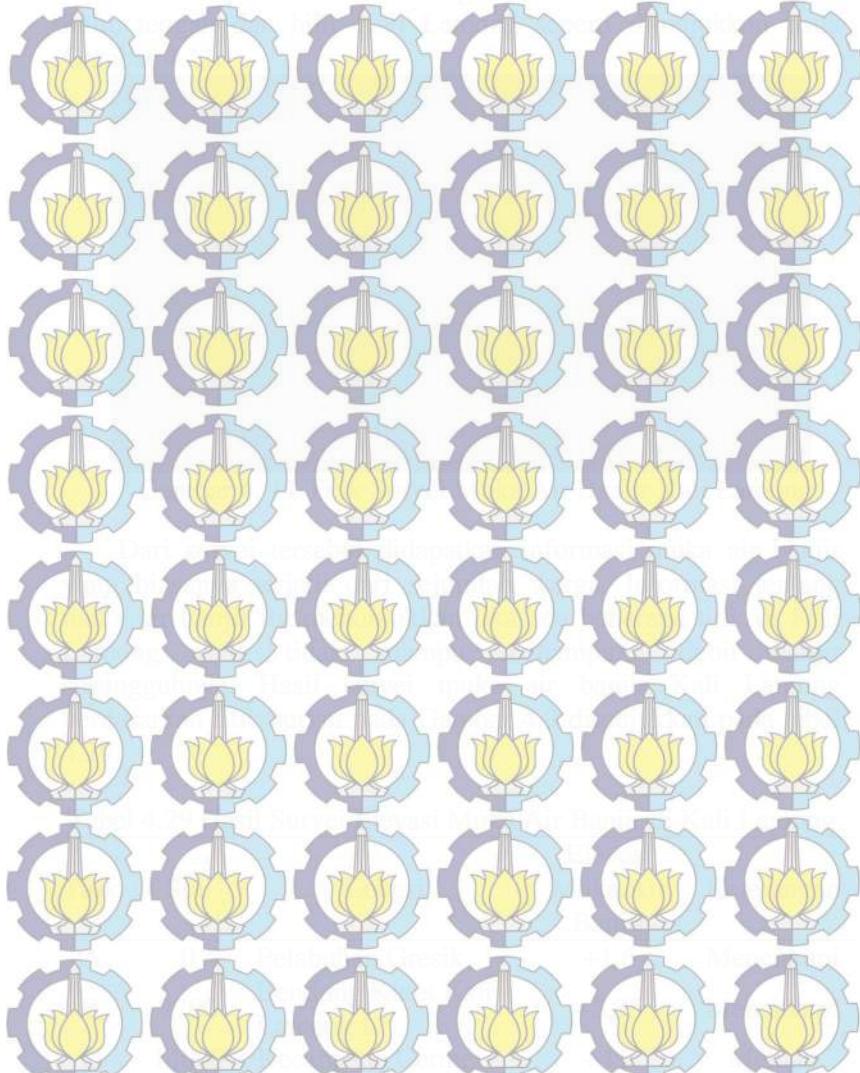


periode ulang 1,01; 2; 5; 10 dan 25 tahun.

Lanjutan Tabel 4.28 Asumsi Pemodelan Kali Lamong

| No | Asumsi |
|-----|--------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | |
| 11 | |
| 12 | |
| 13 | |
| 14 | |
| 15 | |
| 16 | |
| 17 | |
| 18 | |
| 19 | |
| 20 | |
| 21 | |
| 22 | |
| 23 | |
| 24 | |
| 25 | |
| 26 | |
| 27 | |
| 28 | |
| 29 | |
| 30 | |
| 31 | |
| 32 | |
| 33 | |
| 34 | |
| 35 | |
| 36 | |
| 37 | |
| 38 | |
| 39 | |
| 40 | |
| 41 | |
| 42 | |
| 43 | |
| 44 | |
| 45 | |
| 46 | |
| 47 | |
| 48 | |
| 49 | |
| 50 | |
| 51 | |
| 52 | |
| 53 | |
| 54 | |
| 55 | |
| 56 | |
| 57 | |
| 58 | |
| 59 | |
| 60 | |
| 61 | |
| 62 | |
| 63 | |
| 64 | |
| 65 | |
| 66 | |
| 67 | |
| 68 | |
| 69 | |
| 70 | |
| 71 | |
| 72 | |
| 73 | |
| 74 | |
| 75 | |
| 76 | |
| 77 | |
| 78 | |
| 79 | |
| 80 | |
| 81 | |
| 82 | |
| 83 | |
| 84 | |
| 85 | |
| 86 | |
| 87 | |
| 88 | |
| 89 | |
| 90 | |
| 91 | |
| 92 | |
| 93 | |
| 94 | |
| 95 | |
| 96 | |
| 97 | |
| 98 | |
| 99 | |
| 100 | |
| 101 | |
| 102 | |
| 103 | |
| 104 | |
| 105 | |
| 106 | |
| 107 | |
| 108 | |
| 109 | |
| 110 | |
| 111 | |
| 112 | |
| 113 | |
| 114 | |
| 115 | |
| 116 | |
| 117 | |
| 118 | |
| 119 | |
| 120 | |
| 121 | |
| 122 | |
| 123 | |
| 124 | |
| 125 | |
| 126 | |
| 127 | |
| 128 | |
| 129 | |
| 130 | |
| 131 | |
| 132 | |
| 133 | |
| 134 | |
| 135 | |
| 136 | |
| 137 | |
| 138 | |
| 139 | |
| 140 | |
| 141 | |
| 142 | |
| 143 | |
| 144 | |
| 145 | |
| 146 | |
| 147 | |
| 148 | |
| 149 | |
| 150 | |
| 151 | |
| 152 | |
| 153 | |
| 154 | |
| 155 | |
| 156 | |
| 157 | |
| 158 | |
| 159 | |
| 160 | |
| 161 | |
| 162 | |
| 163 | |
| 164 | |
| 165 | |
| 166 | |
| 167 | |
| 168 | |
| 169 | |
| 170 | |
| 171 | |
| 172 | |
| 173 | |
| 174 | |
| 175 | |
| 176 | |
| 177 | |
| 178 | |
| 179 | |
| 180 | |
| 181 | |
| 182 | |
| 183 | |
| 184 | |
| 185 | |
| 186 | |
| 187 | |
| 188 | |
| 189 | |
| 190 | |
| 191 | |
| 192 | |
| 193 | |
| 194 | |
| 195 | |
| 196 | |
| 197 | |
| 198 | |
| 199 | |
| 200 | |
| 201 | |
| 202 | |
| 203 | |
| 204 | |
| 205 | |
| 206 | |
| 207 | |
| 208 | |
| 209 | |
| 210 | |
| 211 | |
| 212 | |
| 213 | |
| 214 | |
| 215 | |
| 216 | |
| 217 | |
| 218 | |
| 219 | |
| 220 | |
| 221 | |
| 222 | |
| 223 | |
| 224 | |
| 225 | |
| 226 | |
| 227 | |
| 228 | |
| 229 | |
| 230 | |
| 231 | |
| 232 | |
| 233 | |
| 234 | |
| 235 | |
| 236 | |
| 237 | |
| 238 | |
| 239 | |
| 240 | |
| 241 | |
| 242 | |
| 243 | |
| 244 | |
| 245 | |
| 246 | |
| 247 | |
| 248 | |
| 249 | |
| 250 | |
| 251 | |
| 252 | |
| 253 | |
| 254 | |
| 255 | |
| 256 | |
| 257 | |
| 258 | |
| 259 | |
| 260 | |
| 261 | |
| 262 | |
| 263 | |
| 264 | |
| 265 | |
| 266 | |
| 267 | |
| 268 | |
| 269 | |
| 270 | |
| 271 | |
| 272 | |
| 273 | |
| 274 | |
| 275 | |
| 276 | |
| 277 | |
| 278 | |
| 279 | |
| 280 | |
| 281 | |
| 282 | |
| 283 | |
| 284 | |
| 285 | |
| 286 | |
| 287 | |
| 288 | |
| 289 | |
| 290 | |
| 291 | |
| 292 | |
| 293 | |
| 294 | |
| 295 | |
| 296 | |
| 297 | |
| 298 | |
| 299 | |
| 300 | |
| 301 | |
| 302 | |
| 303 | |
| 304 | |
| 305 | |
| 306 | |
| 307 | |
| 308 | |
| 309 | |
| 310 | |
| 311 | |
| 312 | |
| 313 | |
| 314 | |
| 315 | |
| 316 | |
| 317 | |
| 318 | |
| 319 | |
| 320 | |
| 321 | |
| 322 | |
| 323 | |
| 324 | |
| 325 | |
| 326 | |
| 327 | |
| 328 | |
| 329 | |
| 330 | |
| 331 | |
| 332 | |
| 333 | |
| 334 | |
| 335 | |
| 336 | |
| 337 | |
| 338 | |
| 339 | |
| 340 | |
| 341 | |
| 342 | |
| 343 | |
| 344 | |
| 345 | |
| 346 | |
| 347 | |
| 348 | |
| 349 | |
| 350 | |
| 351 | |
| 352 | |
| 353 | |
| 354 | |
| 355 | |
| 356 | |
| 357 | |
| 358 | |
| 359 | |
| 360 | |
| 361 | |
| 362 | |
| 363 | |
| 364 | |
| 365 | |
| 366 | |
| 367 | |
| 368 | |
| 369 | |
| 370 | |
| 371 | |
| 372 | |
| 373 | |
| 374 | |
| 375 | |
| 376 | |
| 377 | |
| 378 | |
| 379 | |
| 380 | |
| 381 | |
| 382 | |
| 383 | |
| 384 | |
| 385 | |
| 386 | |
| 387 | |
| 388 | |
| 389 | |
| 390 | |
| 391 | |
| 392 | |
| 393 | |
| 394 | |
| 395 | |
| 396 | |
| 397 | |
| 398 | |
| 399 | |
| 400 | |
| 401 | |
| 402 | |
| 403 | |
| 404 | |
| 405 | |
| 406 | |
| 407 | |
| 408 | |
| 409 | |
| 410 | |
| 411 | |
| 412 | |
| 413 | |
| 414 | |
| 415 | |
| 416 | |
| 417 | |
| 418 | |
| 419 | |
| 420 | |
| 421 | |
| 422 | |
| 423 | |
| 424 | |
| 425 | |
| 426 | |
| 427 | |
| 428 | |
| 429 | |
| 430 | |
| 431 | |
| 432 | |
| 433 | |
| 434 | |
| 435 | |
| 436 | |
| 437 | |
| 438 | |
| 439 | |
| 440 | |
| 441 | |
| 442 | |
| 443 | |
| 444 | |
| 445 | |
| 446 | |
| 447 | |
| 448 | |
| 449 | |
| 450 | |
| 451 | |
| 452 | |
| 453 | |
| 454 | |
| 455 | |
| 456 | |
| 457 | |
| 458 | |
| 459 | |
| 460 | |
| 461 | |
| 462 | |
| 463 | |
| 464 | |
| 465 | |
| 466 | |
| 467 | |
| 468 | |
| 469 | |
| 470 | |
| 471 | |
| 472 | |
| 473 | |
| 474 | |
| 475 | |
| 476 | |
| 477 | |
| 478 | |
| 479 | |
| 480 | |
| 481 | |
| 482 | |
| 483 | |
| 484 | |
| 485 | |
| 486 | |
| 487 | |
| 488 | |
| 489 | |
| 490 | |
| 491 | |
| 492 | |
| 493 | |
| 494 | |
| 495 | |
| 496 | |
| 497 | |
| 498 | |
| 499 | |
| 500 | |
| 501 | |
| 502 | |
| 503 | |
| 504 | |
| 505 | |
| 506 | |
| 507 | |
| 508 | |
| 509 | |
| 510 | |
| 511 | |
| 512 | |
| 513 | |
| 514 | |
| 515 | |
| 516 | |
| 517 | |
| 518 | |
| 519 | |
| 520 | |
| 521 | |
| 522 | |
| 523 | |
| 524 | |
| 525 | |
| 526 | |
| 527 | |
| 528 | |
| 529 | |
| 530 | |
| 531 | |
| 532 | |
| 533 | |
| 534 | |
| 535 | |
| 536 | |
| 537 | |
| 538 | |
| 539 | |
| 540 | |
| 541 | |
| 542 | |
| 543 | |
| 544 | |
| 545 | |
| 546 | |
| 547 | |
| 548 | |
| 549 | |
| 550 | |
| 551 | |
| 552 | |
| 553 | |
| 554 | |
| 555 | |
| 556 | |
| 557 | |
| 558 | |
| 559 | |
| 560 | |
| 561 | |
| 562 | |
| 563 | |
| 564 | |
| 565 | |
| 566 | |
| 567 | |
| 568 | |
| 569 | |
| 570 | |
| 571 | |
| 572 | |
| 573 | |
| 574 | |
| 575 | |
| 576 | |
| 577 | |
| 578 | |
| 579 | |
| 580 | |
| 581 | |
| 582 | |
| 583 | |
| 584 | |
| 585 | |
| 586 | |
| 587 | |
| 588 | |
| 589 | |
| 590 | |
| 591 | |
| 592 | |
| 593 | |
| 594 | |
| 595 | |
| 596 | |
| 597 | |
| 598 | |
| 599 | |
| 600 | |
| 601 | |
| 602 | |
| 603 | |
| 604 | |
| 605 | |
| 606 | |
| 607 | |
| 608 | |
| 609 | |
| 610 | |
| 611 | |
| 612 | |
| 613 | |
| 614 | |
| 615 | |
| 616 | |
| 617 | |
| 618 | |
| 619 | |
| 620 | |
| 621 | |
| 622 | |
| 623 | |
| 624 | |
| 625 | |
| 626 | |
| 627 | |
| 628 | |
| 629 | |
| 630 | |
| 631 | |
| 632 | |
| 633 | |
| 634 | |
| 635 | |
| 636 | |
| 637 | |
| 638 | |
| 639 | |
| 640 | |
| 641 | |
| 642 | |
| 643 | |
| 644 | |
| 645 | |
| 646 | |
| 647 | |
| 648 | |
| 649 | |
| 650 | |
| 651 | |
| 652 | |
| 653 | |
| 654 | |
| 655 | |
| 656 | |
| 657 | |
| 658 | |
| 659 | |
| 660 | |
| 661 | |
| 662 | |
| 663 | |
| 664 | |
| 665 | |
| 666 | |
| 667 | |
| 668 | |
| 669 | |
| 670 | |
| 671 | |
| 672 | |
| 673 | |
| 674 | |
| 675 | |
| 676 | |
| 677 | |
| 678 | |
| 679 | |
| 680 | |
| 681 | |
| 682 | |
| 683 | |
| 684 | |
| 685 | |
| 686 | |
| 687 | |
| 688 | |
| 689 | |
| 690 | |
| 691 | |
| 692 | |
| 693 | |
| 694 | |
| 695 | |
| 696 | |
| 697 | |
| 698 | |
| 699 | |
| 700 | |
| 701 | |
| 702 | |
| 703 | |
| 704 | |
| 705 | |
| 706 | |
| 707 | |
| 708 | |
| 709 | |
| 710 | |
| 711 | |
| 712 | |
| 713 | |
| 714 | |
| 715 | |
| 716 | |
| 717 | |
| 718 | |
| 719 | |
| 720 | |
| 721 | |
| 722 | |
| 723 | |
| 724 | |
| 725 | |
| 726 | |
| 727 | |
| 728 | |
| 729 | |
| 730 | |
| 731 | |
| 732 | |
| 733 | |
| 734 | |
| 735 | |
| 736 | |
| 737 | |
| 738 | |
| 739 | |
| 740 | |
| 741 | |
| 742 | |
| 743 | |
| 744 | |
| 745 | |
| 746 | |
| 747 | |
| 748 | |
| 749 | |
| 750 | |
| 751 | |
| 752 | |
| 753 | |
| 754 | |
| 755 | |
| 756 | |
| 757 | |
| 758 | |
| 759 | |
| 760 | |
| | |

dianggap dapat menggambarkan kondisi muka air banjir yang selama ini terjadi di Kali Lamong. Titik survei berada di bagian



Selanjutnya, nilai model diambil dari elevasi muka air banjir yang didapat dari hasil simulasi HEC-RAS. Kemudian nilai model dianalisis terhadap nilai patokan dengan menggunakan metode *Root Mean Square Error*, adapun proses tersebut ditunjukkan dalam Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Hitungan RMSE

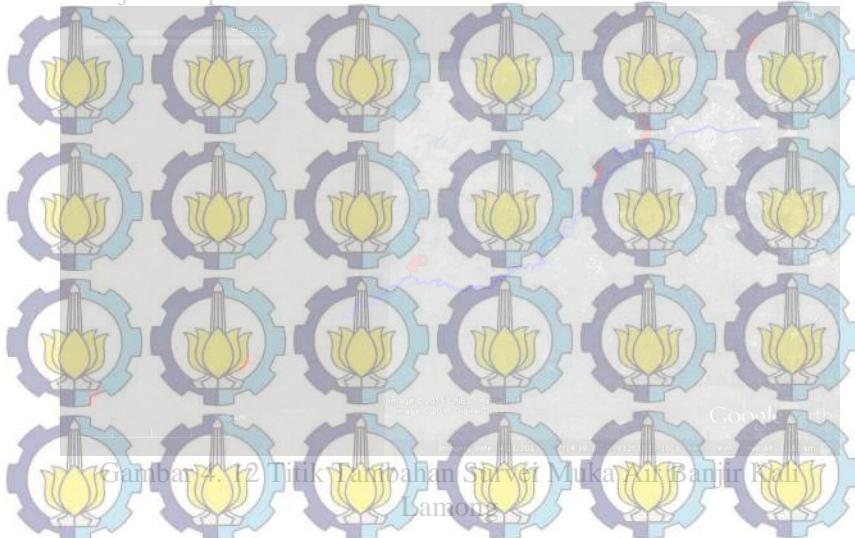
| Titik | Elevasi Muka Air Banjir Hasil HEC-RAS | | | | | Elv. MAB Ril |
|-------|---------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | Q _{1,01} | Q ₂ | Q ₅ | Q ₁₀ | Q ₂₅ | |
| A | -0.1 | 1.34 | 2.12 | 2.59 | 3.14 | 1.6 |
| B | 2.99 | 5.46 | 6.79 | 7.57 | 8.48 | 5.35 |
| C | 4.29 | 6.53 | 7.84 | 8.62 | 9.55 | 4.3 |
| D | 14.72 | 16.47 | 17.39 | 17.92 | 18.57 | 12.5 |
| RMSE | 1.829 | 2.281 | 3.114 | 3.672 | 4.375 | - |

Contoh Hitungan:

$$\text{RMSE Q}_2 = \sqrt{\frac{(1,6-1,34)+(5,35-5,46)+(4,3-6,53)+(12,5-16,47))^2}{4}} \\ = 2,281$$

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan jika debit banjir yang biasa terjadi pada Kali Lamong adalah debit banjir dengan periode ulang 1 tahun. Hal tersebut karena elevasi muka air banjir Kali Lamong yang menggunakan debit banjir rencana periode ulang 1 tahun menghasilkan nilai RMSE paling kecil jika dibandingkan dengan periode ulang lainnya. Namun hasil hitungan dari metode tersebut tidak dapat digunakan sebagai faktor kalibrasi untuk menentukan tinggi muka air banjir atau debit di Kali Lamong. Hal tersebut disebabkan titik survei A masih belum dapat dijadikan patokan daerah hulu karena keadaannya masih mengalami banjir. Selanjutnya dilakukan tambahan survei pada titik tambahan untuk mencari elevasi muka air banjir Kali Lamong pada daerah hulu yang tidak mengalami banjir. Dalam hal ini titik survei tambahan berada di Jembatan Dapet dengan koordinat 7°18'40.51"S , 112°25'41.49"E (Titik E) dan Jembatan Perbatasan Lamongan – Mojokerto dengan koordinat 7°19'37.22"S , 112°21'40.49"E (titik F). Adapun lokasi

titik E dan titik F terhadap Kali Lamong dan titik survei yang lain ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Titik Lanjutan Survei Muka Air Banjir Kali Lamong

Berdasarkan hasil survei, diketahui muka air banjir di titik E berada pada elevasi +48,6 dan pada titik F di elevasi +19,6. Berdasarkan informasi dari warga sekitar, pada keadaan tersebut Kali Lamong tidak dapat menampung debit banjir. Dengan demikian dapat disimpulkan jika daerah hulu masih mengalami banjir dan tidak dapat digunakan untuk kebutuhan kaliirasi. Selain itu titik E dan F berada di luar KM 38 sebagai batas jauhan, sehingga normalisasi pada kedua titik tidak dapat dilakukan.

4.5 Analisis Pengendalian Banjir

Sebelumnya telah diketahui jika berdasarkan analisis hidraulika Kali Lamong tidak mampu menampung debit banjir rencana. Sebagai alternatif pengendalian banjir Kali Lamong dipilih metode pengendalian banjir berupa normalisasi penampang Sungai. Berdasarkan hal tersebut, penampang Kali Lamong yang tidak mampu menampung debit banjir rencana

ditinjau ulang dengan merencanakan profil baru dan menambahkan desain tanggul pada kedua sisi Kali Lamong.

Adapun pembiayaan desain baru profil yang ditinjau adalah tiga puluh lima ratus meter dan diutamakan pada KM 38 – KM 14 yang berada di Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme. Hal tersebut sejuga dengan kejadian banjir yang sempat melanda Gresik pada tahun 2004 dan hasil survei elevasi muka air banjir Kali Lamong.

Adapun pedoman yang digunakan dalam menentukan debit banjir rencana adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Dari data Dinas Kependudukan, Catatan Sipil dan Sosial Kabupaten Gresik diketahui jumlah penduduk Kabupaten Gresik pada akhir tahun 2012 sebesar 1.307.995 jiwa. Berdasarkan poin nomor 22 Pengertian Lampiran I Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014, dapat disimpulkan jika dengan jumlah penduduk sebanyak itu Kabupaten Gresik sejara dengan Kota Metropolitan. Selain itu, berdasarkan poin nomor 27 Kali Lamong digolongkan sebagai sistem drainase utama dilihat dari fungsi sebagai pengendali banjir. Kemudian sebagaimana dijelaskan dalam Ketentuan-Ketentuan Teknis sub-bab Kriteria Perencanaan Hidrologi poin nomor 2f, DAS Kali Lamong yang memiliki luas >500 Ha menggunakan periode ulang 25 tahun. [11]

5.1 Analisis Dimensi Baru

Menggunakan rumus Manning untuk saluran terbuka, profil Kali Lamong dilakukan perhitungan dimensi barunya. Dengan nilai lebar bawah penampang (B) yang sudah ditentukan dan disesuaikan dengan keadaan tanah serta nilai debit Q_2 yaitu sebesar $458,96 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada KM 38 – KM 32,5 dan $142,53 \text{ m}^3/\text{detik}$ pada KM 32 – KM 14 maka kedalaman saluran (H) dapat dicari. Dalam mencari nilai H , digunakan fungsi *Goal Seek* yang terdapat pada *software Microsoft Excel* dengan mengatur acuan debit sesuai lokasinya. Hasil hitungan dimensi baru dapat dilihat pada tabel 4.23.

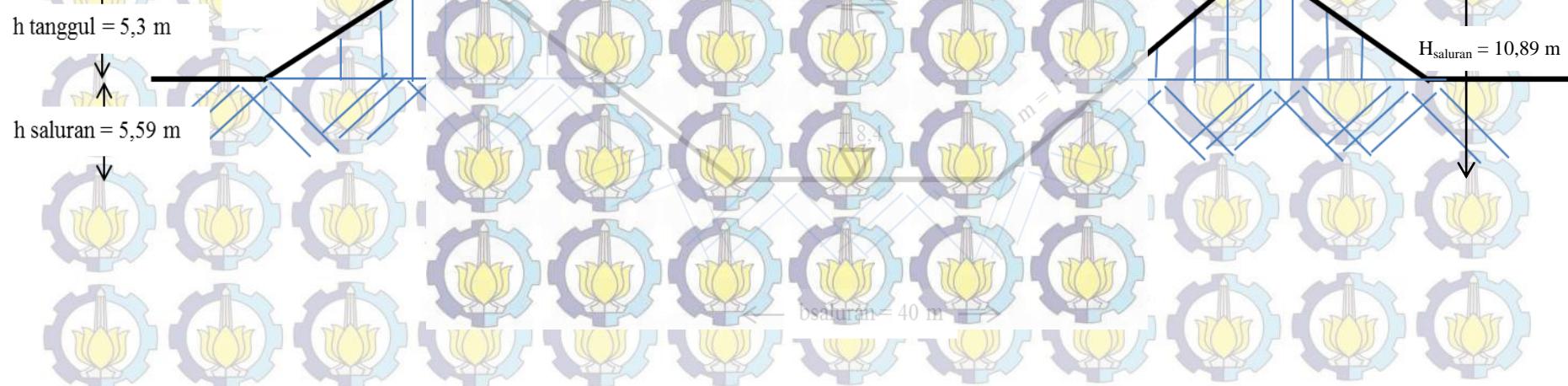
Tabel 4.31 Dimensi Baru Profil Kali Lamong KM 38 – KM 14 per 500 m

| Titik (m) | Jarak | Elv.MAB | I | Titik Patokan | | | | B | Hsaluran | Htanggul | m | a | T | A _b | P _b | R | v | Q _b |
|-----------|-------|---------|---------|--------------------|--------------|----|----------|------|----------|----------|--------|---------|--------|----------------|----------------|---------|---|----------------|
| | | | | Elv. Dasar Saluran | Sumbu X (GL) | B | Hsaluran | | | | | | | | | | | |
| 37500 | 500 | 19.03 | 0.00016 | 8.40 | 63.94 | 40 | 5.59 | 5.30 | 3 | 27 | 82.73 | 68.02 | 88.68 | 7.53 | 0.97 | 649.40 | | |
| 37000 | 500 | 18.98 | 0.0001 | 8.19 | 83.42 | 40 | 6.73 | 4.30 | 2 | 27 | 83.29 | 79.89 | 89.32 | 7.61 | 0.77 | 526.16 | | |
| 36500 | 500 | 18.94 | 0.00008 | 8.13 | 116.00 | 40 | 6.59 | 4.60 | 2 | 27 | 83.55 | 85.40 | 89.62 | 7.65 | 0.69 | 475.93 | | |
| 36000 | 500 | 18.91 | 0.00006 | 7.70 | 68.87 | 45 | 6.46 | 5.00 | 2 | 27 | 89.99 | 73.63 | 96.26 | 8.04 | 0.62 | 480.88 | | |
| 35500 | 500 | 18.86 | 0.0001 | 7.33 | 87.31 | 40 | 6.41 | 5.40 | 2 | 27 | 86.36 | 46.22 | 92.82 | 8.04 | 0.80 | 598.94 | | |
| 35000 | 500 | 18.83 | 0.00006 | 7.38 | 77.54 | 40 | 6.32 | 5.50 | 2 | 27 | 86.58 | 46.66 | 92.84 | 8.04 | 0.62 | 464.31 | | |
| 34500 | 500 | 18.79 | 0.00008 | 8.34 | 120.94 | 40 | 6.21 | 4.67 | 2 | 27 | 82.72 | 67.78 | 88.67 | 7.53 | 0.69 | 458.96 | | |
| 34000 | 500 | 18.77 | 0.00004 | 7.25 | 100.22 | 45 | 6.62 | 6.00 | 2 | 27 | 94.52 | 80.10 | 101.42 | 8.68 | 0.53 | 470.10 | | |
| 33500 | 500 | 18.75 | 0.00004 | 7.75 | 100.06 | 50 | 6.03 | 6.00 | 2 | 27 | 97.23 | 85.73 | 103.81 | 8.53 | 0.53 | 467.81 | | |
| 33000 | 500 | 18.73 | 0.00004 | 7.07 | 104.20 | 55 | 5.25 | 6.70 | 2 | 27 | 101.90 | 37.31 | 108.43 | 8.64 | 0.53 | 499.37 | | |
| 32500 | 500 | 18.57 | 0.00032 | 8.42 | 111.22 | 40 | 5.83 | 4.40 | 2 | 27 | 80.06 | 14.75 | 85.76 | 7.17 | 1.33 | 817.69 | | |
| 32000 | 500 | 18.11 | 0.00092 | 7.83 | 90.50 | 50 | 5.77 | 4.60 | 2 | 27 | 90.72 | 29.83 | 96.39 | 7.57 | 2.34 | 1707.14 | | |
| 31500 | 500 | 17.81 | 0.0006 | 7.19 | 109.72 | 50 | 6.41 | 4.30 | 2 | 27 | 92.02 | 60.16 | 97.87 | 7.77 | 1.92 | 1460.50 | | |
| 31000 | 500 | 17.53 | 0.00056 | 7.56 | 121.31 | 50 | 5.64 | 5.50 | 2 | 27 | 93.73 | 80.56 | 99.82 | 8.02 | 1.90 | 1518.11 | | |
| 30500 | 500 | 17.29 | 0.00048 | 7.23 | 141.23 | 50 | 5.76 | 5.50 | 2 | 27 | 94.19 | 81.74 | 100.35 | 8.09 | 1.77 | 1433.27 | | |
| 30000 | 500 | 16.94 | 0.0007 | 6.74 | 157.41 | 50 | 4.04 | 6.50 | 2 | 27 | 91.57 | 45.03 | 97.14 | 7.67 | 2.06 | 1533.25 | | |
| 29500 | 500 | 16.61 | 0.00066 | 6.04 | 97.22 | 50 | 5.61 | 5.00 | 2 | 27 | 91.75 | 54.19 | 97.58 | 7.73 | 2.01 | 1514.78 | | |
| 29000 | 500 | 16.32 | 0.00058 | 5.64 | 80.20 | 50 | 5.98 | 4.80 | 2 | 27 | 92.31 | 67.07 | 98.21 | 7.81 | 1.90 | 1454.46 | | |
| 28500 | 500 | 16.02 | 0.0006 | 4.30 | 129.93 | 50 | 7.24 | 4.50 | 2 | 27 | 96.08 | 85.50 | 102.50 | 8.37 | 2.02 | 1731.17 | | |
| 28000 | 500 | 15.62 | 0.0008 | 6.23 | 90.43 | 65 | 5.01 | 4.40 | 2 | 27 | 101.92 | 84.93 | 107.06 | 7.33 | 2.13 | 1675.73 | | |
| 27500 | 500 | 15.16 | 0.00092 | 6.27 | 114.02 | 65 | 5.17 | 4.00 | 2 | 27 | 100.99 | 60.98 | 106.01 | 7.18 | 2.26 | 1717.90 | | |
| 27000 | 500 | 14.89 | 0.00054 | 6.50 | 144.10 | 65 | 3.86 | 5.71 | 2 | 27 | 102.59 | 80.43 | 107.83 | 7.44 | 1.77 | 1421.53 | | |
| 26500 | 500 | 14.67 | 0.00044 | 6.22 | 193.19 | 65 | 5.75 | 4.40 | 2 | 27 | 104.81 | 61.25 | 110.36 | 7.80 | 1.65 | 1421.53 | | |
| 26000 | 500 | 14.26 | 0.00082 | 5.88 | 121.45 | 65 | 4.30 | 4.21 | 2 | 27 | 98.40 | 95.21 | 103.05 | 6.75 | 2.04 | 1421.53 | | |
| 25500 | 500 | 14.03 | 0.00046 | 2.82 | 158.61 | 65 | 7.24 | 4.00 | 2 | 27 | 109.12 | 97.44 | 115.26 | 8.49 | 1.79 | 1746.53 | | |
| 25000 | 500 | 13.75 | 0.00056 | 4.61 | 117.12 | 65 | 4.48 | 5.00 | 2 | 27 | 102.21 | 92.44 | 107.39 | 7.38 | 1.79 | 1421.53 | | |
| 24500 | 500 | 13.43 | 0.00064 | 4.54 | 116.82 | 70 | 3.47 | 5.50 | 2 | 27 | 105.20 | 85.50 | 110.10 | 7.13 | 1.88 | 1472.87 | | |
| 24000 | 500 | 13.05 | 0.00076 | 3.69 | 102.83 | 65 | 4.43 | 5.00 | 2 | 27 | 102.00 | 86.96 | 107.15 | 7.34 | 2.08 | 1639.46 | | |
| 23500 | 500 | 12.75 | 0.0006 | 3.22 | 152.19 | 65 | 5.31 | 4.30 | 2 | 27 | 102.71 | 80.621 | 107.99 | 7.47 | 1.87 | 1508.67 | | |
| 23000 | 500 | 12.59 | 0.00032 | 3.00 | 92.21 | 70 | 2.89 | 7.80 | 2 | 27 | 111.96 | 92.67 | 117.81 | 8.26 | 1.46 | 1421.53 | | |
| 22500 | 500 | 12.38 | 0.00042 | 2.85 | 97.61 | 70 | 4.45 | 5.45 | 2 | 27 | 108.87 | 85.64 | 114.29 | 7.75 | 1.61 | 1421.53 | | |
| 22000 | 500 | 12.23 | 0.0003 | 2.94 | 132.86 | 70 | 3.25 | 7.63 | 2 | 27 | 112.73 | 94.62 | 118.68 | 8.38 | 1.43 | 1421.53 | | |
| 21500 | 500 | 11.88 | 0.0007 | 0.52 | 116.60 | 70 | 6.64 | 5.00 | 2 | 27 | 115.67 | 1080.25 | 122.04 | 8.85 | 2.26 | 2446.00 | | |
| 21000 | 500 | 11.78 | 0.0002 | -0.16 | 154.94 | 70 | 6.37 | 5.82 | 2 | 27 | 117.85 | 1145.04 | 124.52 | 9.20 | 1.24 | 1421.53 | | |
| 20500 | 500 | 11.58 | 0.0004 | 0.62 | 89.10 | 70 | 5.47 | 5.50 | 2 | 27 | 113.06 | 1004.08 | 119.06 | 8.43 | 1.66 | 1664.05 | | |

Lanjutan Tabel 4.31 Dimensi Baru Profil Kali Lamong KM 38 – KM 14 per 500 m

| Titik (m) | Jarak | Elv.MAB | I | Titik Patokan | | | B | Hsaluran | Htanggul | m | α | T | A_{fb} | P_{fb} | R | v | Q_{fb} |
|-----------|-------|---------|---------|--------------------|--------------|----|------|----------|----------|----|----------|---------|----------|----------|------|---------|----------|
| | | | | Elv. Dasar Saluran | Sumbu X (CL) | | | | | | | | | | | | |
| 20000 | 500 | 11.46 | 0.00024 | -0.89 | 119.00 | 70 | 6.35 | 6.10 | 2 | 27 | 118.87 | 75.71 | 125.68 | 9.35 | 1.38 | 1617.32 | |
| 19500 | 500 | 11.33 | 0.00026 | -0.16 | 132.61 | 70 | 5.32 | 6.20 | 2 | 27 | 115.22 | 106.86 | 121.52 | 8.78 | 1.37 | 1464.19 | |
| 19000 | 500 | 11.2 | 0.00026 | 0.15 | 92.78 | 70 | 4.60 | 6.73 | 2 | 27 | 114.48 | 104.18 | 120.67 | 8.66 | 1.36 | 1421.53 | |
| 18500 | 500 | 11.07 | 0.00026 | 0.67 | 129.99 | 70 | 4.72 | 6.61 | 2 | 27 | 114.48 | 104.18 | 120.67 | 8.66 | 1.36 | 1421.53 | |
| 18000 | 500 | 10.92 | 0.0003 | 0.11 | 145.98 | 70 | 4.31 | 6.60 | 2 | 27 | 112.81 | 99.85 | 118.77 | 8.39 | 1.43 | 1426.15 | |
| 17500 | 500 | 10.66 | 0.00052 | -0.45 | 55.43 | 70 | 4.84 | 6.30 | 2 | 27 | 113.72 | 103.25 | 119.82 | 8.54 | 1.91 | 1949.80 | |
| 17000 | 500 | 10.53 | 0.00026 | -0.04 | 114.78 | 75 | 3.63 | 7.70 | 2 | 27 | 119.48 | 1101.83 | 125.67 | 8.77 | 1.37 | 1510.82 | |
| 16500 | 500 | 10.43 | 0.0002 | -1.75 | 141.79 | 70 | 5.51 | 6.70 | 2 | 27 | 117.92 | 1147.18 | 124.60 | 9.21 | 1.24 | 1425.33 | |
| 16000 | 500 | 10.29 | 0.00028 | -0.69 | 130.16 | 70 | 6.10 | 5.00 | 2 | 27 | 113.57 | 1018.93 | 119.65 | 8.52 | 1.40 | 1422.06 | |
| 15500 | 500 | 9.99 | 0.0006 | -0.89 | 97.33 | 70 | 3.05 | 8.00 | 2 | 27 | 113.35 | 1012.57 | 119.39 | 8.48 | 2.04 | 2062.97 | |
| 15000 | 500 | 9.83 | 0.00032 | -0.99 | 54.30 | 70 | 1.74 | 9.55 | 1 | 27 | 92.58 | 917.97 | 101.94 | 9.01 | 1.55 | 1421.53 | |
| 14500 | 500 | 9.69 | 0.00028 | -1.52 | 84.93 | 70 | 4.50 | 6.80 | 2 | 27 | 114.34 | 1041.15 | 120.52 | 8.64 | 1.41 | 1467.00 | |
| 14000 | 500 | 9.55 | 0.00028 | -3.00 | 45.51 | 70 | 4.86 | 7.70 | 2 | 27 | 119.29 | 118.33 | 126.15 | 9.42 | 1.49 | 1773.82 | |

Gambar 4.13 Contoh Profil Kali Lamong yang dinormalisasi (KM 37,5)



Dari hasil hitungan pada tabel 4.31 diketahui jika tinggi tanggul yang dibutuhkan berkisar antara 4 – 9,55 meter.

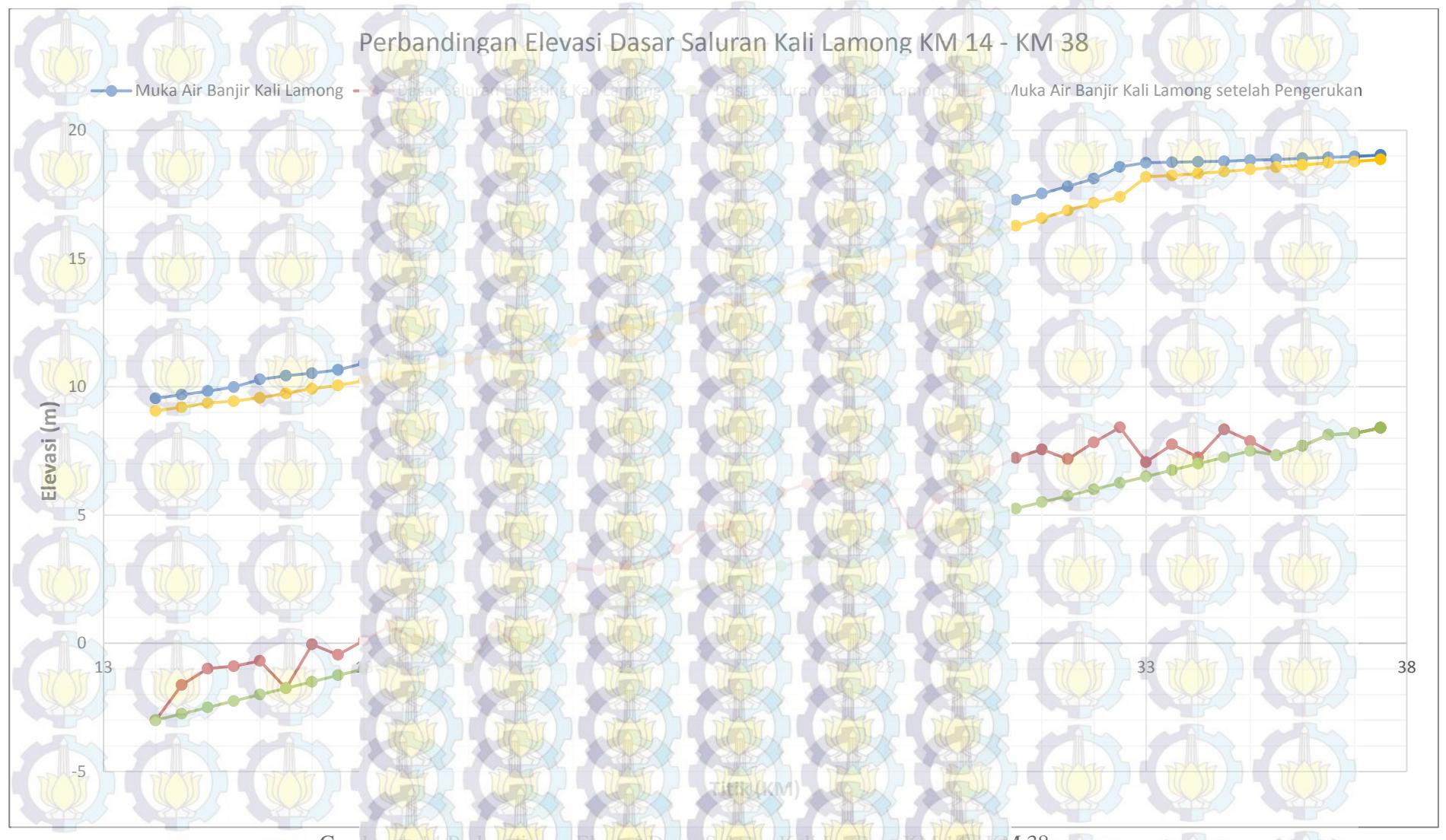
Dengan dimensi tersebut tanggul yang direncanakan menjadi kurang realistik untuk dibangun. Untuk mengatasi masalah tersebut dipilih metode pengurukan sebagai tambahan metode normalisasi. Dalam hal ini, elevasi dasar saluran mulai KM 38 hingga KM 14,50 diubah dengan elevasi dasar saluran KM 14 sebagai titik acuan. Adanya kemiringan saluran eksisting diubah menjadi 2,0005 tiap 500 m. Apabila ditemukan elevasi dasar saluran rencana yang lebih tinggi daripada elevasi dasar saluran eksisting, maka elevasi dasar saluran eksisting yang digunakan sebagai dasar saluran rencana. Dengan demikian elevasi dasar saluran akan turun dan tinggi tanggul dapat dikurangi. Perbandingan antara elevasi dasar saluran eksisting dan elevasi dasar saluran rencana dapat dilihat pada Tabel 4.32 dan Gambar 4.14.

Tabel 4. 32 Profil Kali Lamong setelah Pengerukan KM 38 – KM 14 per 500 m

| Titik (m) | Elv. Dasar Saluran Eksisting | Elv. MAB Eksisting | Elv. MAB setelah Pengerukan | Elv. Dasar Saluran setelah Pengerukan | I _{saluran} | B | H _{saluran} | H _{anggul} | Elev. Tanggul | m | α | T | A _{fb} | P _{fb} | R | v | Q _{fb} | Q _{fb} (kum) |
|-----------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|----------------------|----|----------------------|---------------------|---------------|---|----|-------|-----------------|-----------------|------|------|-----------------|-----------------------|
| 37500 | 8.4 | 19.03 | 18.86 | 8.4 | 0.0005 | 20 | 5.59 | 5.08 | 19.96 | 2 | 27 | 61.86 | 436.52 | 67.69 | 6.45 | 1.55 | 676.32 | 676.32 |
| 37000 | 8.191 | 18.98 | 18.78 | 8.191 | 0.000418 | 25 | 6.73 | 4.06 | 18.98 | 2 | 27 | 67.33 | 497.90 | 73.23 | 6.80 | 1.47 | 730.67 | 1406.99 |
| 36500 | 8.13 | 18.94 | 18.73 | 8.13 | 0.000122 | 35 | 6.50 | 4.50 | 18.93 | 2 | 27 | 77.37 | 606.53 | 83.28 | 7.28 | 0.83 | 503.44 | 1910.43 |
| 36000 | 7.695 | 18.91 | 18.64 | 7.695 | 0.00081 | 20 | 6.46 | 14.68 | 18.84 | 2 | 27 | 63.75 | 466.67 | 69.84 | 6.68 | 2.09 | 976.62 | 2887.05 |
| 35500 | 7.33 | 18.86 | 18.56 | 7.33 | 0.00073 | 20 | 6.41 | 5.02 | 18.70 | 2 | 27 | 64.88 | 485.32 | 71.14 | 6.82 | 1.94 | 943.34 | 3830.39 |
| 35000 | 7.88 | 18.83 | 18.47 | 7.501 | 0.0005 | 20 | 6.70 | 4.47 | 18.67 | 2 | 27 | 63.82 | 467.94 | 69.93 | 6.69 | 1.59 | 743.12 | 4573.51 |
| 34500 | 8.339 | 18.79 | 18.39 | 7.251 | 0.0005 | 20 | 7.30 | 4.04 | 18.59 | 2 | 27 | 64.49 | 478.85 | 70.69 | 6.77 | 1.60 | 766.66 | 5340.17 |
| 34000 | 7.246 | 18.77 | 18.31 | 7.001 | 0.0005 | 20 | 6.86 | 4.64 | 18.51 | 2 | 27 | 65.16 | 489.87 | 71.45 | 6.86 | 1.61 | 790.63 | 6130.80 |
| 33500 | 7.751 | 18.75 | 18.24 | 6.751 | 0.0005 | 20 | 7.03 | 4.65 | 18.44 | 2 | 27 | 65.87 | 501.66 | 72.26 | 6.94 | 1.63 | 816.49 | 6947.29 |
| 33000 | 7.065 | 18.73 | 18.18 | 6.501 | 0.0005 | 20 | 5.81 | 6.05 | 18.37 | 2 | 27 | 66.57 | 513.58 | 73.06 | 7.03 | 1.64 | 842.83 | 7790.12 |
| 32500 | 8.419 | 18.57 | 17.40 | 6.251 | 0.0005 | 20 | 8.00 | 3.34 | 17.60 | 2 | 27 | 64.53 | 479.49 | 70.74 | 6.78 | 1.60 | 768.06 | 8558.18 |
| 32000 | 7.834 | 18.11 | 17.16 | 6.001 | 0.0005 | 45 | 7.61 | 4.66 | 17.61 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 9979.71 |
| 31500 | 7.185 | 17.81 | 16.87 | 5.751 | 0.0005 | 45 | 7.84 | 3.77 | 17.36 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 11401.24 |
| 31000 | 7.556 | 17.53 | 16.57 | 5.501 | 0.0005 | 45 | 7.70 | 3.91 | 17.1 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 12822.77 |
| 30500 | 7.228 | 17.29 | 16.27 | 5.251 | 0.0005 | 45 | 7.74 | 3.87 | 16.86 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 14244.30 |
| 30000 | 6.737 | 16.94 | 16.06 | 5.001 | 0.0005 | 55 | 5.78 | 5.48 | 16.26 | 2 | 27 | 99.18 | 867.74 | 105.34 | 8.24 | 1.82 | 1582.84 | 15827.14 |
| 29500 | 6.035 | 16.61 | 15.76 | 4.751 | 0.0005 | 45 | 6.92 | 4.68 | 16.36 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 17248.67 |
| 29000 | 5.635 | 16.32 | 15.45 | 4.501 | 0.0005 | 45 | 7.11 | 4.49 | 16.1 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 18670.20 |
| 28500 | 4.301 | 16.02 | 15.14 | 4.251 | 0.0005 | 45 | 7.29 | 4.32 | 15.86 | 2 | 27 | 90.57 | 786.87 | 96.92 | 8.12 | 1.81 | 1421.53 | 20091.73 |
| 28000 | 6.231 | 15.62 | 14.87 | 4.001 | 0.0005 | 50 | 7.24 | 3.85 | 15.09 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 21513.26 |
| 27500 | 6.265 | 15.16 | 14.60 | 3.751 | 0.0005 | 50 | 7.68 | 3.40 | 14.84 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 22934.79 |
| 27000 | 6.504 | 14.89 | 14.33 | 3.501 | 0.0005 | 50 | 6.87 | 4.22 | 14.59 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 24356.32 |
| 26500 | 6.222 | 14.67 | 14.06 | 3.251 | 0.0005 | 50 | 8.72 | 2.37 | 14.34 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 25777.85 |

Lanjutan Tabel 4. 32 Profil Kali Lamong setelah Pengerukan KM 38 – KM 14 per 500 m

| Titik (m) | Elv. Dasar Saluran Eksisting | Elv. MAB Eksisting | Elv. MAB setelah Pengerukan | Elv. Dasar Saluran setelah Pengerukan | I _{saluran} | B | H _{saluran} | H _{angsur} | Elev. Tanggul m | a | T | A _f | P _f | R | v | Q _f | Q _f (kum) | |
|-----------|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|----------------------|----|----------------------|---------------------|-----------------|---|----|----------------|----------------|--------|------|----------------|----------------------|----------|
| 26000 | 5.876 | 14.26 | 13.78 | 3.01 | 0.0005 | 50 | 7.17 | 3.91 | 14.09 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 27199.38 |
| 25500 | 2.815 | 14.03 | 13.50 | 2.751 | 0.0005 | 50 | 7.30 | 3.78 | 13.84 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 28620.91 |
| 25000 | 4.607 | 13.75 | 13.22 | 2.501 | 0.0005 | 50 | 6.59 | 4.50 | 13.59 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 30042.44 |
| 24500 | 4.544 | 13.43 | 12.98 | 2.251 | 0.0005 | 55 | 5.76 | 3.11 | 13.48 | 2 | 27 | 97.90 | 835.61 | 103.88 | 8.04 | 1.80 | 1500.26 | 31542.71 |
| 24000 | 3.685 | 13.05 | 12.70 | 2.001 | 0.0005 | 50 | 6.41 | 4.98 | 13.09 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 32964.24 |
| 23500 | 3.22 | 12.75 | 12.42 | 1.751 | 0.0005 | 50 | 6.78 | 4.30 | 12.84 | 2 | 27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 34385.77 |
| 23000 | 3.004 | 12.59 | 12.24 | 1.501 | 0.0005 | 65 | 4.39 | 6.45 | 12.34 | 2 | 27 | 107.55 | 935.33 | 113.48 | 8.24 | 1.82 | 1706.74 | 36092.51 |
| 22500 | 2.851 | 12.38 | 12.01 | 1.251 | 0.0005 | 55 | 6.05 | 4.91 | 12.21 | 2 | 27 | 98.02 | 838.62 | 104.02 | 8.06 | 1.80 | 1507.94 | 37600.45 |
| 22000 | 2.938 | 12.23 | 11.77 | 1.001 | 0.0005 | 55 | 5.19 | 5.78 | 11.97 | 2 | 27 | 98.06 | 839.60 | 104.06 | 8.07 | 1.80 | 1510.45 | 39110.90 |
| 21500 | 0.517 | 11.88 | 11.59 | 0.517 | 0.000968 | 60 | 6.64 | 4.63 | 11.79 | 2 | 27 | 104.24 | 925.55 | 110.40 | 8.38 | 2.57 | 2376.71 | 41487.60 |
| 21000 | -0.163 | 11.78 | 11.41 | -0.163 | 0.001361 | 55 | 6.37 | 5.40 | 11.61 | 2 | 27 | 101.20 | 919.31 | 107.64 | 8.54 | 3.08 | 2833.02 | 44320.62 |
| 20500 | 0.618 | 11.58 | 11.20 | 0.251 | 0.0005 | 55 | 5.84 | 5.91 | 11.40 | 2 | 27 | 98.77 | 857.31 | 104.87 | 8.18 | 1.81 | 1555.92 | 45876.54 |
| 20000 | -0.891 | 11.46 | 11.04 | -0.891 | 0.002284 | 55 | 6.35 | 5.78 | 11.24 | 2 | 27 | 102.62 | 955.99 | 109.25 | 8.75 | 4.06 | 3880.20 | 49756.74 |
| 19500 | -0.155 | 11.33 | 10.84 | -0.249 | 0.0005 | 55 | 5.41 | 5.88 | 11.04 | 2 | 27 | 99.32 | 871.18 | 105.49 | 8.26 | 1.83 | 1591.76 | 51348.50 |
| 19000 | 0.151 | 11.2 | 10.64 | -0.499 | 0.0005 | 55 | 5.25 | 6.09 | 10.84 | 2 | 27 | 99.51 | 876.15 | 105.72 | 8.29 | 1.83 | 1604.66 | 52953.16 |
| 18500 | 0.667 | 11.07 | 10.44 | -0.749 | 0.0005 | 55 | 6.14 | 5.25 | 10.64 | 2 | 27 | 99.71 | 881.13 | 105.94 | 8.32 | 1.84 | 1617.61 | 54570.78 |
| 18000 | 0.114 | 10.92 | 10.24 | -0.999 | 0.0005 | 55 | 5.42 | 6.02 | 10.44 | 2 | 27 | 99.91 | 886.12 | 106.16 | 8.35 | 1.84 | 1630.62 | 56201.39 |
| 17500 | -0.448 | 10.66 | 10.05 | -1.249 | 0.0005 | 55 | 5.64 | 5.86 | 10.25 | 2 | 27 | 100.14 | 892.12 | 106.43 | 8.38 | 1.85 | 1646.29 | 57847.68 |
| 17000 | -0.042 | 10.53 | 9.92 | -1.499 | 0.0005 | 65 | 5.09 | 6.53 | 10.12 | 2 | 27 | 110.60 | 1019.86 | 116.95 | 8.72 | 1.89 | 1932.35 | 59780.03 |
| 16500 | -1.75 | 10.43 | 9.74 | -1.75 | 0.000502 | 55 | 5.51 | 6.18 | 9.94 | 2 | 27 | 100.89 | 911.22 | 107.28 | 8.49 | 1.87 | 1699.82 | 61479.85 |
| 16000 | -0.689 | 10.29 | 9.57 | -1.999 | 0.0005 | 55 | 7.41 | 4.96 | 9.77 | 2 | 27 | 101.20 | 919.30 | 107.64 | 8.54 | 1.87 | 1717.77 | 63197.62 |
| 15500 | -0.893 | 9.99 | 9.44 | -2.249 | 0.0005 | 65 | 4.40 | 7.49 | 9.54 | 2 | 27 | 111.67 | 1050.42 | 118.18 | 8.89 | 1.92 | 2015.71 | 65213.33 |
| 15000 | -0.986 | 9.83 | 9.36 | -2.499 | 0.0005 | 85 | 3.25 | 8.80 | 9.56 | 1 | 45 | 109.11 | 1169.89 | 119.09 | 9.82 | 2.05 | 2399.73 | 67613.07 |
| 14500 | -1.624 | 9.69 | 9.20 | -2.749 | 0.0005 | 55 | 5.62 | 6.53 | 9.40 | 2 | 27 | 102.69 | 958.05 | 109.34 | 8.76 | 1.90 | 1820.99 | 69434.05 |
| 14000 | -2.999 | 9.55 | 9.05 | -2.999 | 0.0005 | 55 | 4.86 | 7.40 | 9.26 | 2 | 27 | 103.13 | 969.37 | 109.83 | 8.83 | 1.91 | 1851.44 | 71285.49 |



Dengan pengurusan dasar saluran diketahui tinggi tanggul yang turun dari sebelumnya berkisar 4 – 9,55 meter menjadi 12,37 – 8,81 meter. Dari hasil hitungan tersebut, tanggul yang direncanakan dirilai masih kurang realistik untuk dibangun. Berdasarkan desain tanggul sungai yang pernah dibangun di Jawa Timur, tinggi tanggul tertinggi berkisar 3 – 4 meter yang berada di Sungai Bengawan Solo. Oleh karena itu, tinggi tanggul maksimum yang digunakan dalam analisis penampang baru Kali Lamong adalah 3 meter. Adapun pertimbangan yang digunakan adalah dengan tinggi 3 meter manitaranya:

- Dengan kendisi tanggul yang dibangun di atas tanah lanau, tanggul tidak mengalami longsor.
 - Dampak bencana yang terjadi jika tanggul longsor atau jebol lebih rendah.
 - Pada kondisi tinggi tanggul maksimum 3 meter, daerah sekitar Kali Lamong masih diizinkan mengalami banjir namun dengan ruas air banjir yang lebih rendah. Namun, pengerasan sisa banjir tidak dibahas dalam Tugas Akhir Terapan ini.
 - Diassumiksi pengaliran air dari daerah sekitar ke Kali Lamong menggunakan pompa, namun hal tersebut tidak dibahas dalam Tugas Akhir Terapan ini.
- Hasil hitungan dimensi baru Kali Lamong dengan tinggi tanggul maksimal 3 meter dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4. 33 Profil Baru Kali Lamong dengan Tinggi Tangkul Maksimal 3 meter KM 38 – KM 14 per 500 m

| Titik (m) | Elv. Dasar | Elv. MAB | Elv. MAB setelah Pengurukan | Elv. Dasar Saluran | I saluran | B | H tangkul | Elev Tangkul m | m | T | A _f | P _f | R | v | Q _f | Q _f (kum) | |
|-----------|-------------------|-----------|-----------------------------|--------------------|-----------|----|-----------|----------------|-------|------|----------------|----------------|-------|------|----------------|----------------------|----------|
| | Saluran Eksisting | Eksisting | Pengerukan | setelah Pengerukan | | | | | | | | | | | | | |
| 37500 | 8.4 | 19.03 | 18.86 | 8.4 | 0.0005 | 20 | 5.59 | 3.00 | 16.99 | 2.27 | 53.70 | 316.40 | 58.40 | 5.42 | 1.38 | 436.50 | 436.50 |
| 37000 | 8.191 | 18.98 | 18.78 | 8.191 | 0.000418 | 25 | 6.73 | 3.00 | 17.92 | 2.27 | 63.19 | 428.99 | 68.51 | 6.26 | 1.39 | 595.94 | 1032.44 |
| 36500 | 8.13 | 18.94 | 18.73 | 8.13 | 0.000422 | 35 | 6.50 | 3.00 | 17.63 | 2.27 | 72.27 | 509.26 | 77.46 | 6.57 | 0.78 | 394.81 | 1427.25 |
| 36000 | 7.695 | 18.91 | 18.64 | 7.695 | 0.00087 | 20 | 6.46 | 3.00 | 17.16 | 2.27 | 57.14 | 364.95 | 62.32 | 5.86 | 1.92 | 699.50 | 2126.74 |
| 35500 | 7.33 | 18.86 | 18.56 | 7.33 | 0.00073 | 20 | 6.41 | 3.00 | 16.74 | 2.27 | 56.94 | 362.04 | 62.09 | 5.83 | 1.75 | 633.80 | 2760.55 |
| 35000 | 7.88 | 18.83 | 18.47 | 7.501 | 0.0005 | 20 | 6.70 | 3.00 | 17.20 | 2.27 | 58.06 | 378.37 | 63.36 | 5.97 | 1.47 | 556.99 | 3317.54 |
| 34500 | 8.339 | 18.79 | 18.39 | 7.250 | 0.0005 | 20 | 7.80 | 3.00 | 17.55 | 2.27 | 60.43 | 414.15 | 66.06 | 6.27 | 1.52 | 629.74 | 3947.28 |
| 34000 | 7.246 | 18.77 | 18.31 | 7.001 | 0.0005 | 20 | 6.86 | 3.00 | 16.86 | 2.27 | 58.71 | 388.06 | 64.10 | 6.05 | 1.49 | 576.48 | 4523.76 |
| 33500 | 7.751 | 18.75 | 18.24 | 6.751 | 0.00051 | 20 | 7.03 | 3.00 | 16.78 | 2.27 | 59.38 | 398.16 | 64.86 | 6.14 | 1.50 | 596.95 | 5120.71 |
| 33000 | 7.065 | 18.73 | 18.18 | 6.501 | 0.0005 | 20 | 5.81 | 3.00 | 15.31 | 2.27 | 54.59 | 328.64 | 59.41 | 5.53 | 1.40 | 459.71 | 5580.41 |
| 32500 | 8.419 | 18.57 | 17.40 | 6.251 | 0.0005 | 20 | 8.00 | 3.00 | 17.25 | 2.27 | 63.18 | 457.48 | 69.19 | 6.61 | 1.58 | 720.70 | 6301.11 |
| 32000 | 7.834 | 18.11 | 17.16 | 6.001 | 0.0005 | 45 | 7.61 | 3.00 | 16.61 | 2.27 | 86.63 | 698.04 | 92.43 | 7.55 | 1.72 | 1201.62 | 7502.73 |
| 31500 | 7.185 | 17.81 | 16.87 | 5.751 | 0.0005 | 45 | 7.84 | 3.00 | 16.59 | 2.27 | 87.55 | 718.33 | 93.47 | 7.68 | 1.74 | 1251.02 | 8753.75 |
| 31000 | 7.556 | 17.53 | 16.57 | 5.501 | 0.0005 | 45 | 7.20 | 3.00 | 16.20 | 2.27 | 86.98 | 705.76 | 92.83 | 7.60 | 1.73 | 1220.37 | 9974.11 |
| 30500 | 7.228 | 17.29 | 16.27 | 5.251 | 0.0005 | 45 | 7.74 | 3.00 | 15.99 | 2.27 | 87.14 | 709.33 | 93.01 | 7.63 | 1.73 | 1229.05 | 11203.17 |
| 30000 | 6.737 | 16.94 | 16.06 | 5.001 | 0.0005 | 55 | 5.78 | 3.00 | 13.78 | 2.27 | 89.45 | 633.84 | 94.25 | 6.73 | 1.59 | 1009.94 | 12213.11 |
| 29500 | 6.035 | 16.61 | 15.76 | 4.751 | 0.0005 | 45 | 6.92 | 3.00 | 14.68 | 2.27 | 83.95 | 639.87 | 89.38 | 7.16 | 1.66 | 1062.92 | 13276.04 |
| 29000 | 5.635 | 16.32 | 15.45 | 4.501 | 0.0005 | 45 | 7.11 | 3.00 | 14.62 | 2.27 | 84.70 | 655.89 | 90.23 | 7.27 | 1.68 | 1100.69 | 14376.72 |
| 28500 | 4.301 | 16.02 | 15.14 | 4.251 | 0.0005 | 45 | 7.29 | 3.00 | 14.54 | 2.27 | 85.39 | 670.86 | 91.02 | 7.37 | 1.69 | 1136.27 | 15512.99 |
| 28000 | 6.231 | 15.62 | 14.87 | 4.001 | 0.0005 | 50 | 7.24 | 3.00 | 14.24 | 2.27 | 90.17 | 717.34 | 95.77 | 7.49 | 1.71 | 1228.10 | 16741.09 |
| 27500 | 6.265 | 15.16 | 14.60 | 3.751 | 0.0005 | 50 | 7.98 | 3.00 | 14.43 | 2.27 | 91.93 | 758.14 | 97.78 | 7.75 | 1.75 | 1328.23 | 18069.32 |
| 27000 | 6.504 | 14.89 | 14.33 | 3.501 | 0.0005 | 50 | 6.87 | 3.00 | 13.37 | 2.27 | 88.73 | 684.34 | 94.12 | 7.27 | 1.68 | 1148.60 | 19217.92 |
| 26500 | 6.222 | 14.67 | 14.06 | 3.251 | 0.0005 | 50 | 8.72 | 2.37 | 14.34 | 2.27 | 93.51 | 795.43 | 99.57 | 7.99 | 1.79 | 1421.53 | 20639.45 |

Lanjutan Tabel 4. 33 Profil Baru Kali Lamong dengan Tinggi Tangkul Maksimal 3 meter

| Titik (m) | Elv. Dasar | Elv. MAB | Elv. MAB setelah Pengurutan | Elv. Dasar Saluran Eksisting | I saluran | B | H tangkul | Elv. Tangkul | m. d | T | A _f | P _f | R | v | Q _f | Q _f (kum) | |
|-----------|-------------------|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------|----|-----------|--------------|-------|------|----------------|----------------|--------|------|----------------|----------------------|----------|
| | Saluran Eksisting | Eksisting | Pengerukan | setelah Pengurukan | | | | | | | | | | | | | |
| 26000 | 5.876 | 14.26 | 13.78 | 3.001 | 0.0005 | 50 | 7.17 | 3.00 | 13.17 | 2 27 | 89.93 | 711.67 | 95.49 | 7.45 | 1.71 | 1214.34 | 21853.79 |
| 25500 | 2.815 | 14.03 | 13.50 | 2.751 | 0.0005 | 50 | 7.30 | 3.00 | 13.05 | 2 27 | 90.44 | 723.48 | 96.08 | 7.53 | 1.72 | 1243.04 | 23096.83 |
| 25000 | 4.607 | 13.75 | 13.22 | 2.501 | 0.0005 | 50 | 6.59 | 3.00 | 12.09 | 2 27 | 87.63 | 659.65 | 92.87 | 7.10 | 1.65 | 1090.06 | 24186.90 |
| 24500 | 4.544 | 13.43 | 12.98 | 2.251 | 0.0005 | 55 | 6.76 | 3.00 | 11.01 | 2 27 | 89.38 | 632.41 | 94.18 | 6.72 | 1.59 | 1006.66 | 25193.55 |
| 24000 | 3.685 | 13.05 | 12.70 | 2.001 | 0.0005 | 50 | 6.11 | 3.00 | 11.11 | 2 27 | 85.75 | 618.30 | 90.74 | 6.81 | 1.61 | 993.85 | 26187.40 |
| 23500 | 3.22 | 12.75 | 12.42 | 1.751 | 0.0005 | 50 | 6.78 | 3.00 | 11.53 | 2 27 | 88.40 | 676.90 | 93.75 | 7.22 | 1.67 | 1130.88 | 27318.28 |
| 23000 | 3.004 | 12.59 | 12.24 | 1.501 | 0.0005 | 65 | 4.39 | 3.00 | 8.89 | 2 27 | 94.01 | 587.63 | 98.05 | 5.99 | 1.48 | 867.04 | 28185.33 |
| 22500 | 2.851 | 12.38 | 12.01 | 1.251 | 0.0005 | 55 | 6.05 | 3.00 | 10.30 | 2 27 | 90.52 | 658.31 | 95.46 | 6.90 | 1.62 | 1066.62 | 29251.94 |
| 22000 | 2.938 | 12.23 | 11.77 | 1.001 | 0.0005 | 55 | 5.19 | 3.00 | 9.19 | 2 27 | 87.14 | 582.01 | 91.62 | 6.35 | 1.53 | 892.75 | 30144.69 |
| 21500 | 0.517 | 11.88 | 11.59 | 0.517 | 0.000968 | 60 | 6.64 | 3.00 | 10.15 | 2 27 | 97.82 | 760.39 | 103.09 | 7.38 | 2.36 | 1792.85 | 31937.54 |
| 21000 | -0.163 | 11.78 | 11.41 | -0.163 | 0.00136 | 55 | 6.37 | 3.00 | 9.21 | 2 27 | 91.80 | 688.03 | 96.92 | 7.10 | 2.72 | 1874.40 | 33811.94 |
| 20500 | 0.618 | 11.58 | 11.20 | 0.251 | 0.0005 | 55 | 5.84 | 3.00 | 9.09 | 2 27 | 89.69 | 639.30 | 94.52 | 6.76 | 1.60 | 1022.52 | 34834.46 |
| 20000 | -0.891 | 11.46 | 11.04 | -0.891 | 0.002284 | 55 | 6.36 | 3.00 | 8.46 | 2 27 | 91.70 | 685.83 | 96.81 | 7.08 | 3.53 | 2417.92 | 37252.38 |
| 19500 | -0.155 | 11.33 | 10.84 | -0.249 | 0.0005 | 55 | 5.41 | 3.00 | 8.17 | 2 27 | 88.03 | 601.71 | 92.63 | 6.50 | 1.56 | 936.85 | 38189.22 |
| 19000 | 0.151 | 11.2 | 10.64 | -0.499 | 0.0005 | 55 | 5.25 | 3.00 | 7.75 | 2 27 | 87.39 | 587.50 | 91.90 | 6.39 | 1.54 | 904.99 | 39094.22 |
| 18500 | 0.667 | 11.07 | 10.44 | -0.749 | 0.0005 | 55 | 6.14 | 3.00 | 8.39 | 2 27 | 90.86 | 666.38 | 95.86 | 6.95 | 1.63 | 1085.49 | 40179.70 |
| 18000 | 0.114 | 10.92 | 10.24 | -0.999 | 0.0005 | 55 | 5.42 | 3.00 | 7.42 | 2 27 | 88.05 | 602.15 | 92.65 | 6.50 | 1.56 | 937.84 | 41117.54 |
| 17500 | -0.448 | 10.66 | 10.05 | -1.249 | 0.0005 | 55 | 5.64 | 3.00 | 7.39 | 2 27 | 88.91 | 621.71 | 93.64 | 6.64 | 1.58 | 982.17 | 42099.71 |
| 17000 | -0.042 | 10.53 | 9.92 | -1.499 | 0.0005 | 65 | 5.09 | 3.00 | 6.59 | 2 27 | 96.74 | 653.91 | 101.16 | 6.46 | 1.55 | 1014.78 | 43114.49 |
| 16500 | -1.75 | 10.43 | 9.74 | -1.75 | 0.000502 | 55 | 5.51 | 3.00 | 6.76 | 2 27 | 88.40 | 610.09 | 93.05 | 6.56 | 1.57 | 957.68 | 44072.17 |
| 16000 | -0.689 | 10.29 | 9.57 | -1.999 | 0.0005 | 55 | 5.74 | 3.00 | 8.41 | 2 27 | 95.87 | 785.33 | 101.56 | 7.73 | 1.75 | 1373.37 | 45445.54 |
| 15500 | -0.893 | 9.99 | 9.44 | -2.249 | 0.0005 | 65 | 4.40 | 3.00 | 5.15 | 2 27 | 94.05 | 588.57 | 98.10 | 6.00 | 1.48 | 869.09 | 46314.64 |
| 15000 | -0.986 | 9.83 | 9.36 | -2.499 | 0.0005 | 85 | 3.25 | 3.00 | 3.76 | 1 45 | 97.51 | 570.70 | 102.69 | 5.56 | 1.40 | 800.78 | 47115.42 |
| 14500 | -1.624 | 9.69 | 9.20 | -2.749 | 0.0005 | 55 | 5.62 | 3.00 | 5.87 | 2 27 | 88.84 | 620.02 | 93.55 | 6.63 | 1.58 | 978.32 | 48093.74 |
| 14000 | -2.999 | 9.55 | 9.06 | -2.999 | 0.0005 | 55 | 4.86 | 3.00 | 4.86 | 2 27 | 85.84 | 553.21 | 90.13 | 6.14 | 1.50 | 829.35 | 48923.09 |

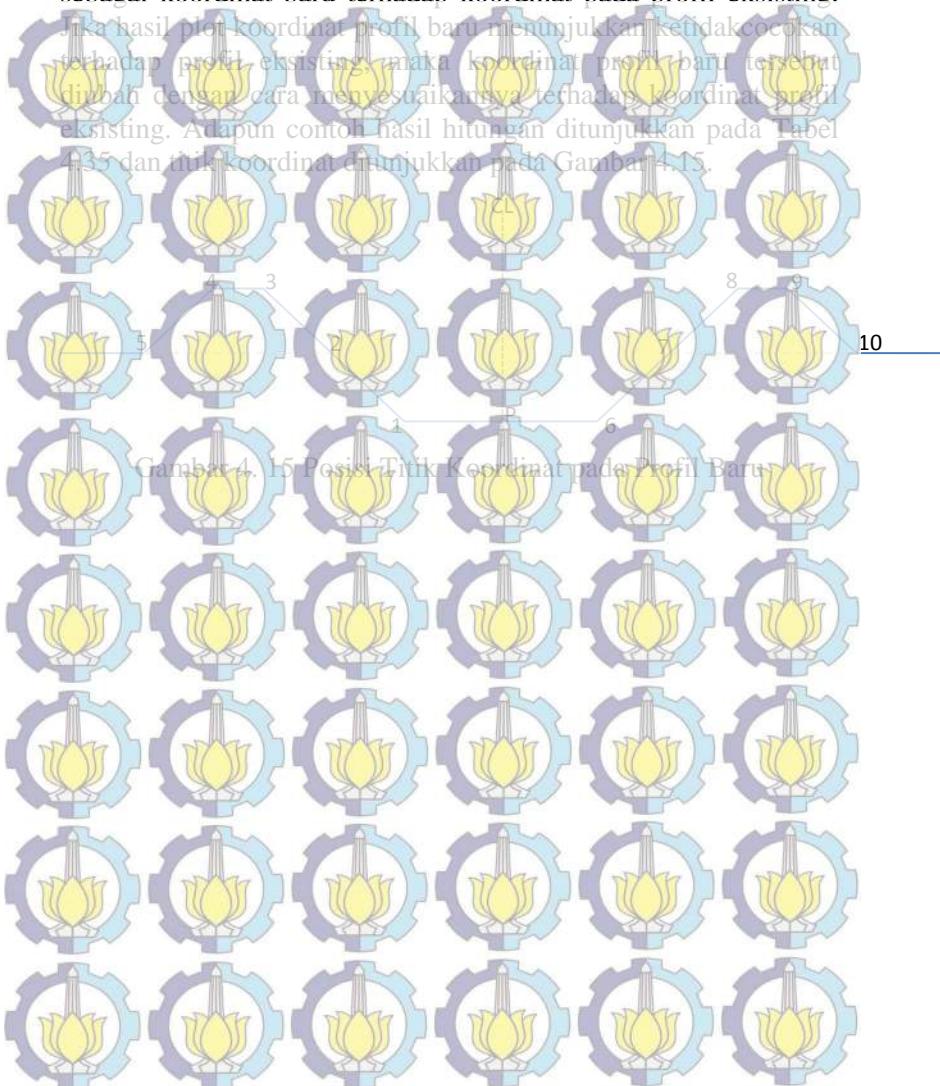
Setelah diketahui dimensi yang diperlukan untuk normalisasi, kemudian titik koordinat pada profil perlu disesuaikan. Tujuan dari langkah tersebut adalah membuat profil baru yang dapat digunakan untuk simulasi terhadap debit banjir dengan menggunakan program baru (HEC-RAS). Dalam hal ini, ditentukan salah satu titik dari titik koordinat awal sebagai patokan titik normalisasi. Lalu dari titik patokan tersebut, koordinat lainnya bisa dicari dengan menggunakan rumus trigonometri. Dalam hal ini, rumus dan titik koordinat baru ditunjukkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Rumus Mengentukkan Koordinat Profil Baru Kabupaten Lamongan

| Titik | Nama Koordinat | Rumus Koordinat |
|--------------|-----------------|---------------------------------------|
| Patokan A | X | Y |
| | x ₁ | y ₁ |
| B | x ₂ | x ₁ -(H _t .tgα) |
| C | x ₃ | x ₂ -(h _t .tgα) |
| D | x ₄ | x ₃ -b _t |
| E | x ₅ | x ₄ -(h _t .tgα) |
| F | x ₆ | x ₅ +0,5B |
| G | x ₇ | x ₆ +(H _t .tgα) |
| H | x ₈ | y ₅ |
| I | x ₉ | x ₈ +(h _t .tgα) |
| J | x ₁₀ | x ₉ -b _t |
| | | y ₈ |
| | | y ₉ -h _t |

Setelah nilai koordinat diketahui, nilai tersebut dimasukkan sebagai koordinat baru terhadap koordinat pada profil eksisting.

Jika hasil plet koordinat profil baru menunjukkan ketidakcocokan terhadap profil eksisting, maka koordinat profil baru tersebut diubah dengan cara menyesuaikannya terhadap koordinat profil eksisting. Adapun contoh hasil hitungan ditunjukkan pada Tabel 4-35 dan titik koordinat ditunjukkan pada Gambar 4-15.

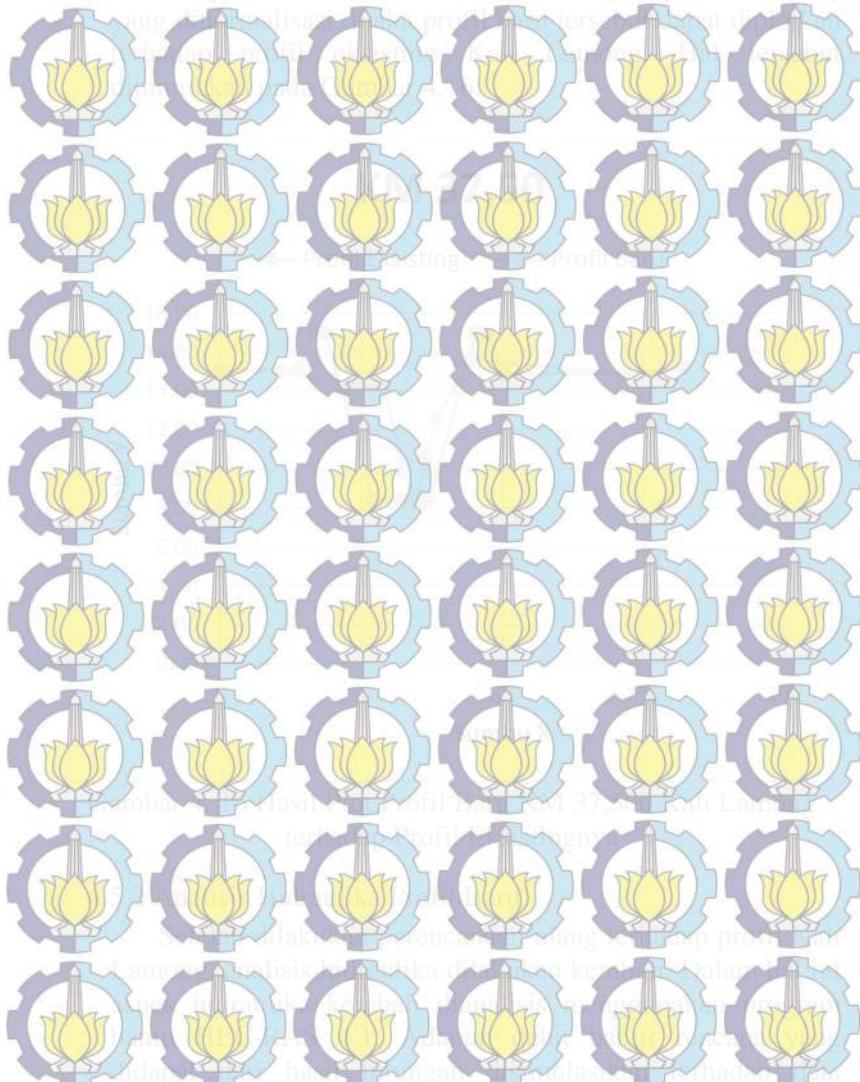


Gambar 4-15 Posisi Titik Koordinat pada Profil Baru

Tabel 4.35 Hasil Hitungan Koordinat Baru Profil Kali Lamongan KM 37,500

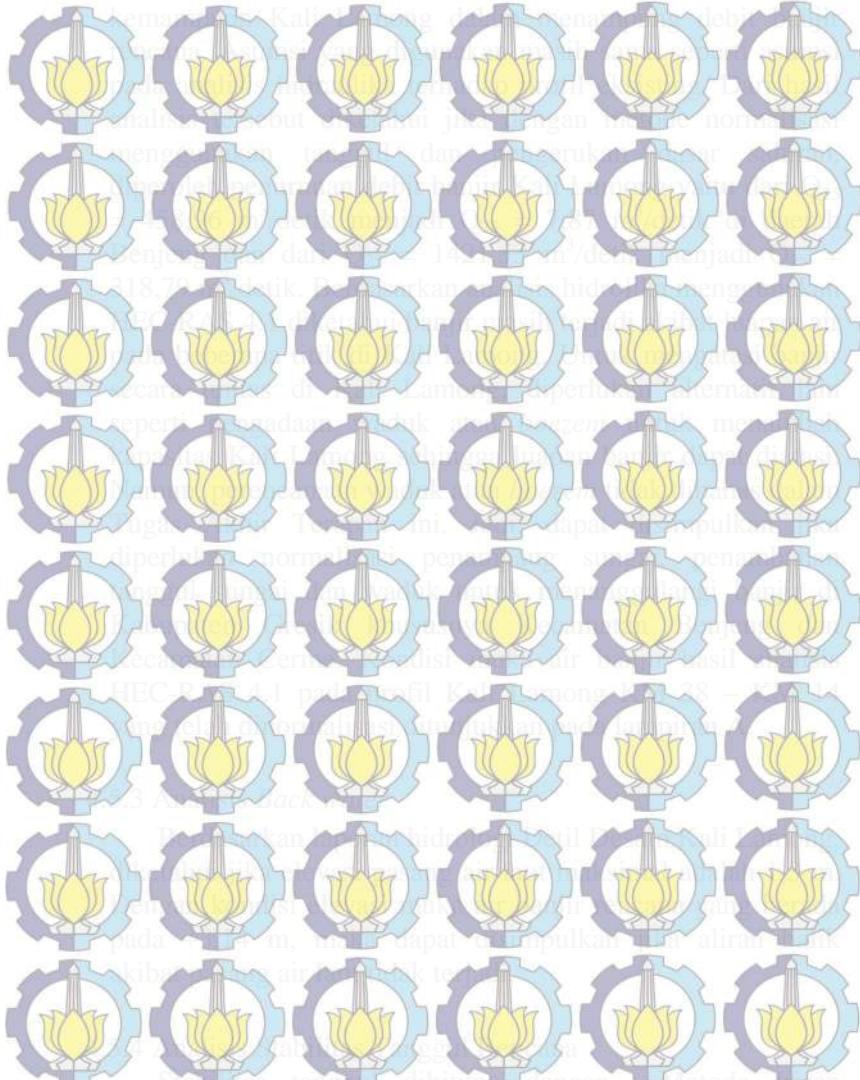
| X | Y | Titik Patokan | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. | Dasar Saluran | h Banggul | b Banggul | m | a Hulu | X baru | Y baru |
|--------|-------|---------------|---------|---------|----|------|------|---------------|--------------|--------------|----|-----------|--------|--------|
| 0 | 15.08 | | 63.94 | 8.4 | 20 | 5.59 | 8.4 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.96 | 0 | 15.08 |
| 21.2 | 15.04 | | | | | | | | | | | | 21.20 | 15.04 |
| 58.25 | 13.99 | | | | | | | | | | | | 27.20 | 15.04 |
| 65.17 | 9.83 | | | | | | | | | | | | 33.09 | 16.99 |
| 69.47 | 8.40 | | | | | | | | | | | | 37.09 | 16.99 |
| 72.63 | 10.54 | | | | | | | | | | | | 42.98 | 13.99 |
| 76.52 | 12.54 | | | | | | | | | | | | 53.94 | 8.40 |
| 88.59 | 15.60 | | | | | | | | | | | | 63.94 | 8.40 |
| 143.39 | 14.90 | | | | | | | | | | | | 73.94 | 8.40 |
| 164.5 | 15.21 | | | | | | | | | | | | 84.90 | 13.99 |
| | | | | | | | | | | | | | 90.79 | 16.99 |
| | | | | | | | | | | | | | 94.79 | 16.99 |
| | | | | | | | | | | | | | 100.68 | 14.90 |
| | | | | | | | | | | | | | 143.39 | 14.90 |
| | | | | | | | | | | | | | 164.50 | 15.21 |

Dengan diketahuinya koordinat baru profil Kali Lamong



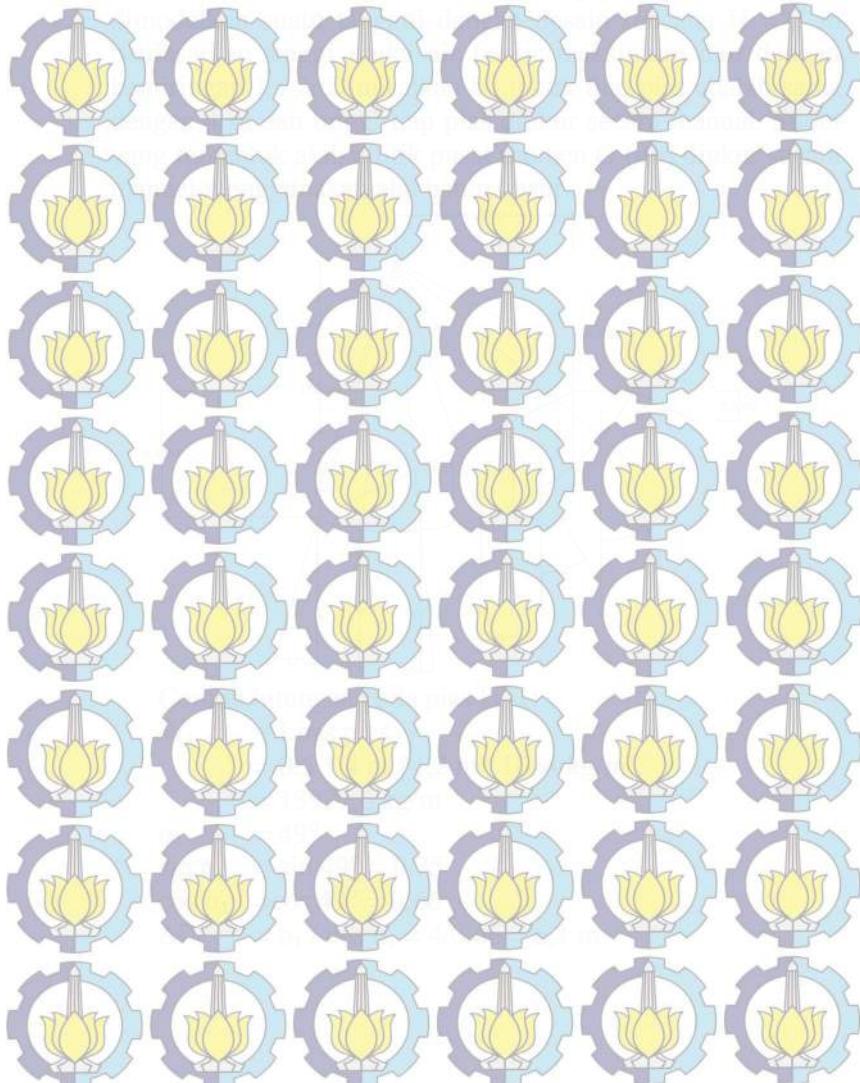
penampang Kali Lamong yang telah direncanakan ulang.

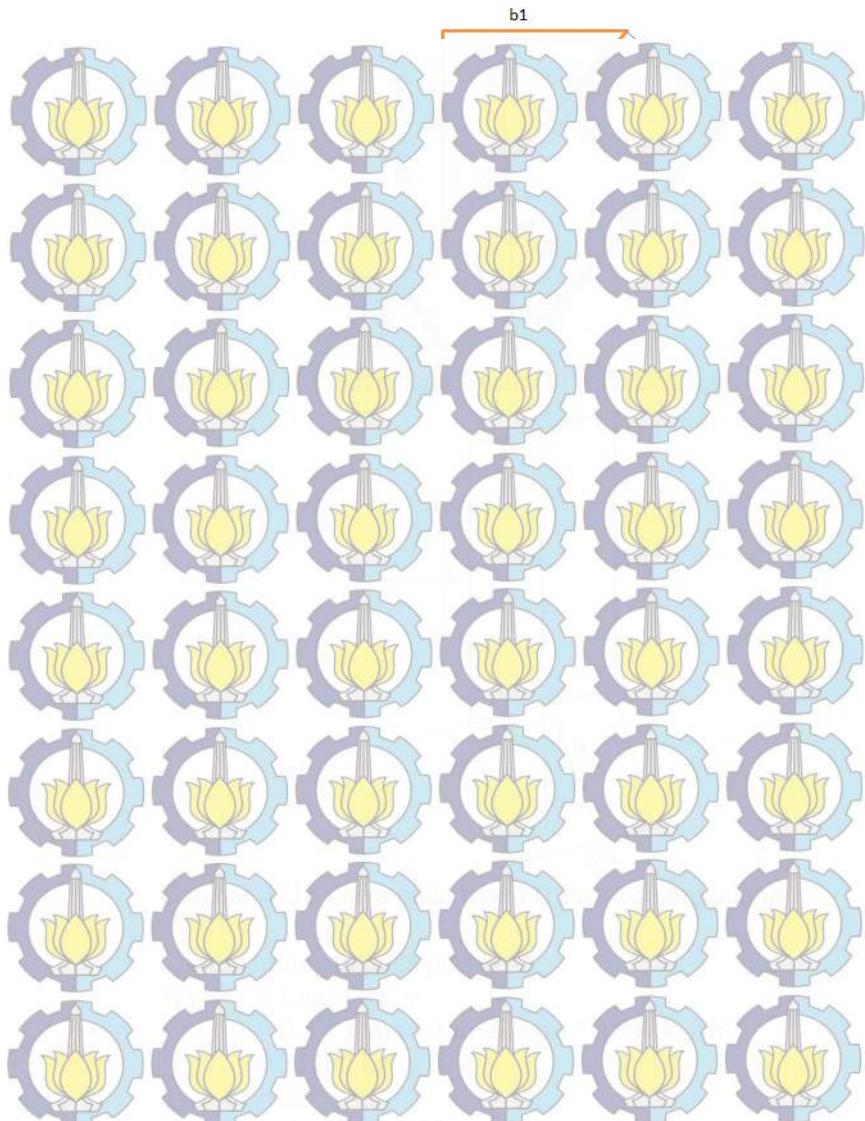
Selanjutnya didapatkan hasil analisis hidraulika tentang



Sederhana. Berdasarkan data bor log yang diperoleh,

diketahui $\gamma = 1664 \text{ kg/m}^3$, $c = 1910 \text{ kg/m}^2$, $\varphi = 3,70$. Akan





$$\sin \alpha_2 = \sin 32^\circ = 0,5\text{,}$$

$$\cos \alpha_2 = \cos 32^\circ = 0,85$$

$$\Delta L_2 = b_2 / \cos \alpha_2$$

$$= 4/0,85$$

$$= 4,72 \text{ m}$$

Tabel 4.36 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul dengan Htanggul 0 – 2 m, KM 30.500

| Irisan No. | b_n (m) | W_n (kg/m) | α_n (deg) | $\sin \alpha_n$ | $\cos \alpha_n$ | ΔL_n (m) | $W_n \sin \alpha_n$ (kg/m) | $W_n \cos \alpha_n$ (kg/m) |
|------------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] | [9] |
| 1.00 | 4 | 13977.60 | 49.00 | 0.75 | 0.66 | 6.10 | 10549.03 | 9170.13 |
| 2.00 | 4 | 33280.00 | 32.00 | 0.53 | 0.85 | 4.72 | 17635.71 | 28223.04 |
| 3.00 | 4 | 36608.00 | 18.00 | 0.31 | 0.95 | 4.21 | 11312.49 | 34816.28 |
| 4.00 | 4 | 29286.40 | 5.00 | 0.09 | 1.00 | 4.02 | 2552.48 | 29174.96 |
| 5.00 | 4.2 | 15375.36 | -8.00 | -0.14 | 0.99 | 4.24 | -2139.84 | 15225.73 |
| 6.00 | 2.5 | 1664.00 | -17.00 | -0.29 | 0.96 | 2.61 | -486.51 | 1591.29 |
| Σ | | | | | | 25.89 | 39423.37 | 118201.42 |

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^p c \cdot \Delta L_n + W_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \phi}{\sum_{n=1}^p W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

$$= \frac{(1910 \times 25,89) + (118201,42 \times \tan 3,70)}{39423,37}$$

$$= 1,34 (\text{OK})$$

Berdasarkan nilai F_s yang didapat, diketahui jika tanggul memiliki stabilitas dan tingkat keamanan yang cukup memadai. Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, hasil analisis stabilitas tanggul rencana lain dapat dilihat pada Tabel 4.35- Tabel 4.40.

Tabel 4.37 Hasil Analisis Stabilitas Tanggul dengan Htanggul 2 – 3 m, KM 27.000

| Irisan No. | b_n (m) | W_n (kg/m) | α_n (deg) | $\sin \alpha_n$ | $\cos \alpha_n$ | ΔL_n (m) | $W_n \sin \alpha_n$ (kg/m) | $W_n \cos \alpha_n$ (kg/m) |
|------------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] | [9] |
| 1.00 | 4 | 20633.60 | 56.00 | 0.83 | 0.56 | 7.15 | 17106.03 | 11538.16 |
| 2.00 | 4 | 43929.60 | 35.00 | 0.57 | 0.82 | 4.88 | 25196.98 | 35985.02 |
| 3.00 | 4 | 44595.20 | 20.00 | 0.34 | 0.94 | 4.26 | 15252.46 | 41905.78 |
| 4.00 | 4 | 37273.60 | 8.00 | 0.14 | 0.99 | 4.04 | 5187.48 | 36910.86 |
| 5.00 | 4.6 | 24494.08 | -9.00 | -0.16 | 0.99 | 4.66 | -3831.72 | 24192.52 |
| 6.00 | 3.8 | 5058.56 | -21.00 | -0.36 | 0.93 | 4.07 | -1812.83 | 4722.57 |
| Σ | | | | | | 29.06 | 57098.41 | 155254.91 |

$$F_s = \frac{\sum_{n=1}^p c \cdot \Delta L_n + W_n \cdot \cos \alpha_n \cdot \tan \phi}{\sum_{n=1}^p W_n \cdot \sin \alpha_n}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(1910 \times 29,06) + (155254,91 \times \tan 3,70)}{57098,41} \\
 &= 1,15 (\text{OK})
 \end{aligned}$$

Rekapitilasi hasil hitungan analisis stabilitas tanggul dapat dilihat pada Tabel 4.41.

Tabel 4.38 Rekapitulasi Hasil Analisis Stabilitas Tanggul

| KM | Htanggul | Btanggul | Nilai Fs | Keterangan |
|---------------|----------|----------|-------------|------------|
| 30.500 | 0 – 2 m | 4 m | 1,34 | OK |
| 27.000 | 2 – 3 m | 4 m | 1,15 | OK |
| 26.500 | 3 – 4 m | 4 m | 1,12 | OK |

BAB V **KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi yang telah dilakukan, diketahui bahwa banjir yang terjadi di Kali Lamong diakibatkan oleh debit banjir yang besar, kondisi fisik Kali Lamong yang tidak mampu menampung debit banjir rencana serta pemeliharaan yang kurang baik menyebabkan banjir yang terjadi di Kali Lamong makin sering terjadi. Berdasarkan analisis pengendalian banjir dengan metode normalisasi diketahui jika rata-rata lebar dasar saluran pada daerah Benjeng titik KM 38 – KM 32,5 adalah sebesar 20 meter dan tinggi saluran sekitar 6,67 meter. Sedangkan pada daerah Cerme titik KM 32 – KM 14 adalah sebesar 45-85 meter dengan tinggi saluran rata-rata 6,85 meter. Adapun tinggi tanggul yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan, berdasarkan hasil analisis tanggul yang digunakan setinggi 2,37-8,8 meter. Namun, tinggi tanggul maksimal yang direncanakan adalah setinggi 3 meter dengan pertimbangan dimensi tanggul yang lebih realistik untuk dibangun dan resiko yang lebih rendah jika terjadi kerusakan terhadap tanggul. Dari desain tersebut diketahui jika dengan metode normalisasi menggunakan tanggul dan pengerukan dasar saluran, diperoleh penurunan debit banjir Kali Lamong yaitu dari $Q_{25} = 458,96 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $Q_{25} = 7,87 \text{ m}^3/\text{detik}$ di daerah Benjeng dan dari $Q_{25} = 1421,53 \text{ m}^3/\text{detik}$ menjadi $Q_{25} = 318,79 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk mengatasi banjir secara tuntas di Kali Lamong, diperlukan alternatif lain seperti pengadaan waduk atau *boezem* untuk menambah kapasitas Kali Lamong sehingga luapan banjir dapat diatasi. Jadi, dapat disimpulkan jika diperlukan normalisasi penampang sungai, penambahan tanggul sungai dan waduk atau *boezem* untuk menanggulangi banjir di Kabupaten Gresik khususnya Kecamatan Benjeng dan Kecamatan Cerme.

5.2 Saran

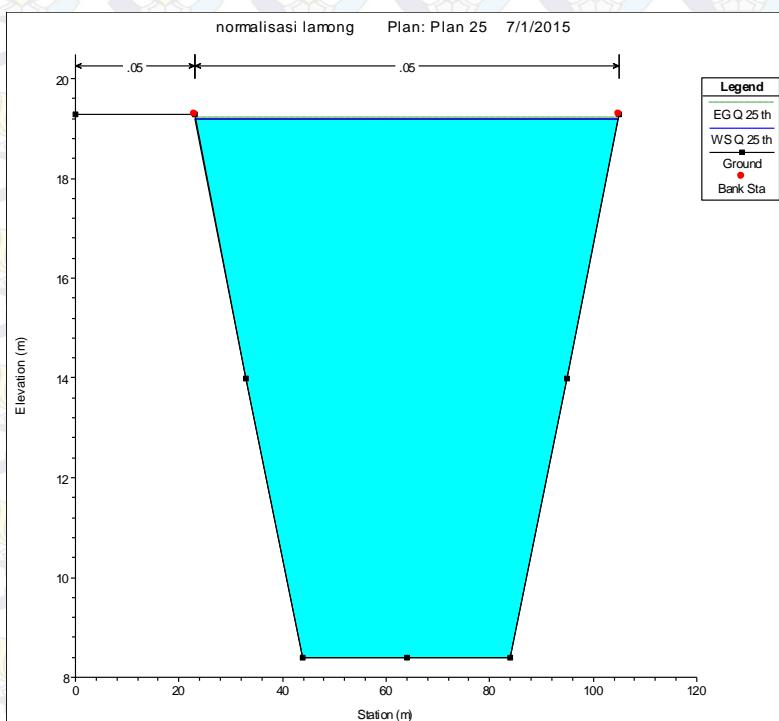
Berdasarkan hasil studi yang telah dilakukan, untuk mengatasi masalah banjir pada DAS Kali Lamong secara tuntas diperlukan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan normalisasi Kali Lamong sebagai upaya pengendalian banjir.
2. Perlu dilakukan operasi dan pemeliharaan bangunan keairan di sepanjang Kali Lamong.
3. Adanya studi berkelanjutan tentang kondisi eksisting dan perkembangan Kali Lamong di masa depan.

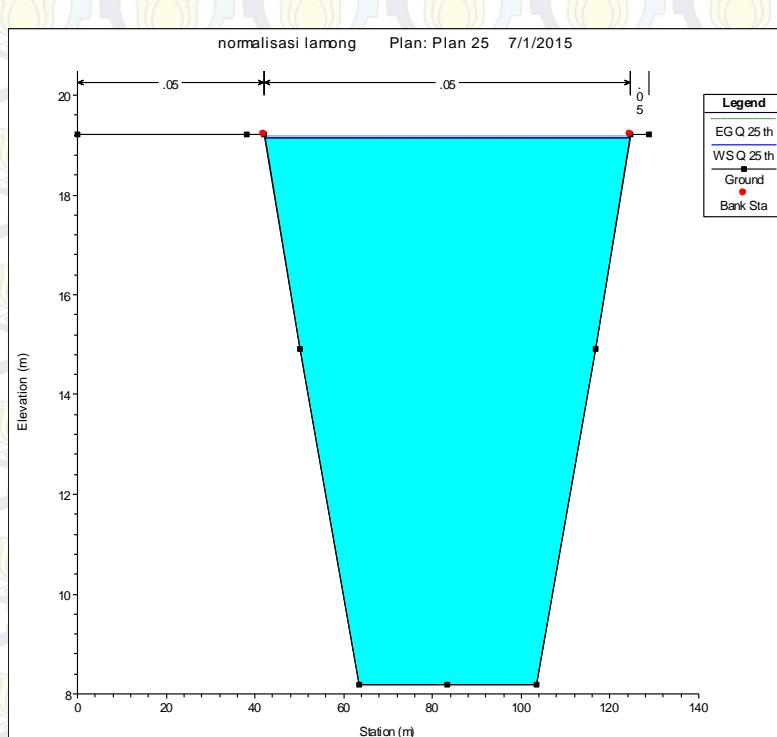
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sulistiono. 2014. **Simulasi Operasi Waduk Lamong Untuk Kepentingan Air Baku Dan Irigasi.** Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- [2] BBWS Bengawan Solo. 2012. **Detail Desain Pembangunan Waduk Lamong.** Surakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- [3] BBWS Bengawan Solo. 2005. **Studi Detail Desain dan AMDAL Kali Lamong.** Gresik: Kementerian Pekerjaan Umum.
- [4] Redaksi Jawa Pos. 2015. "**Spekulasi Kuasai Bantaran Kali Lamong**". Jawa Pos, 11 Februari 2015.
- [5] Redaksi Jawa Pos. 2014. "**Normalisasi Tak Jalan, Buat Tim Evakuasi**". Jawa Pos, 24 Nopember 2014.
- [6] Soewarno. 1995. **Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid 1.** Bandung: Penerbit Nova.
- [7] Gemma Galgani Tunjung Dewandaru dan Umboro Lasminto. 2014. **Studi Penanggulangan Banjir Kali Lamong Terhadap Genangan Di Kabupaten Gresik.** Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [8] S Arsyad. 1989. **Konservasi Tanah dan Air.** Bogor : Penerbit IPB Press.
- [9] Hydrologic Engineering Center U.S. Army Corps of Engineers. 2010. **HEC-RAS 4.0 River Analysis System.** California: Hydrologic Engineering Center U.S. Army Corps of Engineers.
- [10] Braja M. Das. 1985. **Principles of Geotechnical Engineering.** U.S.A.: PWS Engineering Boston.
- [11] Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.** Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.

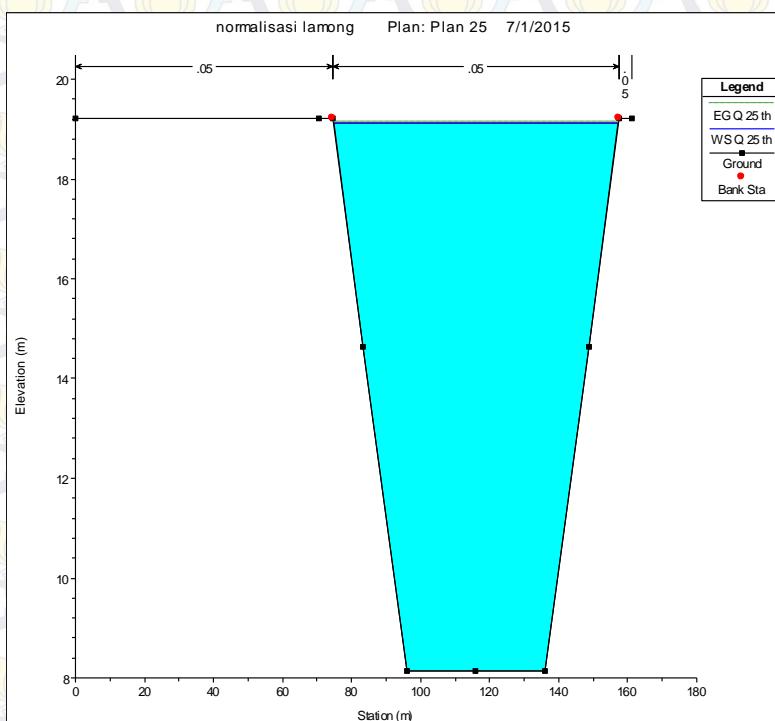
LAMPIRAN A**HASIL ANALISIS HEC-RAS 4.1.0 DENGAN
DEBIT RENCANA 25 TAHUN**



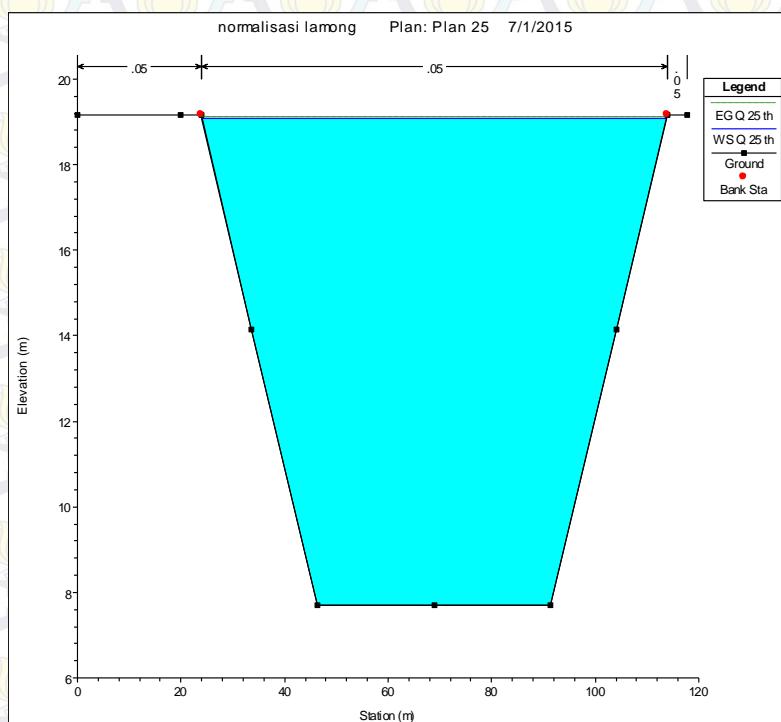
Gambar 1 Hasil Run Analyze Unsteady KM 37.500



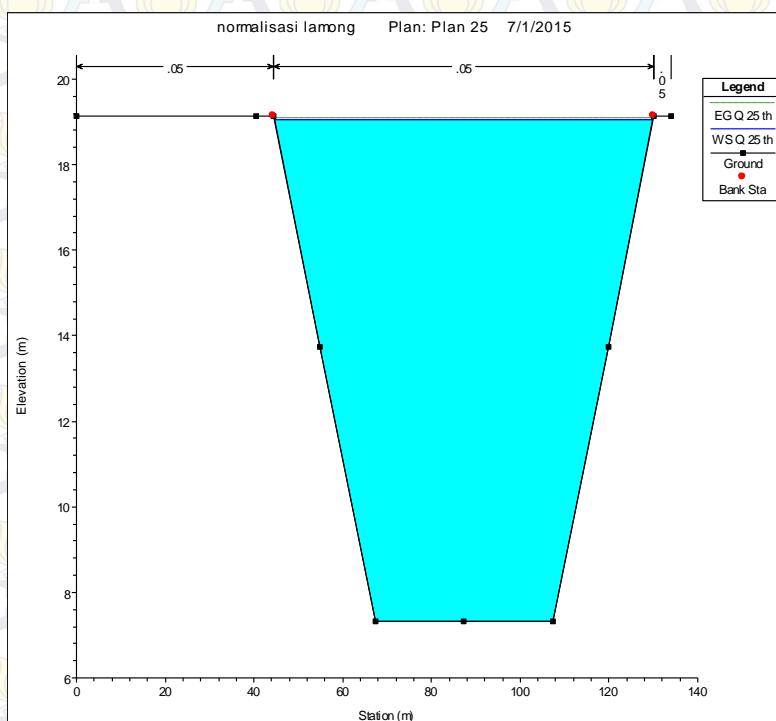
Gambar 2 Hasil Run Analyze Unsteady KM 37.000



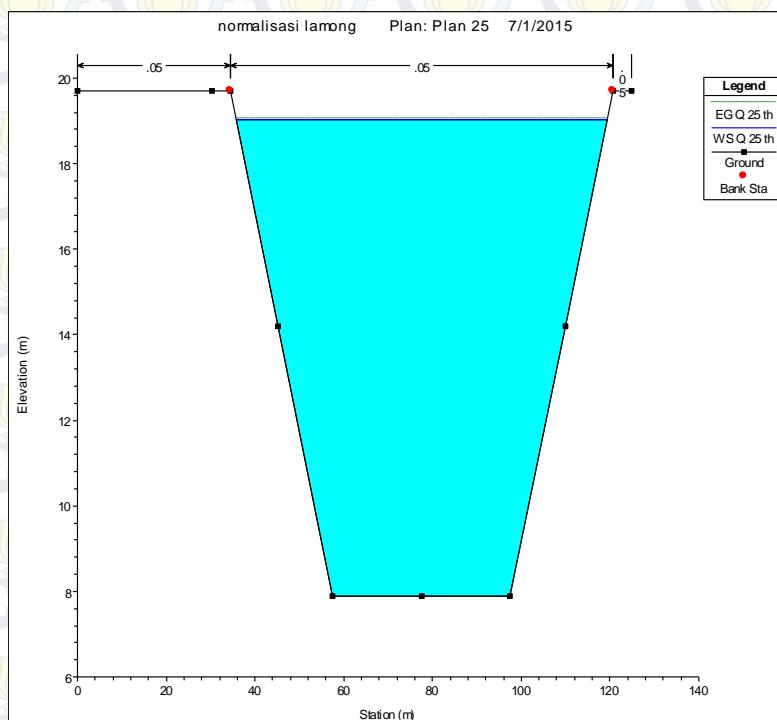
Gambar 3 Hasil Run Analyze Unsteady KM 36.500



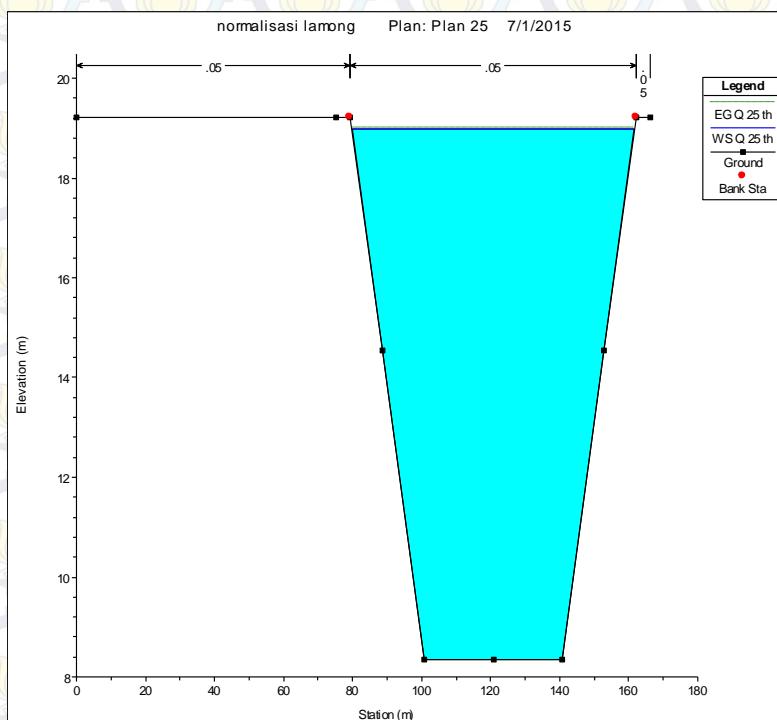
Gambar 4 Hasil Run Analyze Unsteady KM 36.000



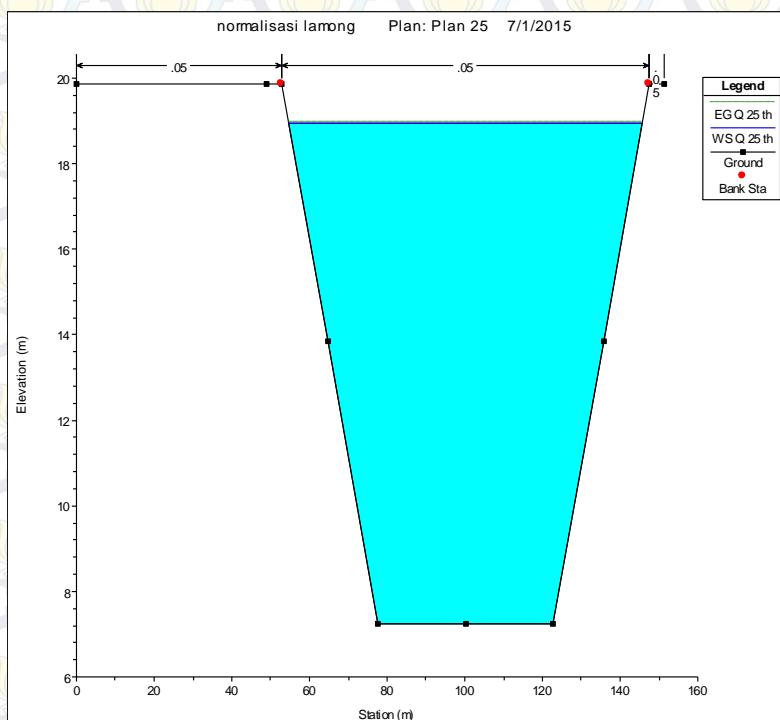
Gambar 5 Hasil Run Analyze Unsteady KM 35.500



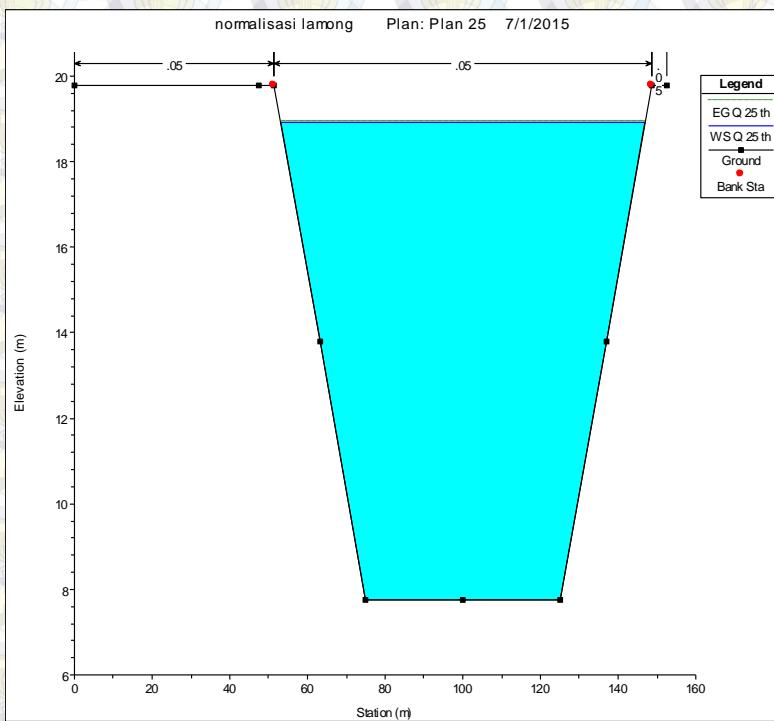
Gambar 6 Hasil Run Analyze Unsteady KM 35.000



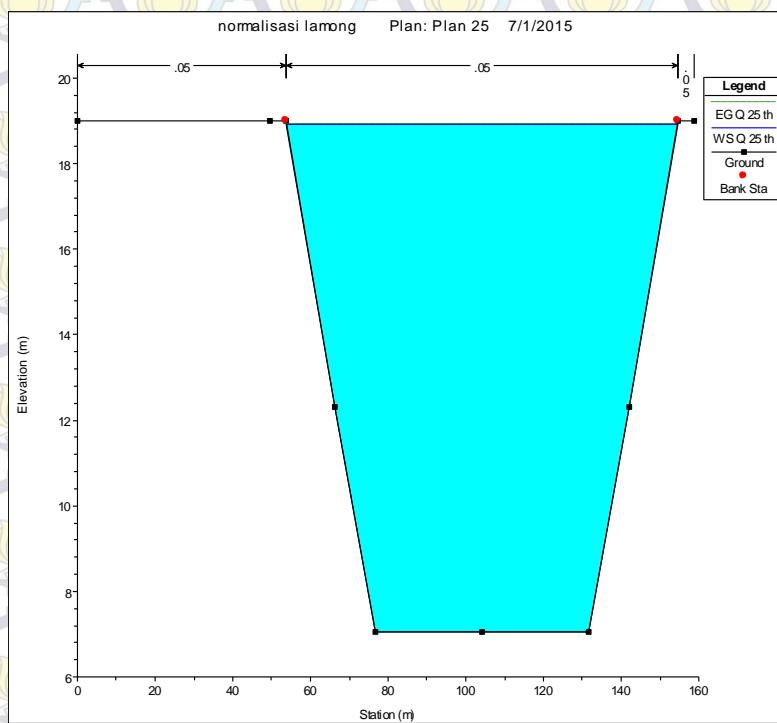
Gambar 7 Hasil Run Analyze Unsteady KM 34.500



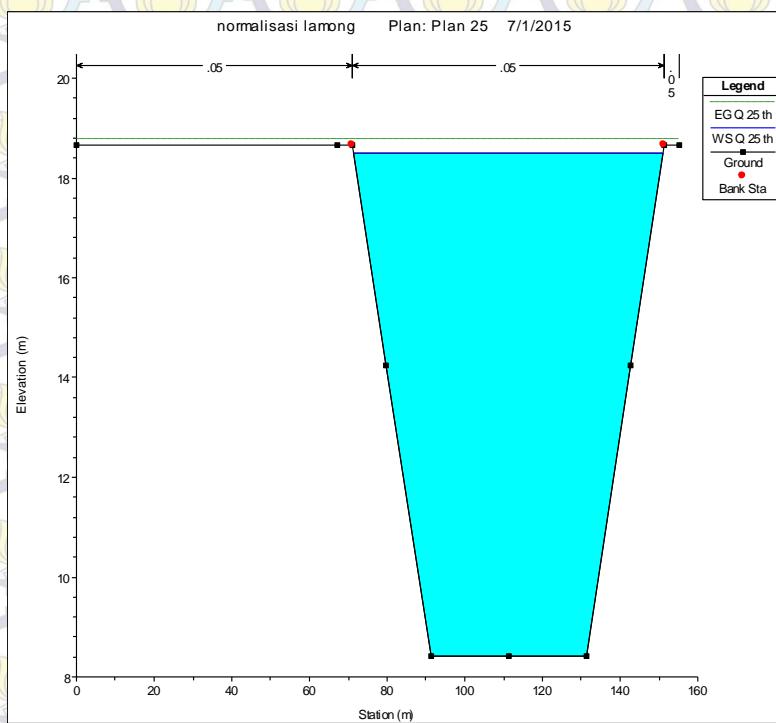
Gambar 8 Hasil Run Analyze Unsteady KM 34.000



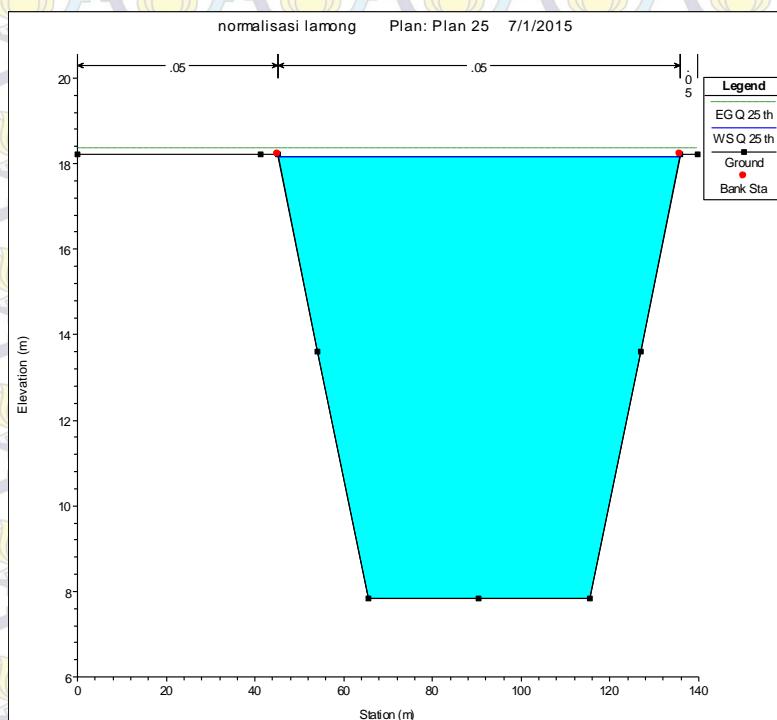
Gambar 9 Hasil Run Analyze Unsteady KM 33.500



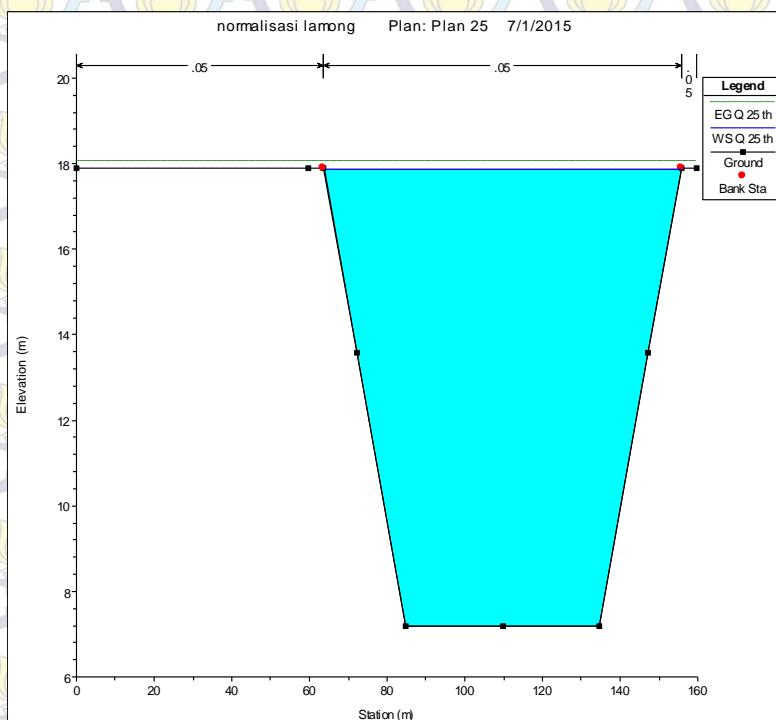
Gambar 10 Hasil Run Analyze Unsteady KM 33.000



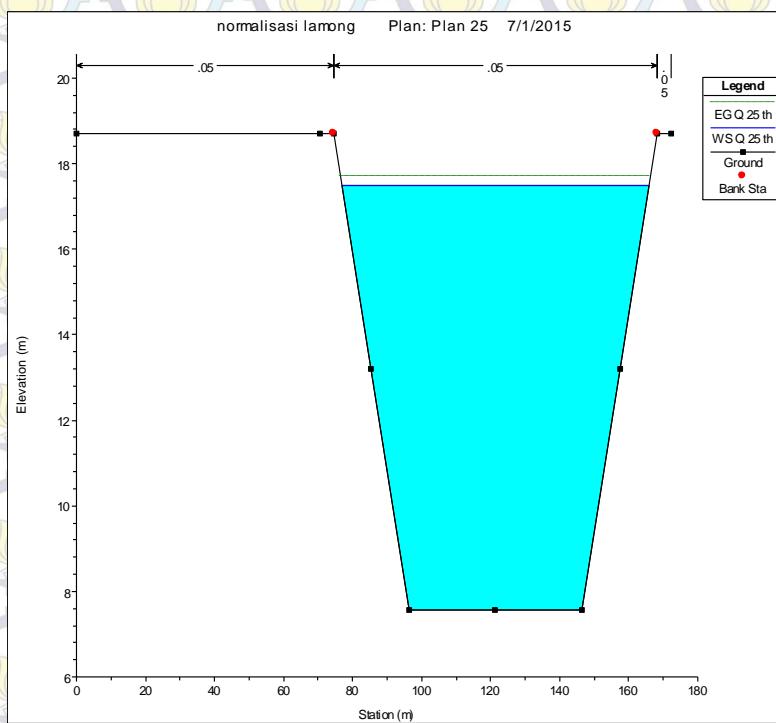
Gambar 11 Hasil Run Analyze Unsteady KM 32.500



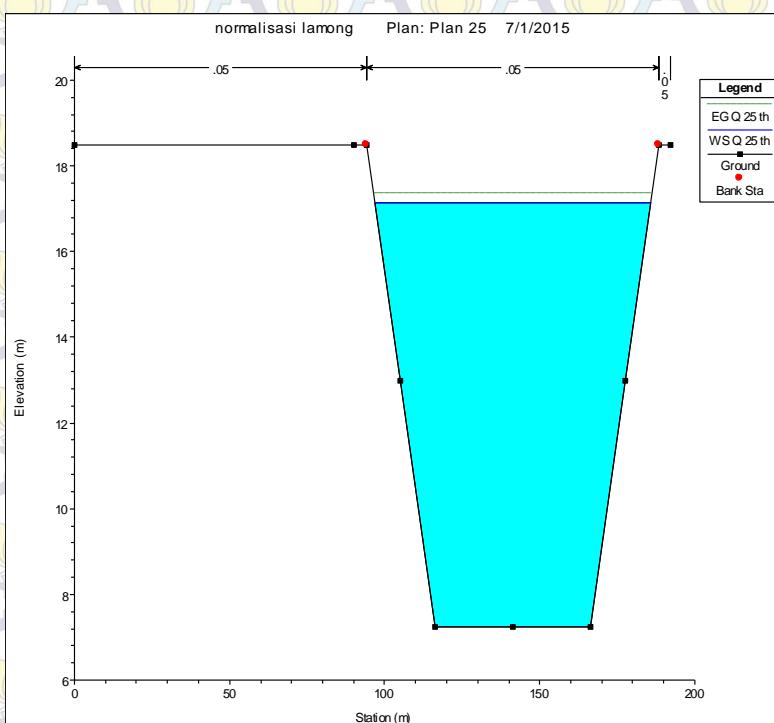
Gambar 12 Hasil Run Analyze Unsteady KM 32.000



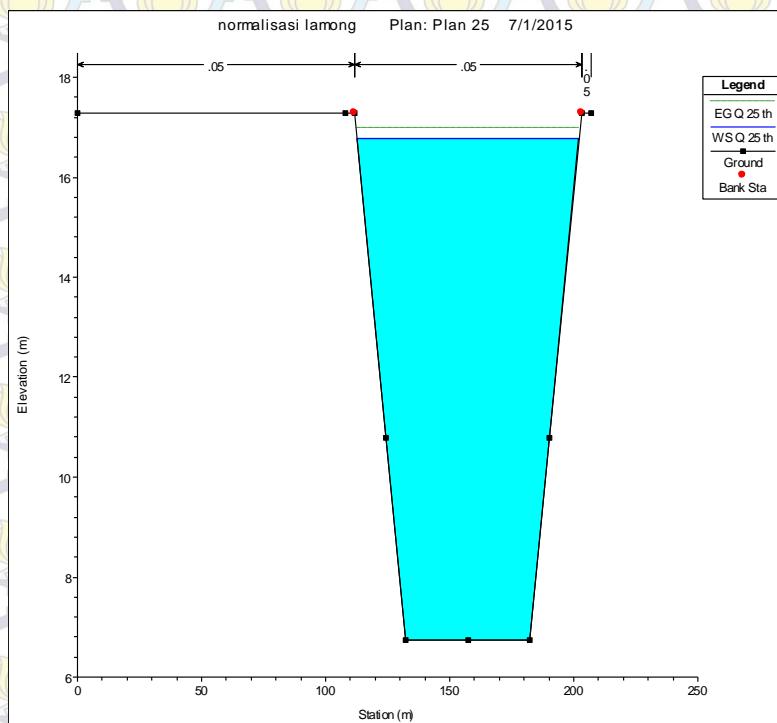
Gambar 13 Hasil Run Analyze Unsteady KM 31.500



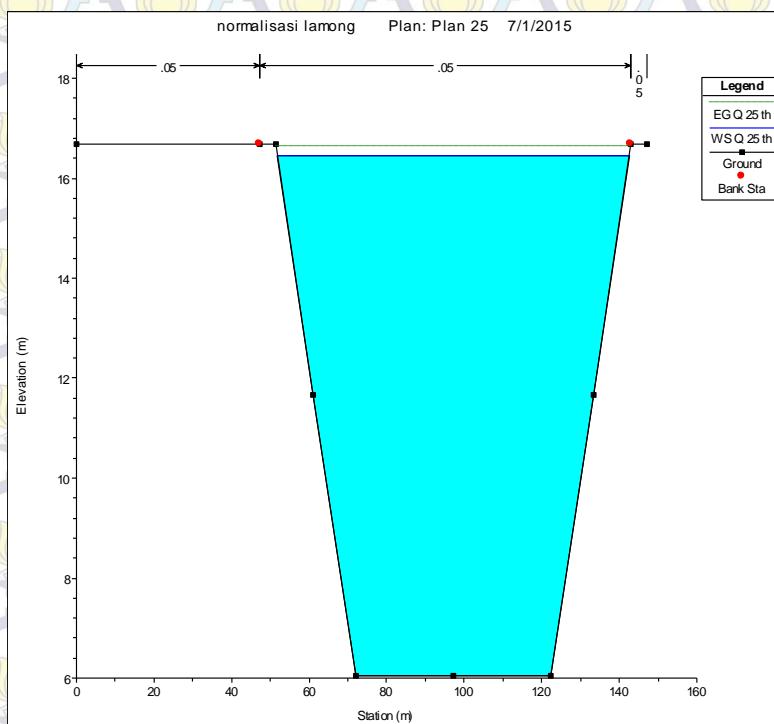
Gambar 14 Hasil Run Analyze Unsteady KM 31.000



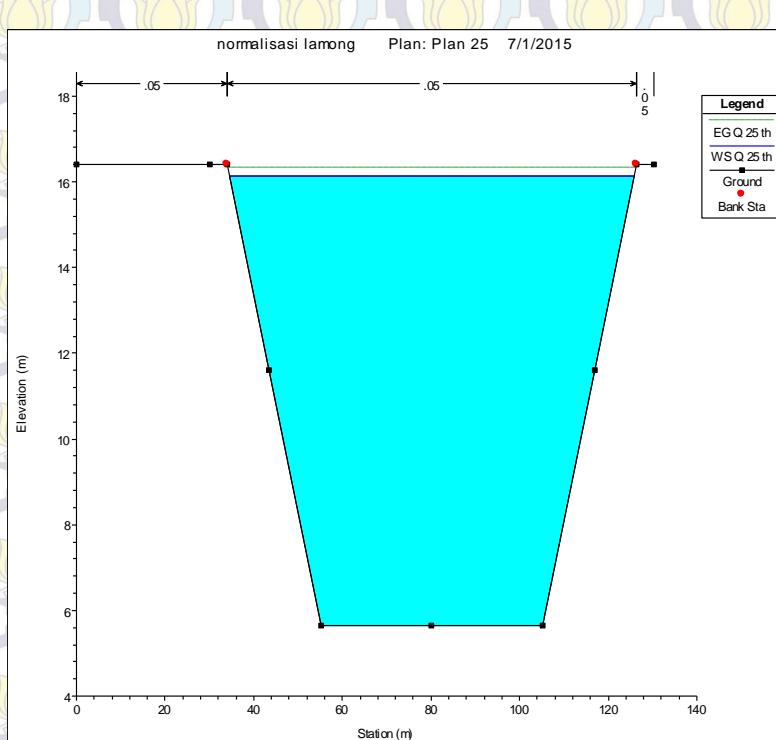
Gambar 15 Hasil Run Analyze Unsteady KM 30.500



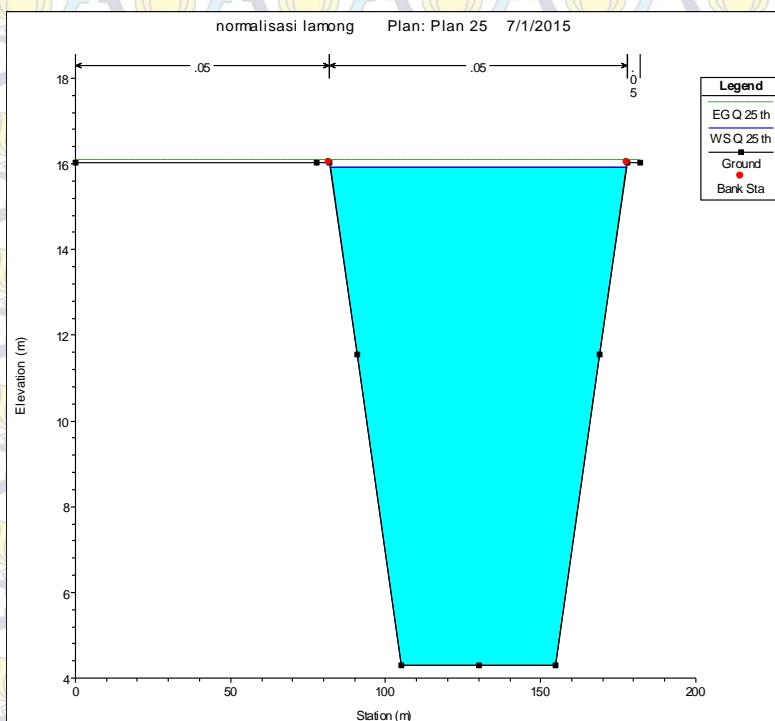
Gambar 16 Hasil Run Analyze Unsteady KM 30.000



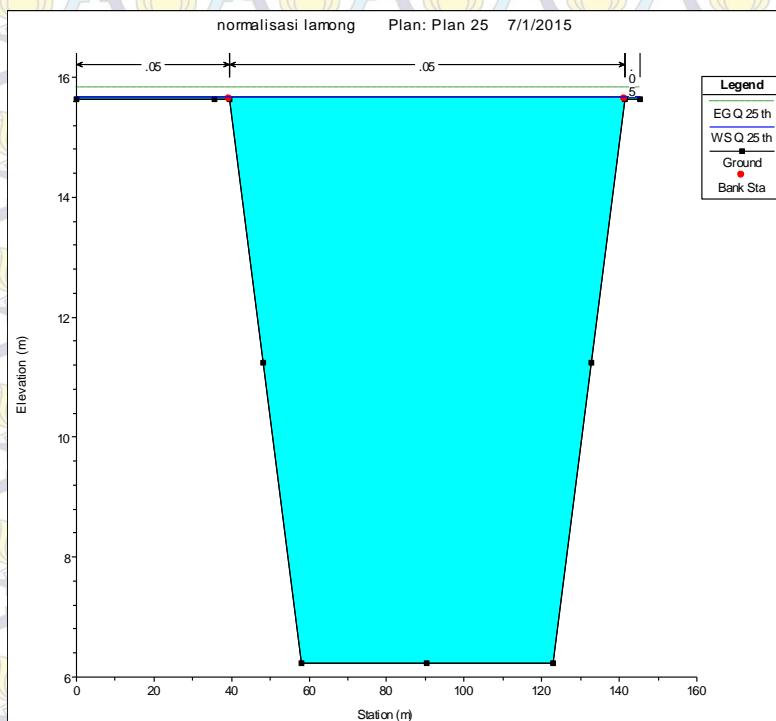
Gambar 17 Hasil Run Analyze Unsteady KM 29.500



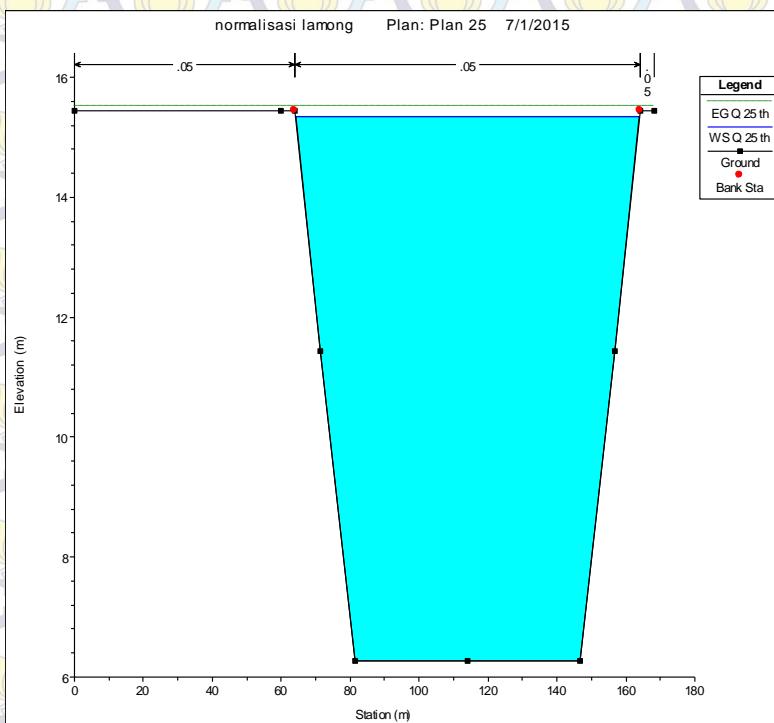
Gambar 18 Hasil Run Analyze Unsteady KM 29.000



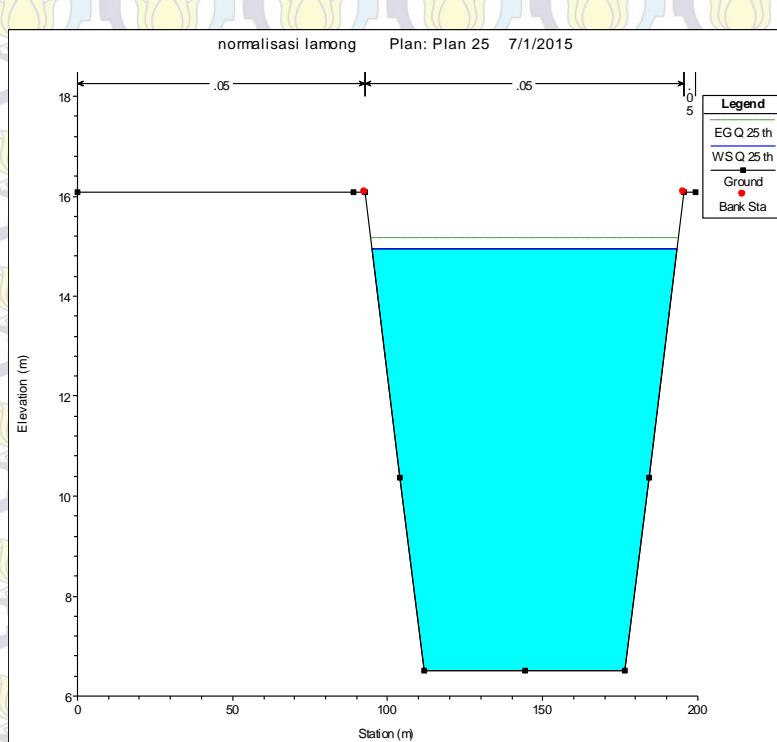
Gambar 19 Hasil Run Analyze Unsteady KM 28.500



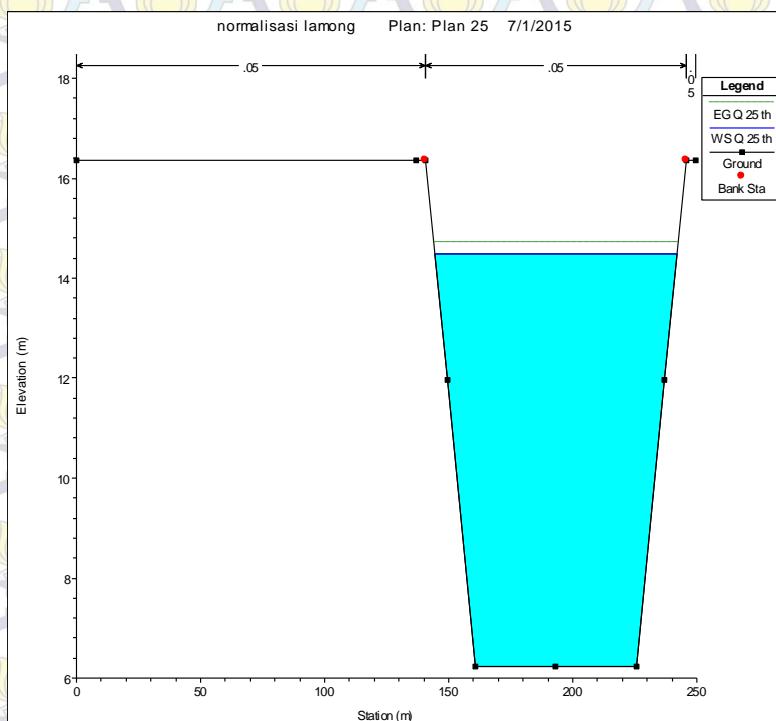
Gambar 20 Hasil Run Analyze Unsteady KM 28.000



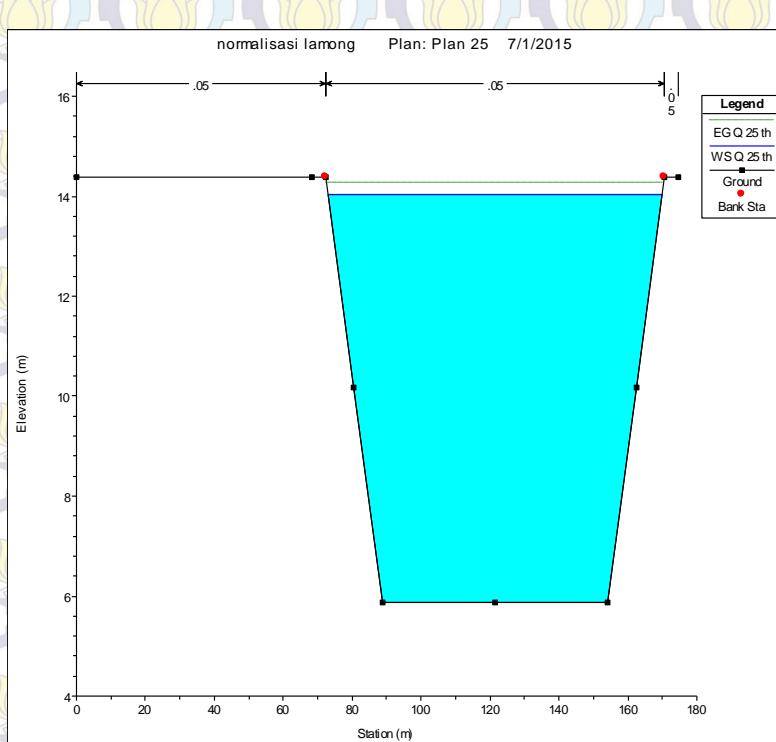
Gambar 21 Hasil Run Analyze Unsteady KM 27.500



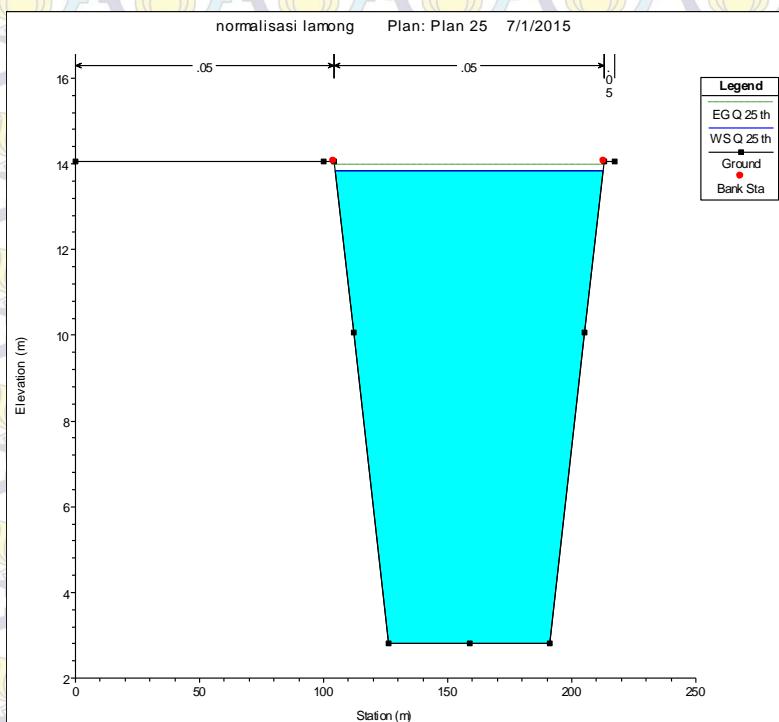
Gambar 22 Hasil Run Analyze Unsteady KM 27.000



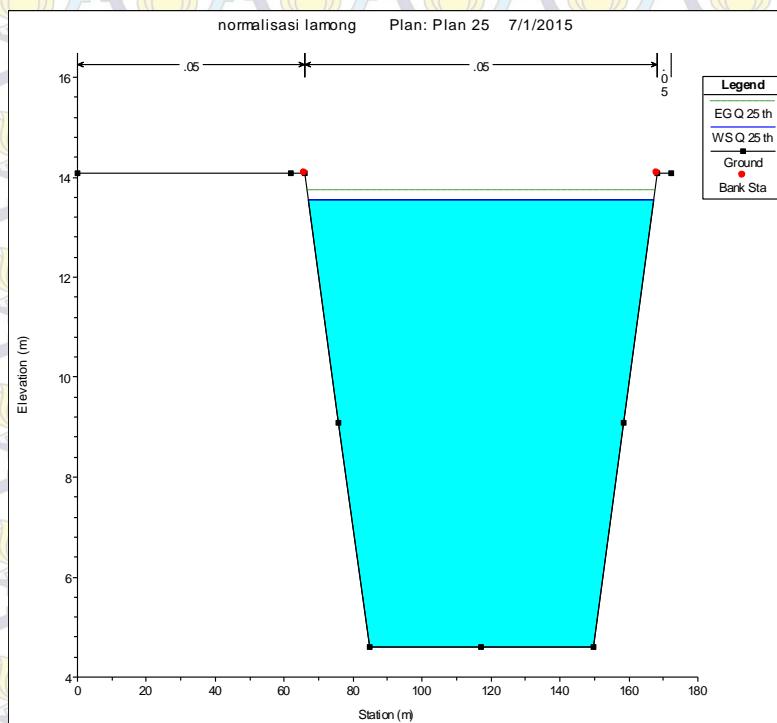
Gambar 23 Hasil Run Analyze Unsteady KM 26.500



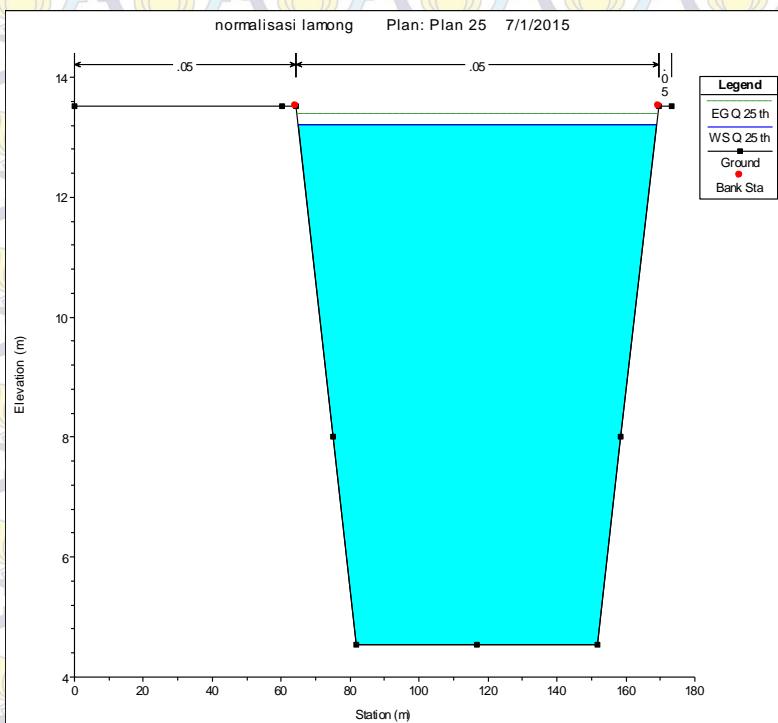
Gambar 24 Hasil Run Analyze Unsteady KM 26.000



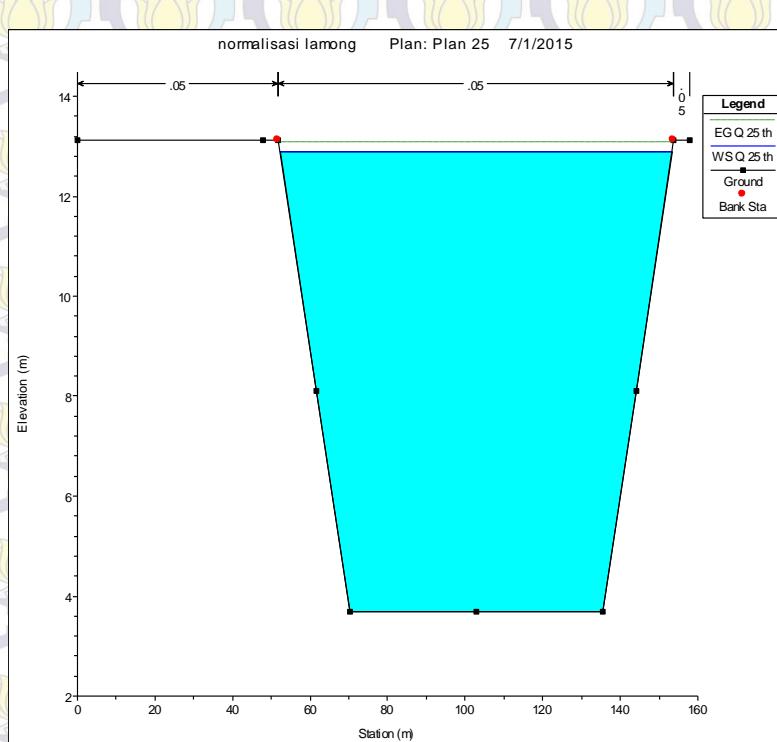
Gambar 25 Hasil Run Analyze Unsteady KM 25.500



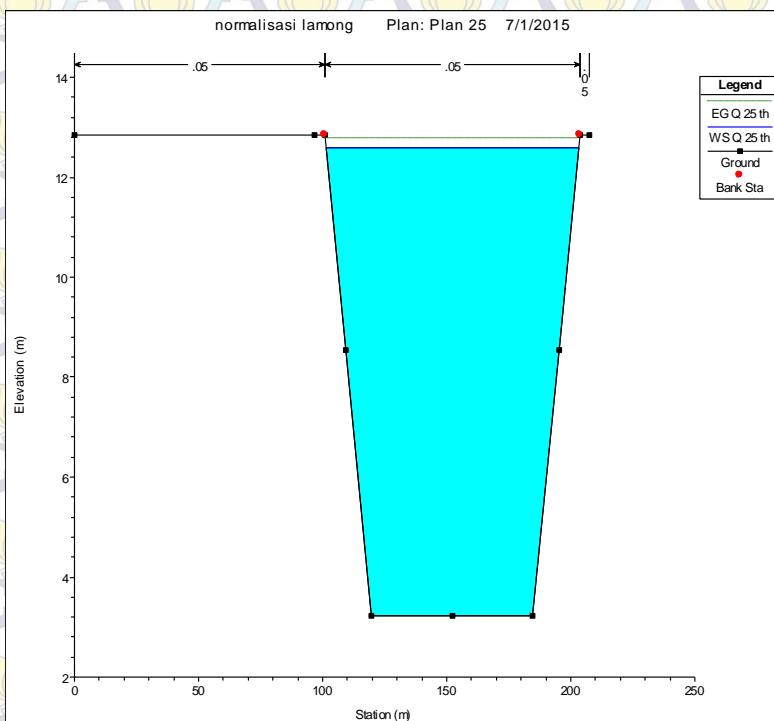
Gambar 26 Hasil Run Analyze Unsteady KM 25.000



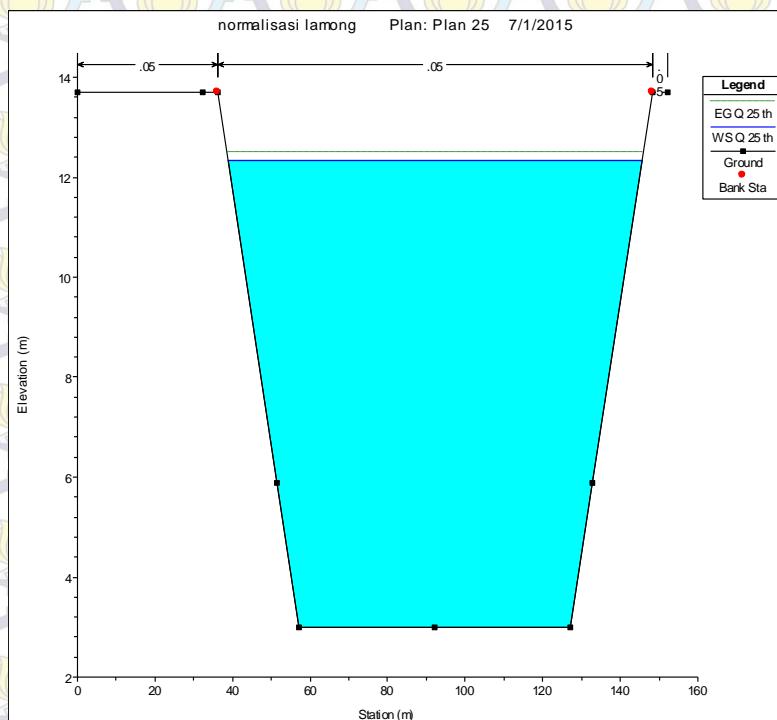
Gambar 27 Hasil Run Analyze Unsteady KM 24.500



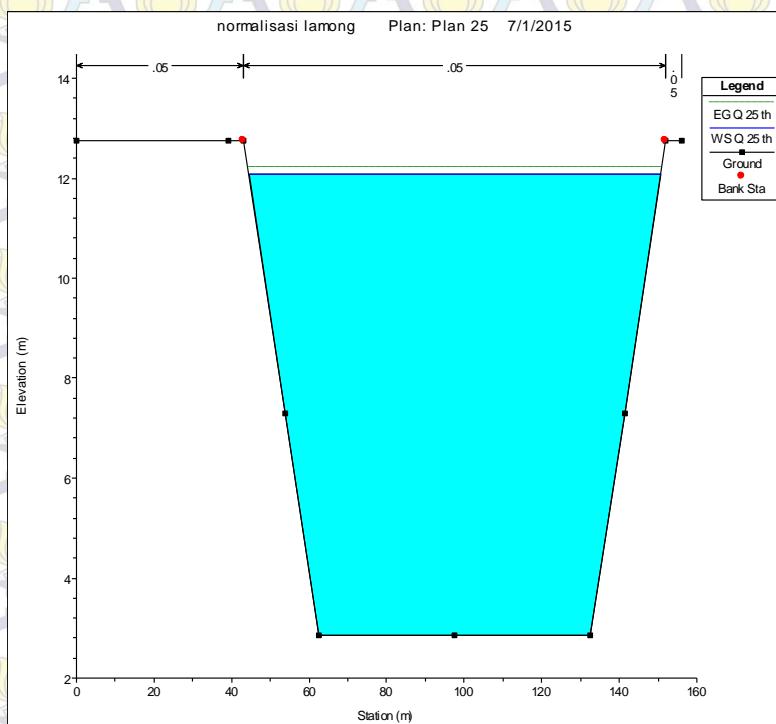
Gambar 28 Hasil Run Analyze Unsteady KM 24.000



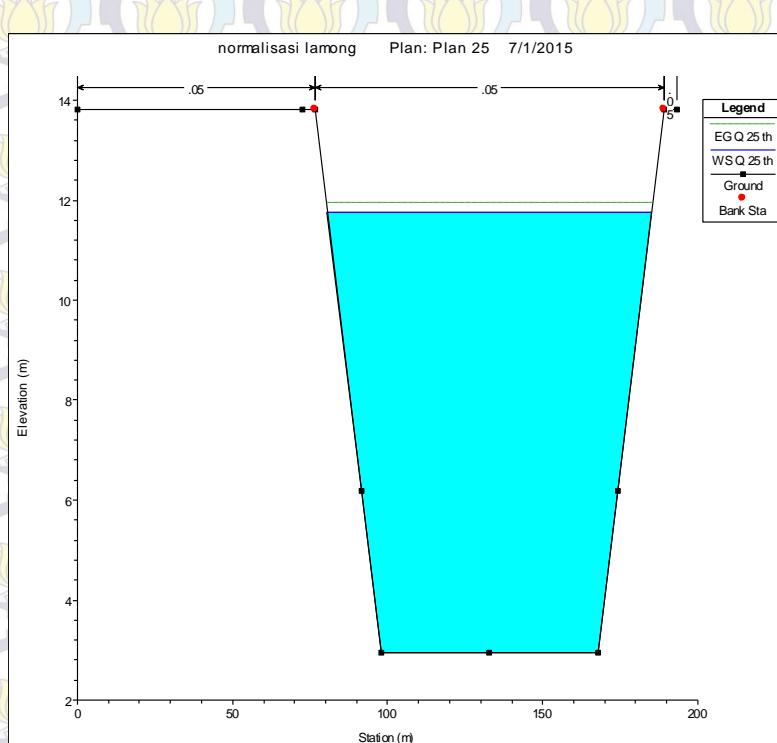
Gambar 29 Hasil Run Analyze Unsteady KM 23.500



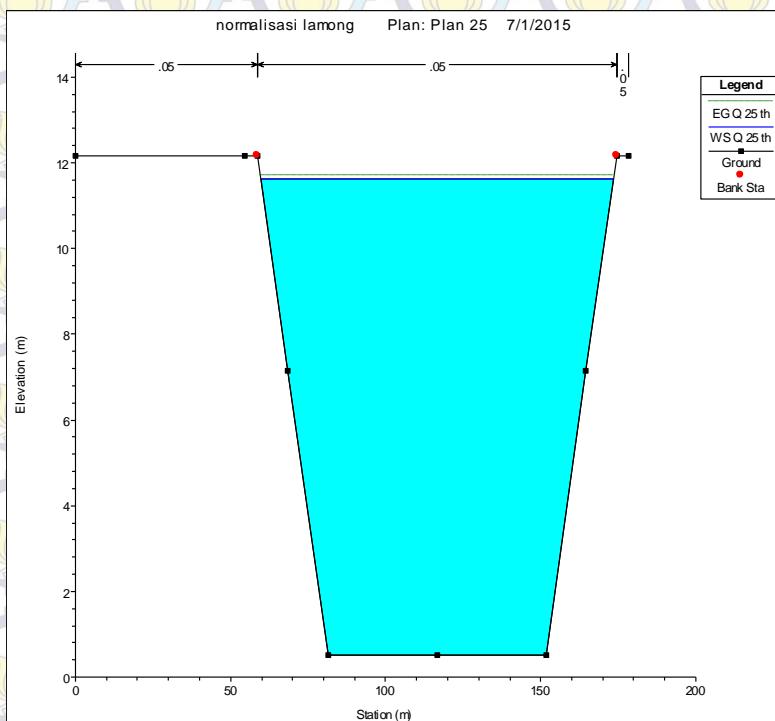
Gambar 30 Hasil Run Analyze Unsteady KM 23.000



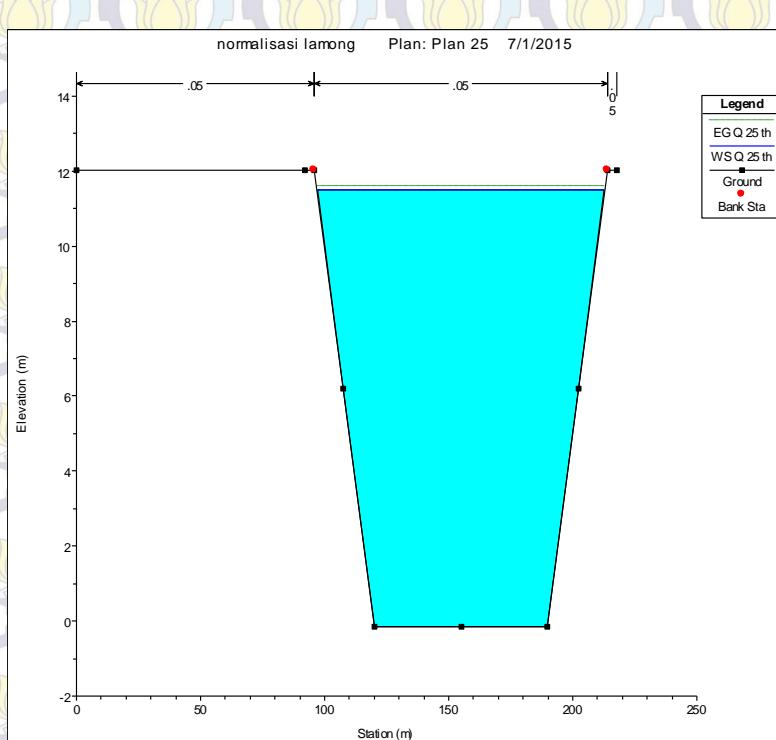
Gambar 31 Hasil Run Analyze Unsteady KM 22.500



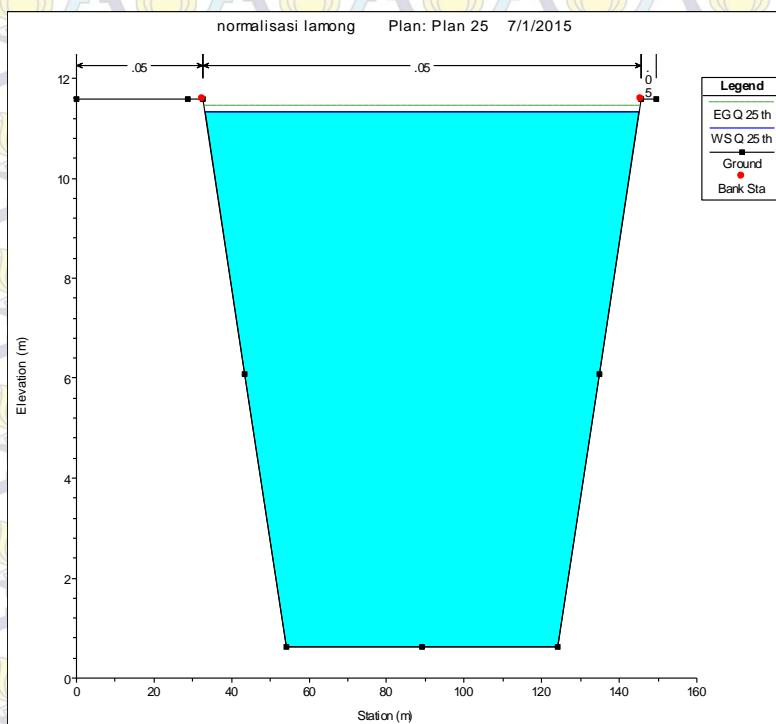
Gambar 32 Hasil Run Analyze Unsteady KM 22.000



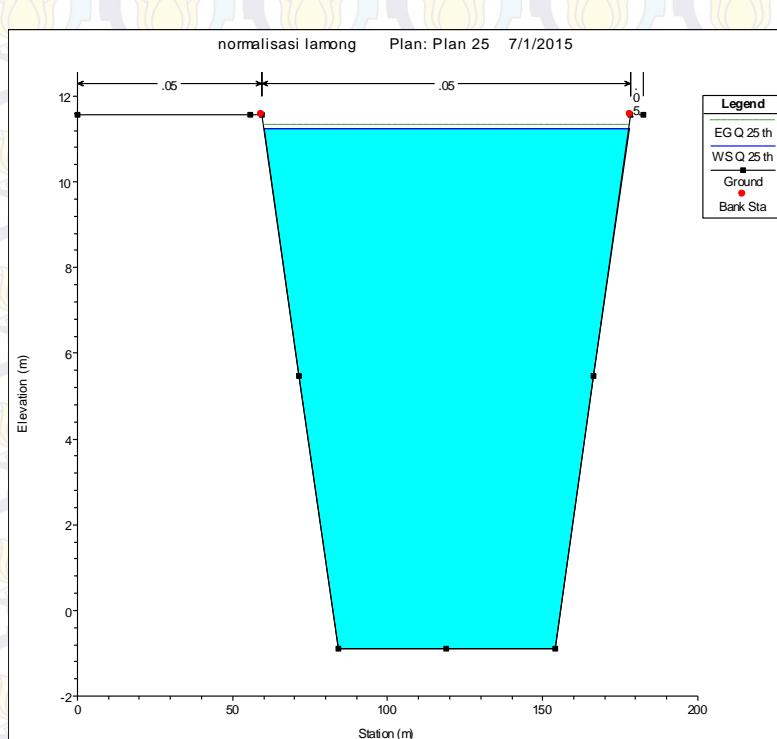
Gambar 33 Hasil Run Analyze Unsteady KM 21.500



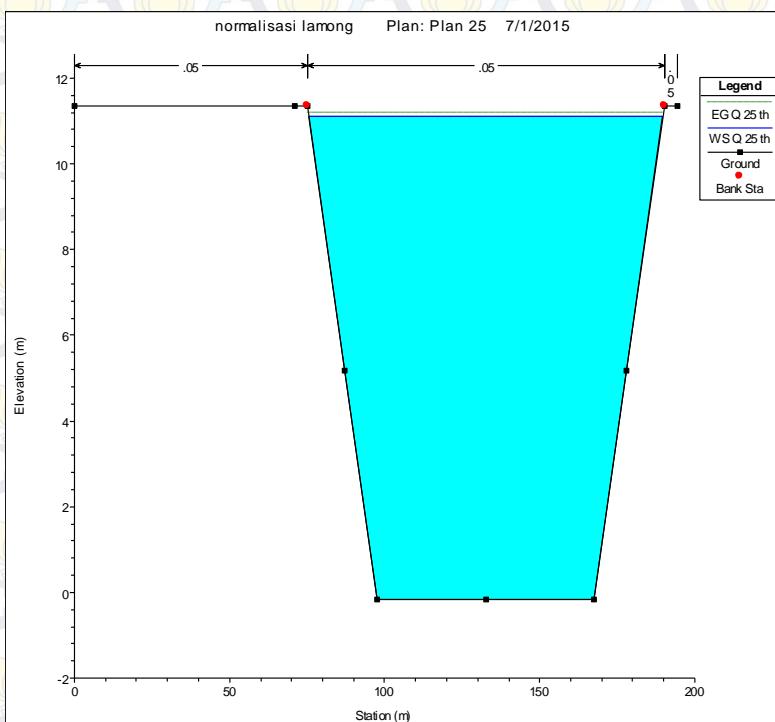
Gambar 34 Hasil Run Analyze Unsteady KM 21.000



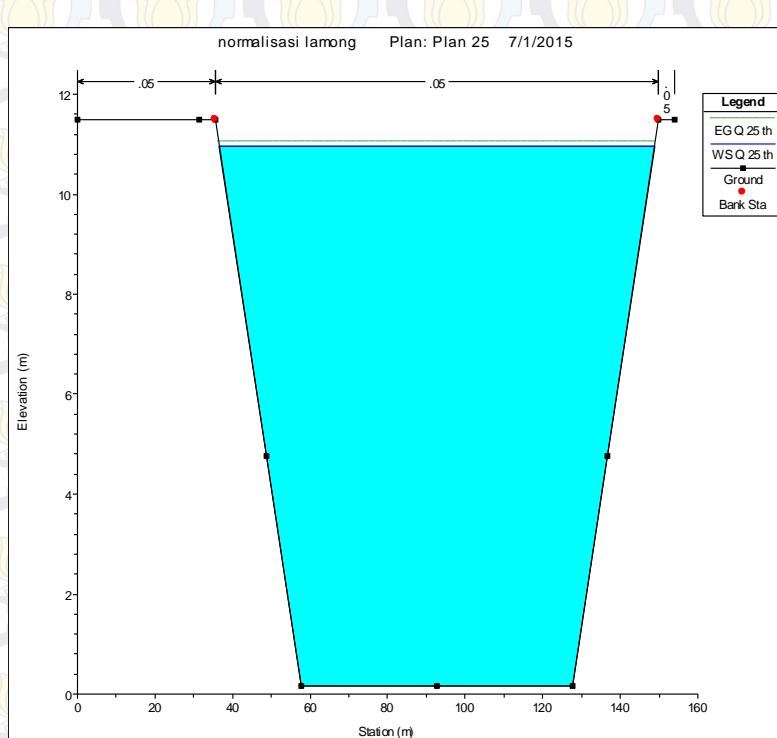
Gambar 35 Hasil Run Analyze Unsteady KM 20.500



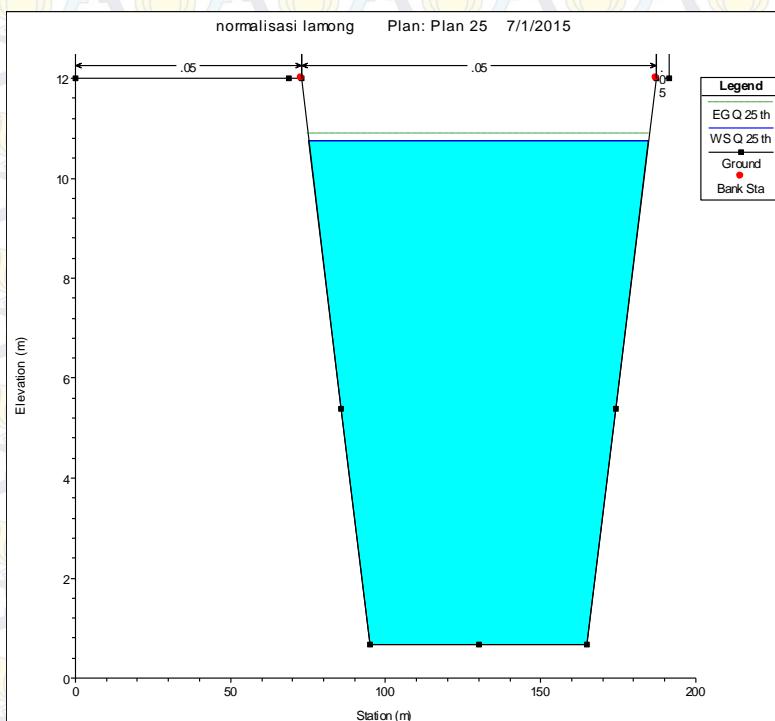
Gambar 36 Hasil Run Analyze Unsteady KM 20.000



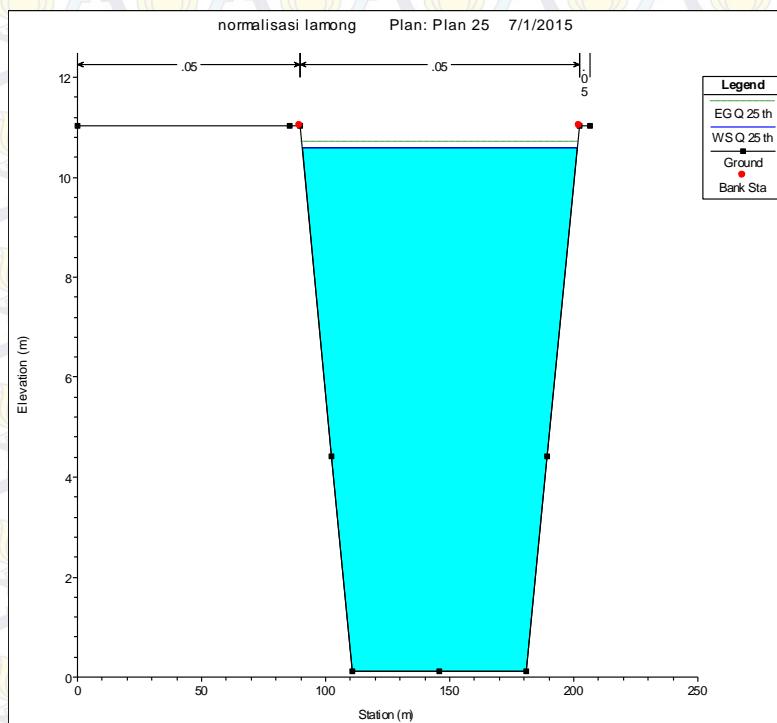
Gambar 37 Hasil Run Analyze Unsteady KM 19.500



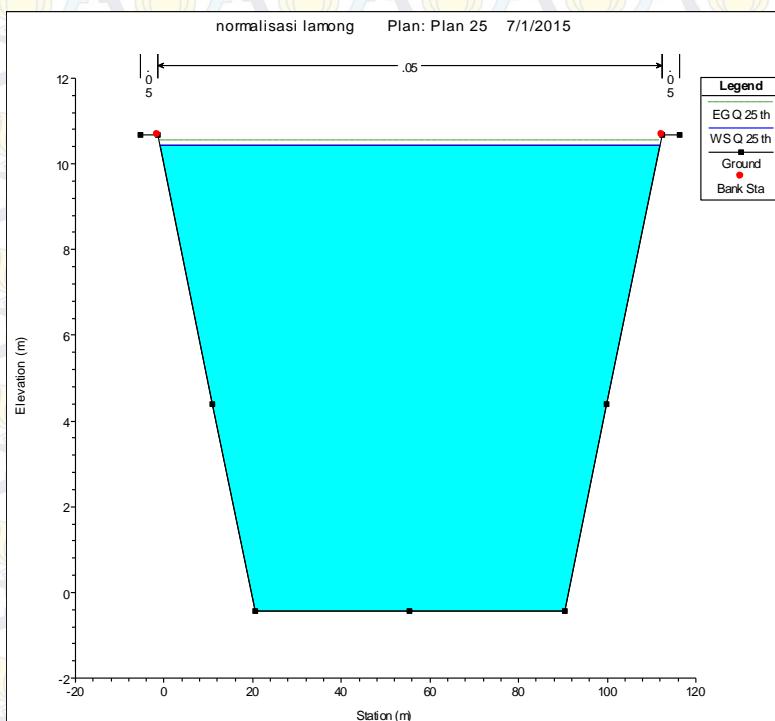
Gambar 38 Hasil Run Analyze Unsteady KM 19.000



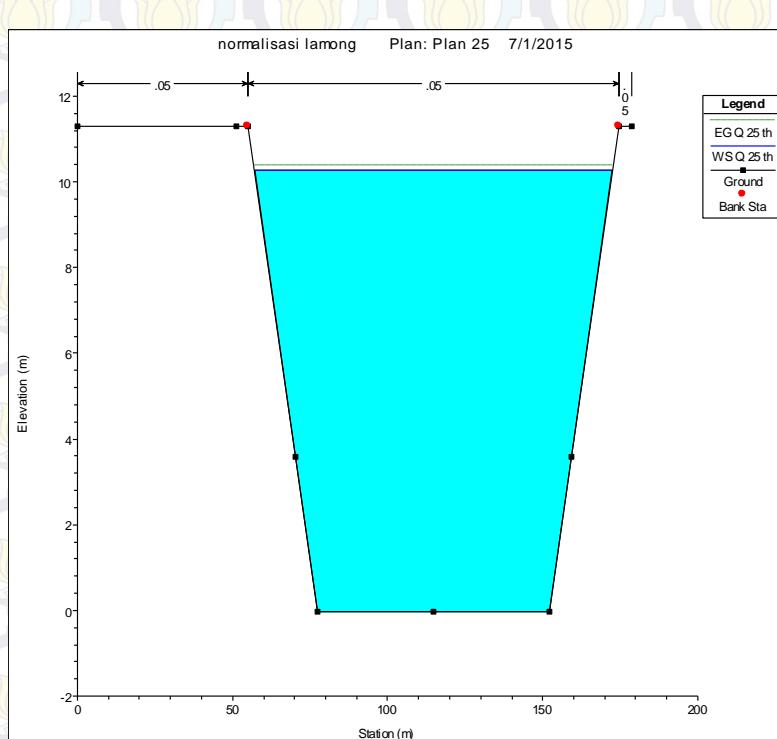
Gambar 39 Hasil Run Analyze Unsteady KM 18.500



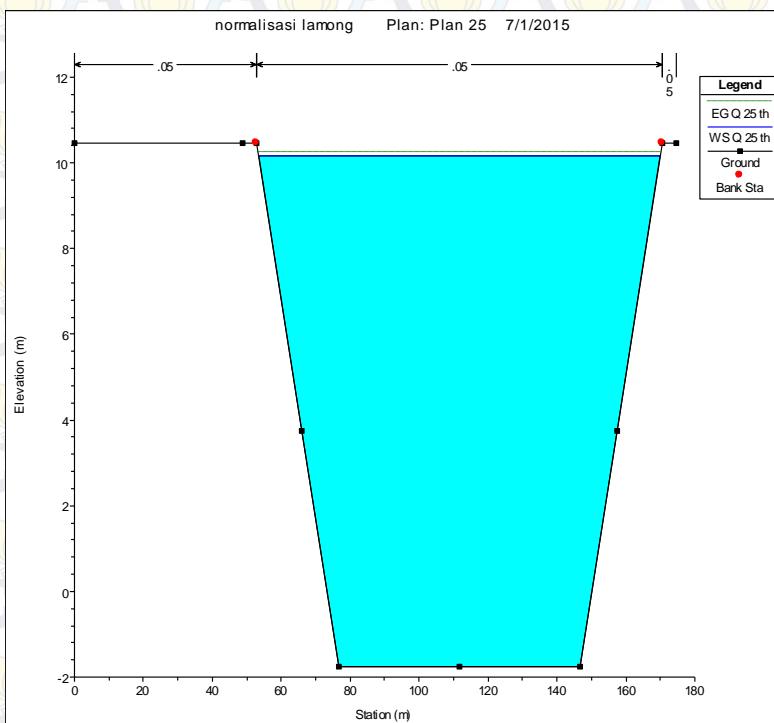
Gambar 40 Hasil Run Analyze Unsteady KM 18.000



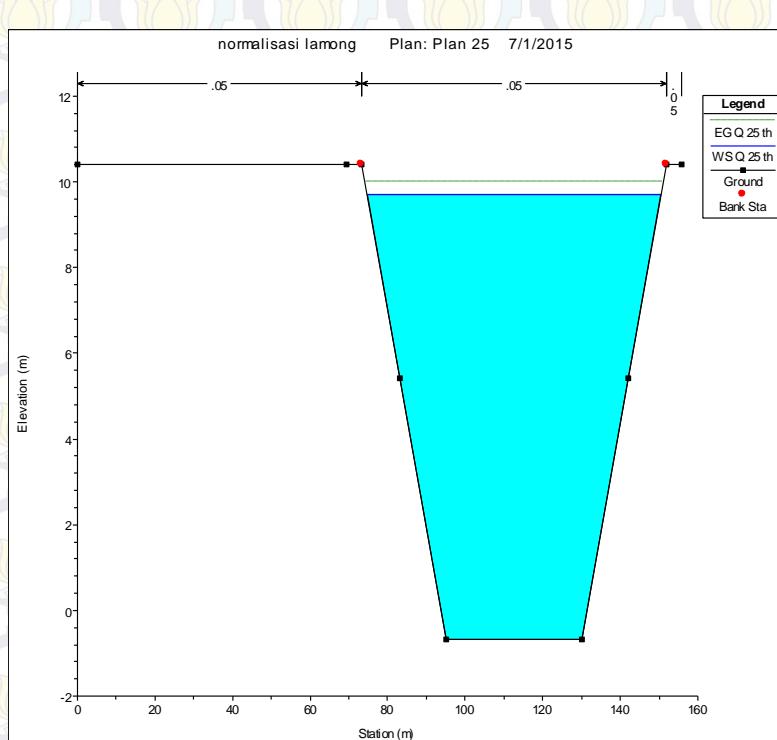
Gambar 41 Hasil Run Analyze Unsteady KM 17.500



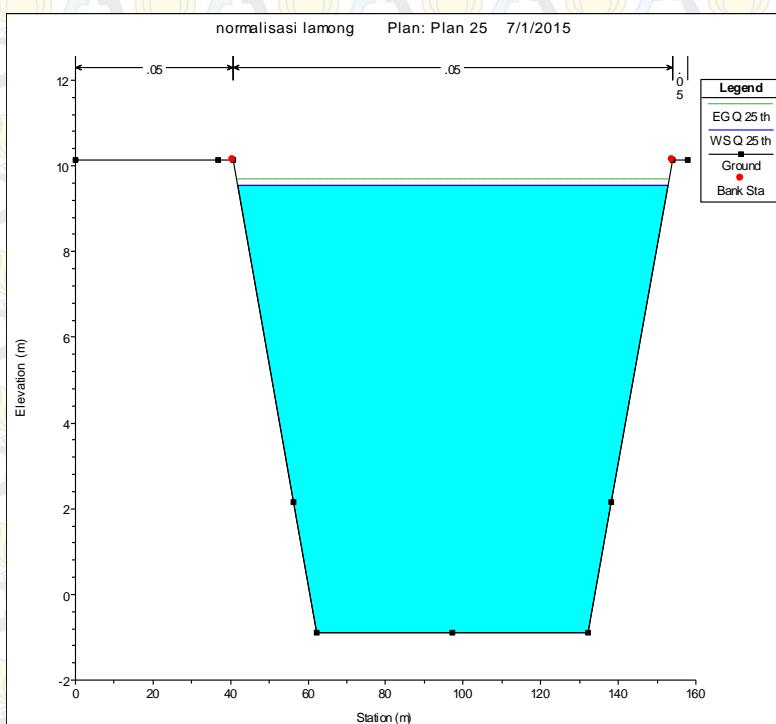
Gambar 42 Hasil Run Analyze Unsteady KM 17.000



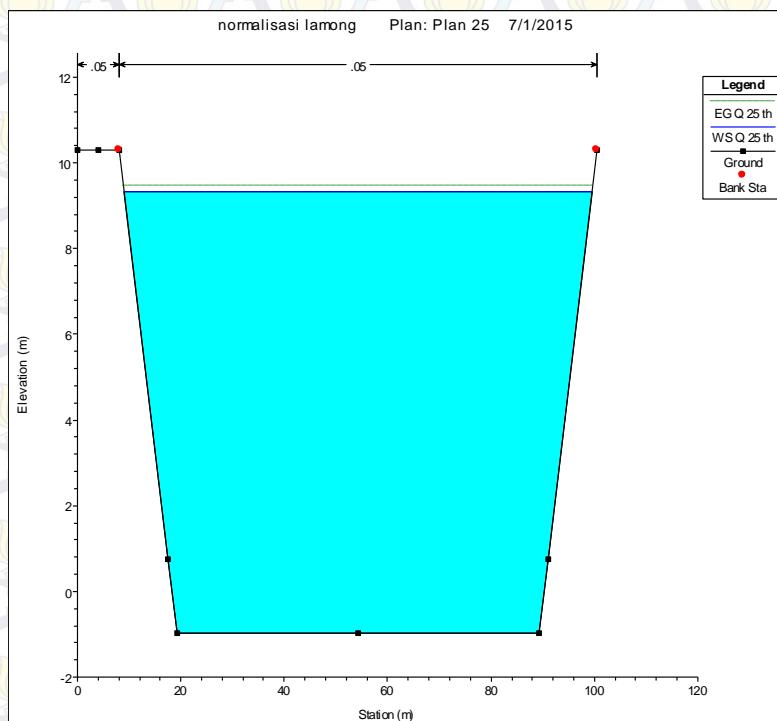
Gambar 43 Hasil Run Analyze Unsteady KM 16.500



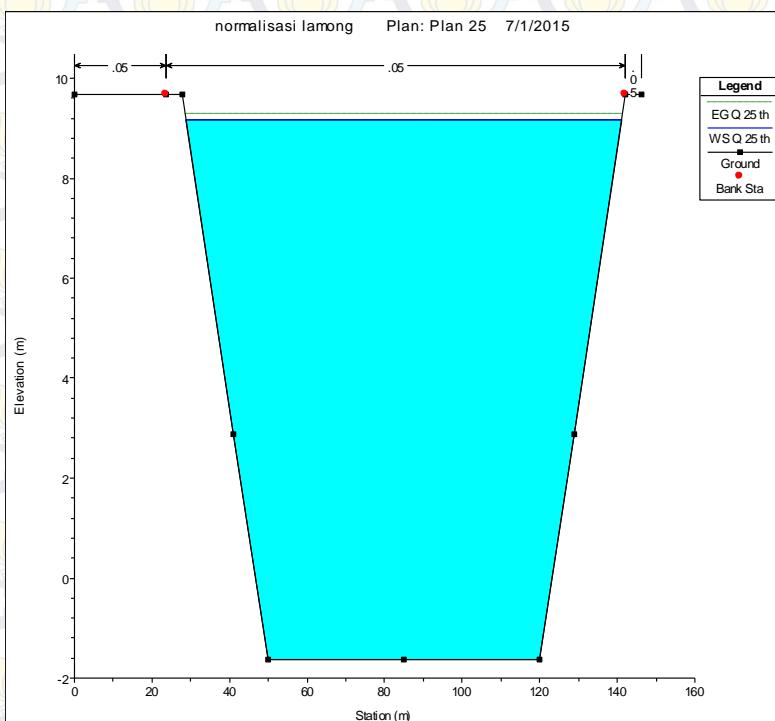
Gambar 44 Hasil Run Analyze Unsteady KM 16.000



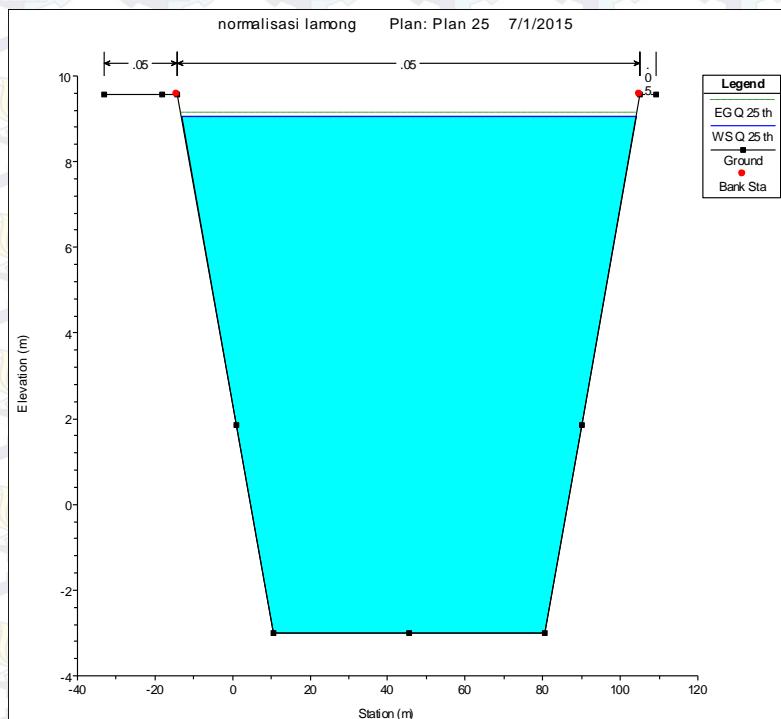
Gambar 45 Hasil Run Analyze Unsteady KM 15.500



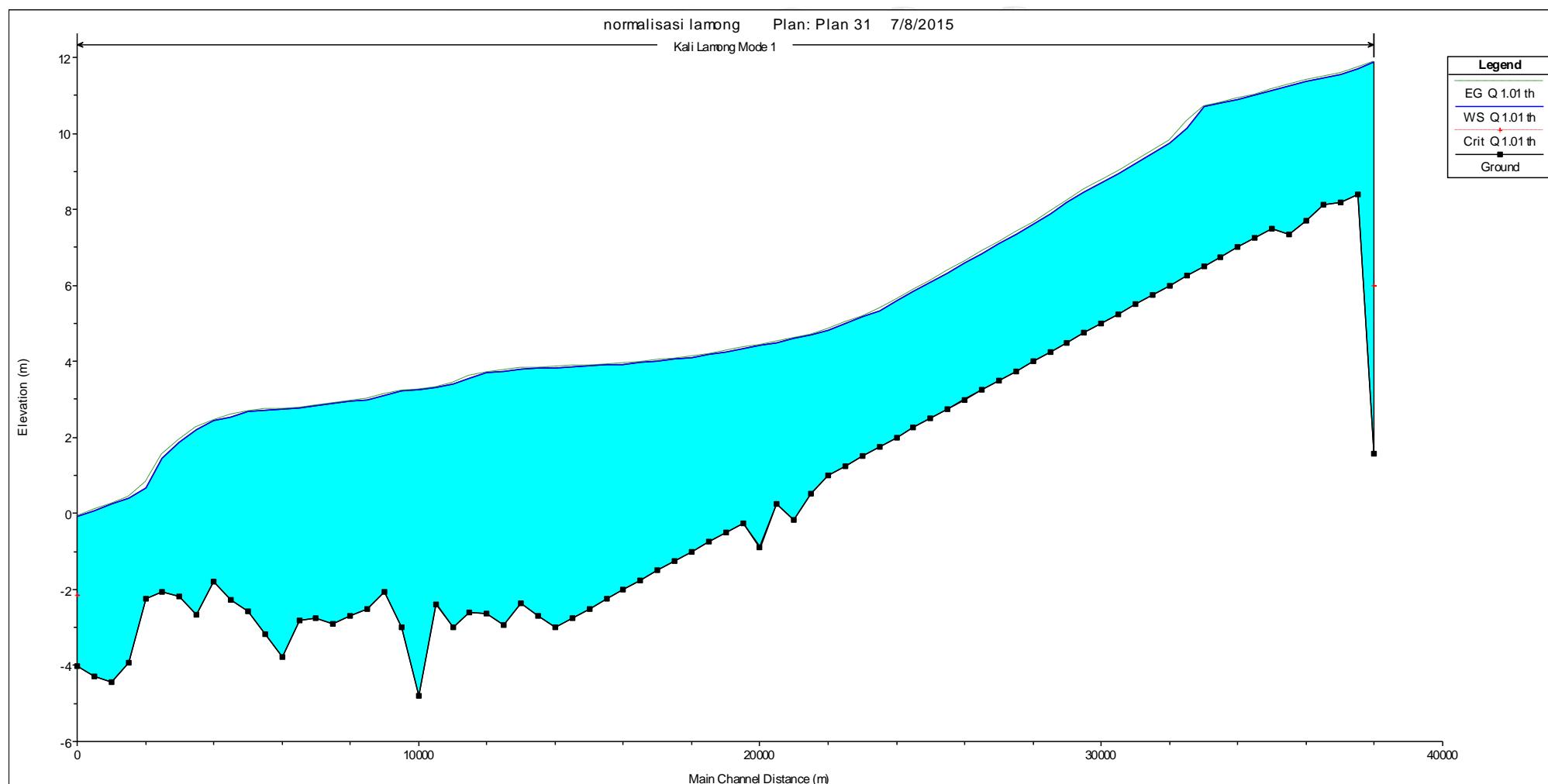
Gambar 46 Hasil Run Analyze Unsteady KM 15.000



Gambar 47 Hasil Run Analyze Unsteady KM 14.500



Gambar 48 Hasil Run Analyze Unsteady KM 14.000



Gambar 49 Hasil Run Analyze Long Section Kali Lamong

LAMPIRAN B
HASIL DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU
KALI LAMONG

DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

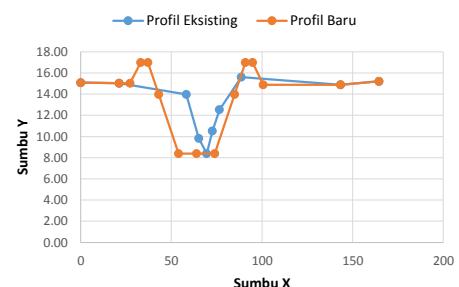
37500

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 15.08 | 63.94 | 8.4 | 20 | 5.59 | 8.4 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.96 | 0 | 15.08 |
| 21.2 | 15.04 | | | | | | | | | | | 21.20 | 15.04 |
| 58.25 | 13.99 | | | | | | | | | | | 27.20 | 15.04 |
| 65.17 | 9.83 | | | | | | | | | | | 33.09 | 16.99 |
| 69.47 | 8.40 | | | | | | | | | | | 37.09 | 16.99 |
| 72.63 | 10.54 | | | | | | | | | | | 42.98 | 13.99 |
| 76.52 | 12.54 | | | | | | | | | | | 53.94 | 8.40 |
| 88.59 | 15.60 | | | | | | | | | | | 63.94 | 8.40 |
| 143.39 | 14.90 | | | | | | | | | | | 73.94 | 8.40 |
| 164.5 | 15.21 | | | | | | | | | | | 84.90 | 13.99 |
| | | | | | | | | | | | | 90.79 | 16.99 |
| | | | | | | | | | | | | 94.79 | 16.99 |
| | | | | | | | | | | | | 100.68 | 14.90 |
| | | | | | | | | | | | | 143.39 | 14.90 |
| | | | | | | | | | | | | 164.50 | 15.21 |

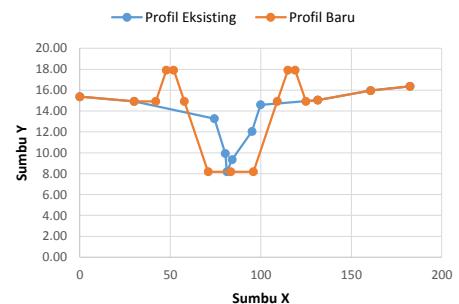
37000

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|-------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 15.37 | 83.42 | 8.191 | 25 | 6.729 | 8.191 | 3 | 4 | 2 | 27 | 13.206 | 0 | 15.37 |
| 30 | 14.92 | | | | | | | | | | | 30 | 14.92 |
| 74.39 | 13.26 | | | | | | | | | | | 41.94 | 14.92 |
| 80.37 | 9.93 | | | | | | | | | | | 47.83 | 17.92 |
| 81.32 | 8.19 | | | | | | | | | | | 51.83 | 17.92 |
| 84.19 | 9.35 | | | | | | | | | | | 57.71 | 14.92 |
| 95.14 | 12.04 | | | | | | | | | | | 70.92 | 8.19 |
| 99.93 | 14.60 | | | | | | | | | | | 83.42 | 8.19 |
| 131.52 | 15.05 | | | | | | | | | | | 95.92 | 8.19 |
| 160.71 | 15.95 | | | | | | | | | | | 109.13 | 14.92 |
| 182.51 | 16.37 | | | | | | | | | | | 115.01 | 17.92 |
| | | | | | | | | | | | | 119.01 | 17.92 |
| | | | | | | | | | | | | 124.90 | 14.92 |
| | | | | | | | | | | | | 131.52 | 15.05 |
| | | | | | | | | | | | | 160.71 | 15.95 |
| | | | | | | | | | | | | 182.51 | 16.37 |

KM 37,50



KM 37,00



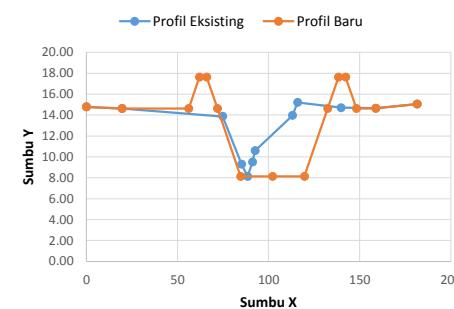
DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|----|-------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|--------|-------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
| 0 | 14.79 | 102.2 | 8.13 | 35 | 6.495 | 8.13 | 3 | 4 | 2 | 27 | 12.747 | 0 | 14.79 |
| 19.60 | 14.63 | | | | | | | | | | | 19.60 | 14.63 |
| 74.85 | 13.87 | | | | | | | | | | | 56.18 | 14.63 |
| 85.20 | 9.30 | | | | | | | | | | | 62.07 | 17.63 |
| 88.60 | 8.13 | | | | | | | | | | | 66.07 | 17.63 |
| 91.18 | 9.51 | | | | | | | | | | | 71.95 | 14.63 |
| 92.60 | 10.59 | | | | | | | | | | | 84.70 | 8.13 |
| 113.10 | 13.96 | | | | | | | | | | | 102.20 | 8.13 |
| 116.00 | 15.21 | | | | | | | | | | | 119.70 | 8.13 |
| 139.79 | 14.70 | | | | | | | | | | | 132.45 | 14.63 |
| 158.80 | 14.64 | | | | | | | | | | | 138.33 | 17.63 |
| 181.60 | 15.05 | | | | | | | | | | | 142.33 | 17.63 |
| | | | | | | | | | | | | 148.22 | 14.63 |
| | | | | | | | | | | | | 158.80 | 14.64 |
| | | | | | | | | | | | | 181.60 | 15.05 |

36000

| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|----|-------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|--------|-------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
| 0 | 15.39 | 68.87 | 7.695 | 20 | 6.462 | 7.695 | 3 | 4 | 2 | 27 | 12.682 | 0 | 15.39 |
| 29.34 | 14.56 | | | | | | | | | | | 29.34 | 14.56 |
| 52.25 | 14.16 | | | | | | | | | | | 30.41 | 14.16 |
| 60.85 | 14.38 | | | | | | | | | | | 36.30 | 17.16 |
| 66.74 | 9.41 | | | | | | | | | | | 40.30 | 17.16 |
| 73.06 | 7.70 | | | | | | | | | | | 46.19 | 14.16 |
| 80.98 | 9.99 | | | | | | | | | | | 58.87 | 7.70 |
| 85.58 | 12.35 | | | | | | | | | | | 68.87 | 7.70 |
| 91.73 | 13.18 | | | | | | | | | | | 78.87 | 7.70 |
| 96.44 | 13.76 | | | | | | | | | | | 91.55 | 14.16 |
| 100.64 | 13.53 | | | | | | | | | | | 97.44 | 17.16 |
| 124.44 | 13.28 | | | | | | | | | | | 101.44 | 17.16 |
| 178.44 | 12.75 | | | | | | | | | | | 107.33 | 14.16 |
| | | | | | | | | | | | | 124.44 | 13.28 |
| | | | | | | | | | | | | 178.44 | 12.75 |

KM 36,50



KM 36,00



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

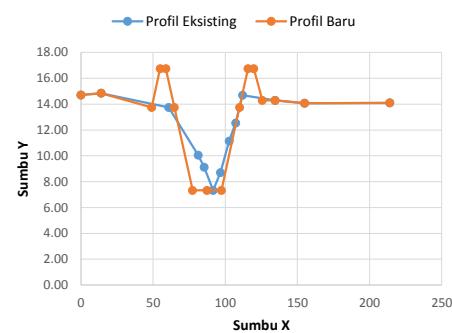
35500

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|-------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 14.71 | 87.31 | 7.33 | 20 | 6.411 | 7.33 | 3 | 4 | 2 | 27 | 12.582 | 0 | 14.71 |
| 14 | 14.85 | | | | | | | | | | | 14 | 14.85 |
| 60.77 | 13.74 | | | | | | | | | | | 48.95 | 13.74 |
| 81.23 | 10.05 | | | | | | | | | | | 54.84 | 16.74 |
| 85.43 | 9.12 | | | | | | | | | | | 58.84 | 16.74 |
| 91.5 | 7.33 | | | | | | | | | | | 64.73 | 13.74 |
| 96.73 | 8.71 | | | | | | | | | | | 77.31 | 7.33 |
| 102.69 | 11.14 | | | | | | | | | | | 87.31 | 7.33 |
| 107.22 | 12.54 | | | | | | | | | | | 97.31 | 7.33 |
| 111.98 | 14.70 | | | | | | | | | | | 109.89 | 13.74 |
| 134.57 | 14.29 | | | | | | | | | | | 115.78 | 16.74 |
| 154.97 | 14.07 | | | | | | | | | | | 119.78 | 16.74 |
| 213.98 | 14.10 | | | | | | | | | | | 125.67 | 14.29 |
| | | | | | | | | | | | | 134.57 | 14.29 |
| | | | | | | | | | | | | 154.97 | 14.07 |
| | | | | | | | | | | | | 213.98 | 14.10 |

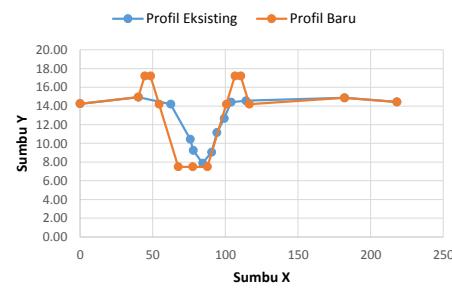
35000

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|-------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 14.24 | 77.54 | 7.501 | 20 | 6.695 | 7.501 | 3 | 4 | 2 | 27 | 13.14 | 0 | 14.24 |
| 40.01 | 14.94 | | | | | | | | | | | 40.01 | 14.94 |
| 62.37 | 14.20 | | | | | | | | | | | 44.51 | 17.20 |
| 75.8 | 10.45 | | | | | | | | | | | 48.51 | 17.20 |
| 77.91 | 9.24 | | | | | | | | | | | 54.40 | 14.20 |
| 84.4 | 7.88 | | | | | | | | | | | 67.54 | 7.50 |
| 90.54 | 9.06 | | | | | | | | | | | 77.54 | 7.50 |
| 94.12 | 11.15 | | | | | | | | | | | 87.54 | 7.50 |
| 99.17 | 12.66 | | | | | | | | | | | 100.68 | 14.20 |
| 103.95 | 14.40 | | | | | | | | | | | 106.57 | 17.20 |
| 114.15 | 14.55 | | | | | | | | | | | 110.57 | 17.20 |
| 181.94 | 14.86 | | | | | | | | | | | 116.46 | 14.20 |
| 217.95 | 14.43 | | | | | | | | | | | 181.94 | 14.86 |
| | | | | | | | | | | | | 217.95 | 14.43 |

KM 35,50

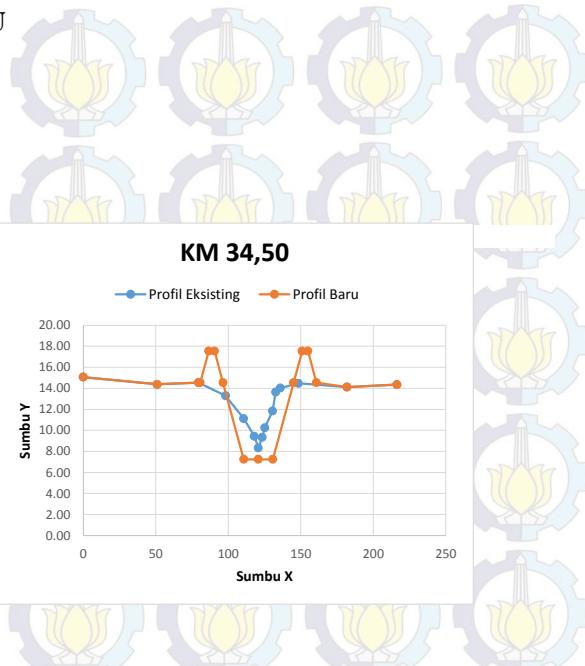


KM 35,00



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 34500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 15.08 | 120.74 | 7.25 | 20 | 7.30 | 7.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.33 | 0 | 15.08 |
| 51 | 14.38 | | | | | | | | | | | 51 | 14.38 |
| 79.57 | 14.55 | | | | | | | | | | | 79.57 | 14.55 |
| 98.17 | 13.29 | | | | | | | | | | | 80.64 | 14.55 |
| 110.57 | 11.13 | | | | | | | | | | | 86.53 | 17.55 |
| 117.91 | 9.45 | | | | | | | | | | | 90.53 | 17.55 |
| 120.74 | 8.34 | | | | | | | | | | | 96.41 | 14.55 |
| 123.39 | 9.34 | | | | | | | | | | | 110.74 | 7.25 |
| 125.22 | 10.26 | | | | | | | | | | | 120.74 | 7.25 |
| 130.63 | 11.84 | | | | | | | | | | | 130.74 | 7.25 |
| 132.76 | 13.65 | | | | | | | | | | | 145.07 | 14.55 |
| 135.95 | 14.04 | | | | | | | | | | | 150.95 | 17.55 |
| 148.35 | 14.47 | | | | | | | | | | | 154.95 | 17.55 |
| 181.88 | 14.13 | | | | | | | | | | | 160.84 | 14.55 |
| 216.3 | 14.36 | | | | | | | | | | | 181.88 | 14.13 |
| | | | | | | | | | | | | 216.30 | 14.36 |



| 34000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.59 | 100.22 | 7.00 | 20 | 6.86 | 7.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.47 | 0 | 13.59 |
| 30 | 13.56 | | | | | | | | | | | 30 | 13.56 |
| 53.4 | 13.80 | | | | | | | | | | | 60.98 | 13.86 |
| 73.4 | 13.86 | | | | | | | | | | | 66.87 | 16.86 |
| 93 | 11.80 | | | | | | | | | | | 70.87 | 16.86 |
| 99.53 | 8.52 | | | | | | | | | | | 76.75 | 13.86 |
| 102.28 | 7.25 | | | | | | | | | | | 90.22 | 7.00 |
| 109.32 | 8.45 | | | | | | | | | | | 100.22 | 7.00 |
| 120.12 | 10.67 | | | | | | | | | | | 110.22 | 7.00 |
| 121.52 | 10.86 | | | | | | | | | | | 120.12 | 10.666 |
| 133.6 | 13.00 | | | | | | | | | | | 121.52 | 10.863 |
| 137 | 14.03 | | | | | | | | | | | 133.6 | 12.997 |
| 159 | 13.69 | | | | | | | | | | | 137 | 14.03 |
| 204.79 | 14.60 | | | | | | | | | | | 150.47 | 17.03 |
| | | | | | | | | | | | | 156.35 | 17.03 |
| | | | | | | | | | | | | 159.00 | 13.69 |
| | | | | | | | | | | | | 204.79 | 14.60 |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

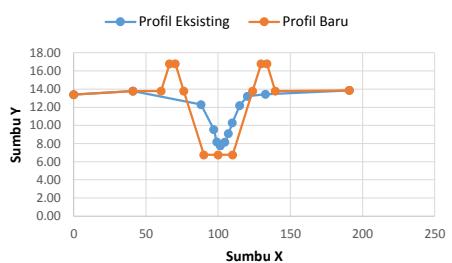
33500

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | h_{tangul} | b_{tangul} | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|--------------|--------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.40 | 100.06 | 6.75 | 20 | 7.03 | 6.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.80 | 0 | 13.40 |
| 40.99 | 13.78 | | | | | | | | | | | 40.99 | 13.78 |
| 88.17 | 12.29 | | | | | | | | | | | 60.48 | 13.78 |
| 96.97 | 9.54 | | | | | | | | | | | 66.37 | 16.78 |
| 99.06 | 8.18 | | | | | | | | | | | 70.37 | 16.78 |
| 101.52 | 7.75 | | | | | | | | | | | 76.26 | 13.78 |
| 104.68 | 8.16 | | | | | | | | | | | 90.06 | 6.75 |
| 107.13 | 9.11 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |
| 109.79 | 10.29 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |
| 114.96 | 12.19 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |
| 120.35 | 13.22 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |
| 132.78 | 13.43 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |
| 190.91 | 13.86 | | | | | | | | | | | 100.06 | 6.75 |

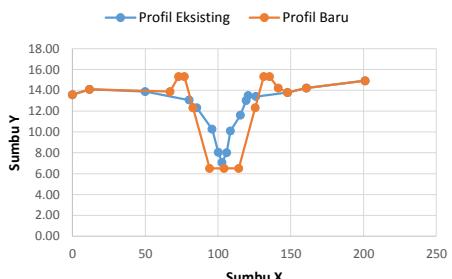
33000

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | h_{tangul} | b_{tangul} | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|--------------|--------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.56 | 104.2 | 6.50 | 20 | 5.81 | 6.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 11.41 | 0 | 13.56 |
| 11.79 | 14.09 | | | | | | | | | | | 11.79 | 14.09 |
| 49.99 | 13.87 | | | | | | | | | | | 67.02 | 13.87 |
| 80.19 | 13.06 | | | | | | | | | | | 72.91 | 15.31 |
| 85.39 | 12.31 | | | | | | | | | | | 76.91 | 15.31 |
| 95.94 | 10.27 | | | | | | | | | | | 82.79 | 12.31 |
| 100.22 | 8.04 | | | | | | | | | | | 94.20 | 6.50 |
| 102.84 | 7.07 | | | | | | | | | | | 104.20 | 6.50 |
| 105.95 | 8.00 | | | | | | | | | | | 114.20 | 6.50 |
| 108.54 | 10.09 | | | | | | | | | | | 125.61 | 12.31 |
| 115.4 | 11.60 | | | | | | | | | | | 131.49 | 15.31 |
| 119.38 | 13.02 | | | | | | | | | | | 135.49 | 15.31 |
| 120.78 | 13.49 | | | | | | | | | | | 141.38 | 14.21 |
| 125.98 | 13.40 | | | | | | | | | | | 147.77 | 13.79 |
| 147.77 | 13.79 | | | | | | | | | | | 160.75 | 14.21 |
| 160.75 | 14.21 | | | | | | | | | | | 201.16 | 14.91 |
| 201.16 | 14.91 | | | | | | | | | | | | |

KM 33,50



KM 33,00

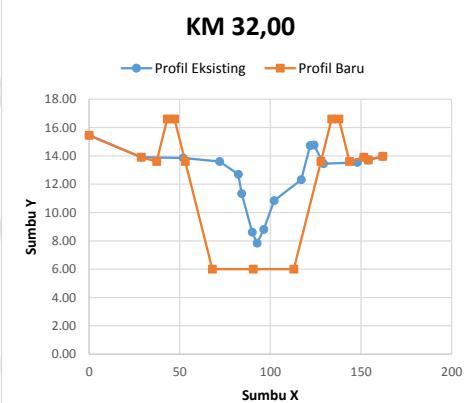


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 32500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|---|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.87 | 111.22 | 6.25 | 20 | 8 | 6.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 15.70 | 0 | 13.87 |
| 48.03 | 14.15 | | | | | | | | | | | 48.03 | 14.15 |
| 60.04 | 14.29 | | | | | | | | | | | 60.04 | 14.29 |
| 77.02 | 14.29 | | | | | | | | | | | 75.63 | 17.25 |
| 92.98 | 14.25 | | | | | | | | | | | 79.63 | 17.25 |
| 99.57 | 10.71 | | | | | | | | | | | 85.52 | 14.25 |
| 104.43 | 8.71 | | | | | | | | | | | 101.22 | 6.25 |
| 107.89 | 8.42 | | | | | | | | | | | 111.22 | 6.25 |
| 110.64 | 8.86 | | | | | | | | | | | 121.22 | 6.25 |
| 114.57 | 11.47 | | | | | | | | | | | 136.92 | 14.25 |
| 119.97 | 12.29 | | | | | | | | | | | 142.81 | 17.25 |
| 123.56 | 13.96 | | | | | | | | | | | 146.81 | 17.25 |
| 128.77 | 14.30 | | | | | | | | | | | 152.70 | 14.50 |
| 137.52 | 14.27 | | | | | | | | | | | 217.68 | 14.67 |
| 142.27 | 14.78 | | | | | | | | | | | | |
| 217.68 | 14.67 | | | | | | | | | | | | |

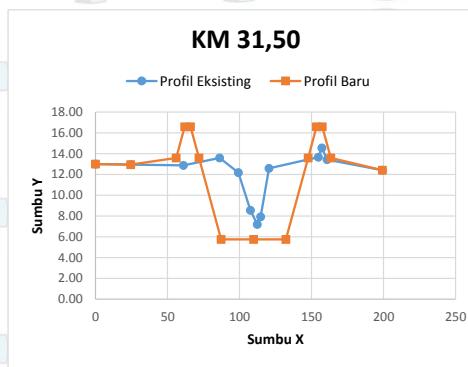


| 32000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 15.45 | 90.5 | 6.00 | 45 | 7.61 | 6.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.93 | 0 | 15.45 |
| 28.79 | 13.90 | | | | | | | | | | | 28.79 | 13.90 |
| 51.99 | 13.86 | | | | | | | | | | | 37.30 | 13.61 |
| 71.99 | 13.61 | | | | | | | | | | | 43.18 | 16.61 |
| 82.39 | 12.69 | | | | | | | | | | | 47.18 | 16.61 |
| 84.23 | 11.34 | | | | | | | | | | | 53.07 | 13.61 |
| 90.03 | 8.61 | | | | | | | | | | | 68.00 | 6.00 |
| 92.73 | 7.83 | | | | | | | | | | | 90.50 | 6.00 |
| 96.38 | 8.80 | | | | | | | | | | | 113.00 | 6.00 |
| 102.14 | 10.84 | | | | | | | | | | | 127.93 | 13.61 |
| 117.09 | 12.32 | | | | | | | | | | | 133.82 | 16.61 |
| 121.98 | 14.73 | | | | | | | | | | | 137.82 | 16.61 |
| 124.18 | 14.77 | | | | | | | | | | | 143.70 | 13.61 |
| 129.38 | 13.45 | | | | | | | | | | | 151.58 | 13.91 |
| 147.98 | 13.54 | | | | | | | | | | | 153.98 | 13.71 |
| 151.58 | 13.91 | | | | | | | | | | | 161.98 | 13.97 |
| 153.98 | 13.71 | | | | | | | | | | | | |
| 161.98 | 13.97 | | | | | | | | | | | | |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.00 | 109.72 | 5.75 | 45 | 7.84 | 5.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 15.38 | 0 | 13.00 |
| 24.4 | 12.94 | | | | | | | | | | | 24.40 | 12.94 |
| 61.02 | 12.87 | | | | | | | | | | | 56.06 | 13.59 |
| 86.2 | 13.59 | | | | | | | | | | | 61.95 | 16.59 |
| 99.2 | 12.18 | | | | | | | | | | | 65.95 | 16.59 |
| 107.53 | 8.56 | | | | | | | | | | | 71.84 | 13.59 |
| 112.37 | 7.19 | | | | | | | | | | | 87.22 | 5.75 |
| 114.71 | 7.92 | | | | | | | | | | | 109.72 | 5.75 |
| 120.41 | 12.59 | | | | | | | | | | | 132.22 | 5.75 |
| 154.8 | 13.66 | | | | | | | | | | | 147.60 | 13.59 |
| 157.18 | 14.55 | | | | | | | | | | | 153.49 | 16.59 |
| 160.79 | 13.42 | | | | | | | | | | | 157.49 | 16.59 |
| 199.18 | 12.41 | | | | | | | | | | | 163.38 | 13.59 |
| | | | | | | | | | | | | 199.18 | 12.41 |

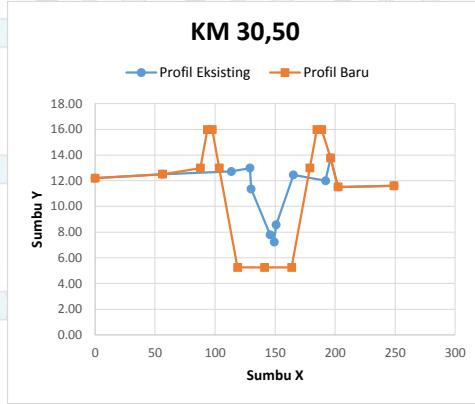


| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 12.95 | 121.31 | 5.50 | 45 | 7.70 | 5.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 15.10 | 0 | 12.95 |
| 39.6 | 13.04 | | | | | | | | | | | 39.60 | 13.04 |
| 77.99 | 13.20 | | | | | | | | | | | 67.93 | 13.20 |
| 108.98 | 11.81 | | | | | | | | | | | 73.82 | 16.20 |
| 111.75 | 8.45 | | | | | | | | | | | 77.82 | 16.20 |
| 115.99 | 7.56 | | | | | | | | | | | 83.71 | 13.20 |
| 119.78 | 8.29 | | | | | | | | | | | 98.81 | 5.50 |
| 126.39 | 12.61 | | | | | | | | | | | 121.31 | 5.50 |
| 174.99 | 12.89 | | | | | | | | | | | 143.81 | 5.50 |
| 215.59 | 12.94 | | | | | | | | | | | 158.91 | 13.20 |
| | | | | | | | | | | | | 164.80 | 16.20 |
| | | | | | | | | | | | | 168.80 | 16.20 |
| | | | | | | | | | | | | 174.69 | 13.20 |
| | | | | | | | | | | | | 215.59 | 12.94 |

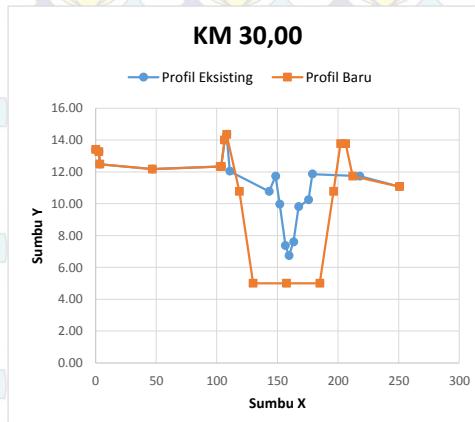


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 30500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 12.20 | 141.23 | 5.25 | 45 | 7.74 | 5.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 15.18 | 0 | 12.20 |
| 56.2 | 12.51 | | | | | | | | | | | 56.2 | 12.51 |
| 113.6 | 12.72 | | | | | | | | | | | 87.77 | 12.99 |
| 129 | 12.99 | | | | | | | | | | | 93.66 | 15.99 |
| 129.99 | 11.36 | | | | | | | | | | | 97.66 | 15.99 |
| 145.82 | 7.79 | | | | | | | | | | | 103.55 | 12.99 |
| 149.17 | 7.23 | | | | | | | | | | | 118.73 | 5.25 |
| 150.83 | 8.57 | | | | | | | | | | | 141.23 | 5.25 |
| 165.19 | 12.46 | | | | | | | | | | | 163.73 | 5.25 |
| 191.99 | 12.00 | | | | | | | | | | | 178.91 | 12.99 |
| 196.2 | 13.78 | | | | | | | | | | | 184.80 | 15.99 |
| 202.4 | 11.52 | | | | | | | | | | | 188.80 | 15.99 |
| 249 | 11.61 | | | | | | | | | | | 196.2 | 13.775 |
| | | | | | | | | | | | | 202.4 | 11.52 |
| | | | | | | | | | | | | 249 | 11.61 |

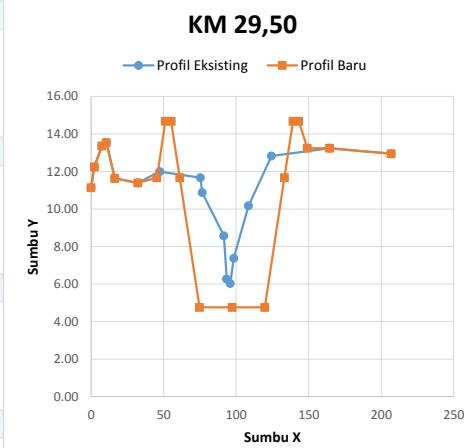


| 30000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 13.42 | 157.41 | 5.00 | 55 | 5.78 | 5.00 | 3 | 4 | 2 | 27 | 11.34 | 0 | 13.417 |
| 2.7 | 13.28 | | | | | | | | | | | 2.7 | 13.277 |
| 3.48 | 12.49 | | | | | | | | | | | 3.48 | 12.487 |
| 46.73 | 12.18 | | | | | | | | | | | 46.73 | 12.177 |
| 103.69 | 12.34 | | | | | | | | | | | 103.69 | 12.337 |
| 106.36 | 14.01 | | | | | | | | | | | 106.36 | 14.007 |
| 108.07 | 14.36 | | | | | | | | | | | 108.07 | 14.357 |
| 110.77 | 12.05 | | | | | | | | | | | 118.574 | 10.777 |
| 143.23 | 10.78 | | | | | | | | | | | 129.91 | 5.001 |
| 148.51 | 11.73 | | | | | | | | | | | 157.41 | 5.001 |
| 151.95 | 9.98 | | | | | | | | | | | 184.91 | 5.001 |
| 156.5 | 7.38 | | | | | | | | | | | 196.246 | 10.777 |
| 159.62 | 6.74 | | | | | | | | | | | 202.1339 | 13.777 |
| 163.33 | 7.61 | | | | | | | | | | | 206.1339 | 13.777 |
| 167.46 | 9.82 | | | | | | | | | | | 212.0217 | 11.727 |
| 175.58 | 10.25 | | | | | | | | | | | 250.58 | 11.077 |
| 178.86 | 11.87 | | | | | | | | | | | | |
| 217.92 | 11.73 | | | | | | | | | | | | |
| 250.58 | 11.08 | | | | | | | | | | | | |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 29500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 11.14 | 97.22 | 4.75 | 45 | 6.92 | 4.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.59 | 0 | 11.14 |
| 2.31 | 12.25 | | | | | | | | | | | 2.31 | 12.25 |
| 7.43 | 13.37 | | | | | | | | | | | 7.43 | 13.37 |
| 10.53 | 13.55 | | | | | | | | | | | 10.53 | 13.55 |
| 16.43 | 11.63 | | | | | | | | | | | 16.43 | 11.63 |
| 32.19 | 11.40 | | | | | | | | | | | 32.19 | 11.40 |
| 47.31 | 12.00 | | | | | | | | | | | 47.31 | 12.00 |
| 75.4 | 11.68 | | | | | | | | | | | 75.4 | 11.68 |
| 76.65 | 10.88 | | | | | | | | | | | 76.65 | 10.88 |
| 91.51 | 8.57 | | | | | | | | | | | 91.51 | 8.57 |
| 93.47 | 6.27 | | | | | | | | | | | 93.47 | 6.27 |
| 95.91 | 6.04 | | | | | | | | | | | 95.91 | 6.04 |
| 98.39 | 7.38 | | | | | | | | | | | 98.39 | 7.38 |
| 108.54 | 10.17 | | | | | | | | | | | 108.54 | 10.17 |
| 124.32 | 12.83 | | | | | | | | | | | 124.32 | 12.83 |
| 164.44 | 13.25 | | | | | | | | | | | 164.44 | 13.25 |
| 206.94 | 12.95 | | | | | | | | | | | 206.94 | 12.95 |

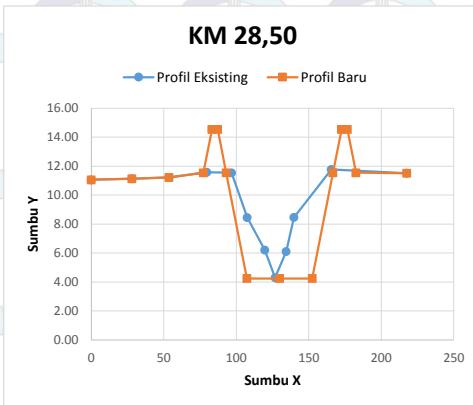


| 29000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 10.92 | 80.2 | 4.50 | 45 | 7.11 | 4.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.96 | 0 | 10.92 |
| 23.22 | 10.95 | | | | | | | | | | | 27.96 | 10.95 |
| 27.01 | 13.03 | | | | | | | | | | | 33.85 | 14.62 |
| 30.5 | 13.13 | | | | | | | | | | | 37.85 | 14.62 |
| 33.29 | 12.46 | | | | | | | | | | | 43.74 | 11.62 |
| 42.2 | 13.10 | | | | | | | | | | | 57.70 | 4.50 |
| 46.49 | 11.70 | | | | | | | | | | | 80.20 | 4.50 |
| 56.7 | 11.62 | | | | | | | | | | | 102.70 | 4.50 |
| 71.15 | 9.61 | | | | | | | | | | | 116.66 | 11.62 |
| 73.1 | 8.49 | | | | | | | | | | | 122.55 | 14.62 |
| 74.72 | 7.37 | | | | | | | | | | | 126.55 | 14.62 |
| 76.48 | 5.64 | | | | | | | | | | | 132.44 | 11.62 |
| 78.71 | 7.16 | | | | | | | | | | | 141.68 | 11.44 |
| 89.81 | 11.60 | | | | | | | | | | | 175.42 | 11.10 |
| 104.77 | 11.49 | | | | | | | | | | | | |
| 141.68 | 11.44 | | | | | | | | | | | | |
| 175.42 | 11.10 | | | | | | | | | | | | |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 28500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 11.06 | 129.93 | 4.25 | 45 | 7.29 | 4.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.31 | 0 | 11.06 |
| 28.02 | 11.13 | | | | | | | | | | | 28.02 | 11.13 |
| 53.69 | 11.22 | | | | | | | | | | | 53.69 | 11.22 |
| 79.8 | 11.58 | | | | | | | | | | | 77.35 | 11.54 |
| 96.77 | 11.54 | | | | | | | | | | | 83.23 | 14.54 |
| 107.56 | 8.46 | | | | | | | | | | | 87.23 | 14.54 |
| 119.76 | 6.22 | | | | | | | | | | | 93.12 | 11.54 |
| 126.88 | 4.30 | | | | | | | | | | | 107.43 | 4.25 |
| 134.47 | 6.11 | | | | | | | | | | | 129.93 | 4.25 |
| 139.86 | 8.46 | | | | | | | | | | | 152.43 | 4.25 |
| 165.57 | 11.77 | | | | | | | | | | | 166.74 | 11.54 |
| 217.61 | 11.52 | | | | | | | | | | | 172.63 | 14.54 |
| | | | | | | | | | | | | 176.63 | 14.54 |
| | | | | | | | | | | | | 182.51 | 11.54 |
| | | | | | | | | | | | | 217.61 | 11.52 |



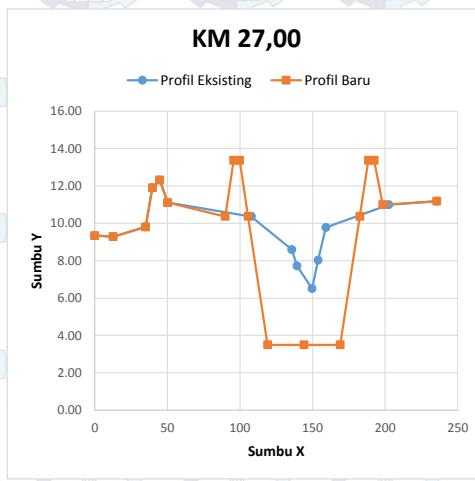
| 28000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 10.21 | 90.43 | 4.00 | 50 | 7.24 | 4.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.20 | 0 | 10.21 |
| 8.82 | 9.97 | | | | | | | | | | | 8.82 | 9.97 |
| 13.39 | 12.78 | | | | | | | | | | | 13.39 | 12.78 |
| 17.82 | 13.08 | | | | | | | | | | | 17.82 | 13.08 |
| 21.69 | 10.74 | | | | | | | | | | | 21.69 | 10.74 |
| 63.63 | 11.24 | | | | | | | | | | | 35.45 | 11.24 |
| 78.21 | 11.14 | | | | | | | | | | | 41.34 | 14.24 |
| 86.46 | 7.82 | | | | | | | | | | | 45.34 | 14.24 |
| 89.75 | 6.23 | | | | | | | | | | | 51.23 | 11.24 |
| 95.91 | 7.44 | | | | | | | | | | | 65.43 | 4.00 |
| 103.98 | 10.26 | | | | | | | | | | | 90.43 | 4.00 |
| 132.54 | 11.45 | | | | | | | | | | | 115.43 | 4.00 |
| 157.54 | 11.21 | | | | | | | | | | | 129.63 | 11.24 |
| 160.46 | 12.51 | | | | | | | | | | | 135.52 | 14.24 |
| 162.46 | 12.51 | | | | | | | | | | | 139.52 | 14.24 |
| 164.22 | 10.88 | | | | | | | | | | | 145.41 | 11.24 |
| 184.25 | 10.82 | | | | | | | | | | | 157.54 | 11.21 |
| | | | | | | | | | | | | 160.46 | 12.51 |
| | | | | | | | | | | | | 162.46 | 12.51 |
| | | | | | | | | | | | | 164.22 | 10.88 |
| | | | | | | | | | | | | 184.25 | 10.82 |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

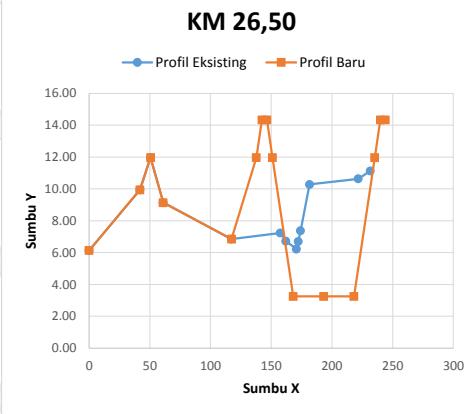
| 27500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 9.91 | 114.04 | 3.75 | 50 | 7.68 | 3.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 15.08 | 0 | 9.91 |
| 16.96 | 9.43 | | | | | | | | | | | 16.96 | 9.43 |
| 24.49 | 12.38 | | | | | | | | | | | 24.49 | 12.38 |
| 29.08 | 12.75 | | | | | | | | | | | 29.08 | 12.75 |
| 34.71 | 10.79 | | | | | | | | | | | 34.71 | 10.79 |
| 90.02 | 11.43 | | | | | | | | | | | 58.19 | 11.43 |
| 96.9 | 9.76 | | | | | | | | | | | 64.07 | 14.43 |
| 107.61 | 7.85 | | | | | | | | | | | 68.07 | 14.43 |
| 113.83 | 6.27 | | | | | | | | | | | 73.96 | 11.43 |
| 117.08 | 7.06 | | | | | | | | | | | 89.04 | 3.75 |
| 121.03 | 9.69 | | | | | | | | | | | 114.04 | 3.75 |
| 170.42 | 10.92 | | | | | | | | | | | 139.04 | 3.75 |
| 202.4 | 10.92 | | | | | | | | | | | 154.12 | 11.43 |
| | | | | | | | | | | | | 160.01 | 14.43 |
| | | | | | | | | | | | | 164.01 | 14.43 |
| | | | | | | | | | | | | 169.89 | 11.43 |
| | | | | | | | | | | | | 202.40 | 10.92 |

| 27000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 9.34 | 144.13 | 3.50 | 50 | 6.87 | 3.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.475 | 0 | 9.34 |
| 12.7 | 9.29 | | | | | | | | | | | 12.70 | 9.29 |
| 34.98 | 9.80 | | | | | | | | | | | 34.98 | 9.80 |
| 39.78 | 11.90 | | | | | | | | | | | 39.78 | 11.90 |
| 44.76 | 12.32 | | | | | | | | | | | 44.76 | 12.32 |
| 50.18 | 11.11 | | | | | | | | | | | 50.18 | 11.11 |
| 107.84 | 10.37 | | | | | | | | | | | 89.88 | 10.37 |
| 135.79 | 8.59 | | | | | | | | | | | 95.77 | 13.37 |
| 139.37 | 7.72 | | | | | | | | | | | 99.77 | 13.37 |
| 149.64 | 6.50 | | | | | | | | | | | 105.65 | 10.37 |
| 153.92 | 8.03 | | | | | | | | | | | 119.13 | 3.50 |
| 159.25 | 9.78 | | | | | | | | | | | 144.13 | 3.50 |
| 202.57 | 11.00 | | | | | | | | | | | 169.13 | 3.50 |
| 235.63 | 11.19 | | | | | | | | | | | 182.61 | 10.37 |
| | | | | | | | | | | | | 188.49 | 13.37 |
| | | | | | | | | | | | | 192.49 | 13.37 |
| | | | | | | | | | | | | 198.38 | 11.00 |
| | | | | | | | | | | | | 235.63 | 11.19 |

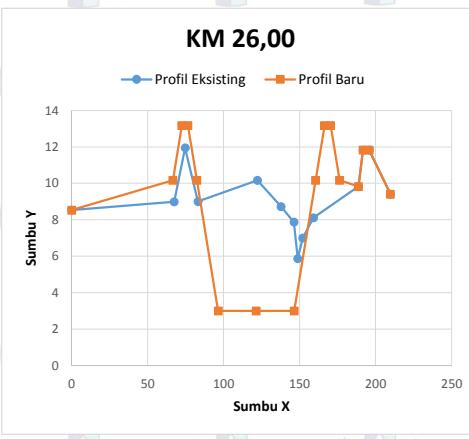


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 26500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 6.14 | 193.19 | 3.25 | 50 | 8.72 | 3.25 | 2.37 | 4 | 2 | 27 | 17.11 | 0 | 6.14 |
| 41.9 | 9.94 | | | | | | | | | | | 41.90 | 9.94 |
| 50.7 | 11.97 | | | | | | | | | | | 50.70 | 11.97 |
| 61.02 | 9.13 | | | | | | | | | | | 61.02 | 9.13 |
| 117.4 | 6.85 | | | | | | | | | | | 117.40 | 6.85 |
| 157.52 | 7.24 | | | | | | | | | | | 137.79 | 11.97 |
| 161.98 | 6.73 | | | | | | | | | | | 142.43 | 14.34 |
| 170.77 | 6.22 | | | | | | | | | | | 146.43 | 14.34 |
| 172.33 | 6.71 | | | | | | | | | | | 151.08 | 11.97 |
| 174.1 | 7.38 | | | | | | | | | | | 168.19 | 3.25 |
| 181.68 | 10.28 | | | | | | | | | | | 193.19 | 3.25 |
| 221.63 | 10.64 | | | | | | | | | | | 218.19 | 3.25 |
| 231.57 | 11.14 | | | | | | | | | | | 235.30 | 11.97 |
| | | | | | | | | | | | | 239.95 | 14.34 |
| | | | | | | | | | | | | 243.95 | 14.34 |
| | | | | | | | | | | | | 248.59 | 11.97 |

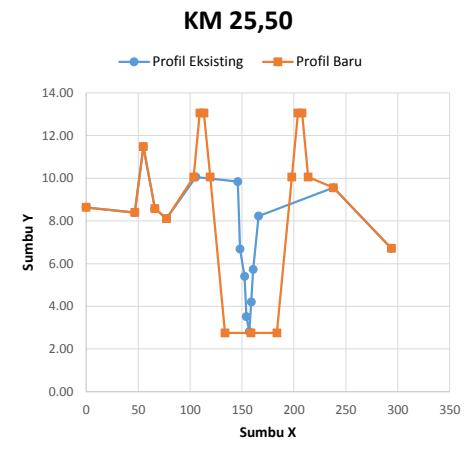


| 26000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 8.53 | 121.45 | 3.00 | 50 | 7.17 | 3.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.076 | 0 | 8.53 |
| 67.46 | 8.99 | | | | | | | | | | | 66.60 | 10.17 |
| 74.75 | 11.95 | | | | | | | | | | | 72.49 | 13.17 |
| 83.14 | 9.00 | | | | | | | | | | | 76.49 | 13.17 |
| 122.3 | 10.17 | | | | | | | | | | | 82.37 | 10.17 |
| 137.73 | 8.73 | | | | | | | | | | | 96.45 | 3.00 |
| 146.34 | 7.87 | | | | | | | | | | | 121.45 | 3.00 |
| 148.73 | 5.88 | | | | | | | | | | | 146.45 | 3.00 |
| 152.12 | 7.00 | | | | | | | | | | | 160.53 | 10.17 |
| 159.13 | 8.11 | | | | | | | | | | | 166.41 | 13.17 |
| 188.76 | 9.83 | | | | | | | | | | | 170.41 | 13.17 |
| 191.76 | 11.83 | | | | | | | | | | | 176.30 | 10.17 |
| 195.76 | 11.83 | | | | | | | | | | | 188.76 | 9.83 |
| 209.76 | 9.41 | | | | | | | | | | | 191.76 | 11.83 |
| | | | | | | | | | | | | 195.76 | 11.83 |
| | | | | | | | | | | | | 209.76 | 9.41 |

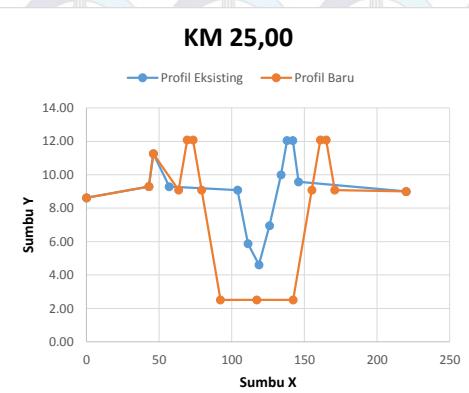


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 25500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 8.63 | 158.65 | 2.75 | 50 | 7.30 | 2.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.33 | 0 | 8.63 |
| 46.8 | 8.40 | | | | | | | | | | | 46.80 | 8.40 |
| 54.96 | 11.48 | | | | | | | | | | | 54.96 | 11.48 |
| 66.01 | 8.58 | | | | | | | | | | | 66.01 | 8.58 |
| 77.28 | 8.10 | | | | | | | | | | | 77.28 | 8.10 |
| 105.55 | 10.05 | | | | | | | | | | | 103.54 | 10.05 |
| 145.95 | 9.84 | | | | | | | | | | | 109.43 | 13.05 |
| 148.15 | 6.68 | | | | | | | | | | | 113.43 | 13.05 |
| 152.55 | 5.41 | | | | | | | | | | | 119.32 | 10.05 |
| 154.15 | 3.52 | | | | | | | | | | | 133.65 | 2.75 |
| 156.95 | 2.82 | | | | | | | | | | | 158.65 | 2.75 |
| 158.96 | 4.21 | | | | | | | | | | | 183.65 | 2.75 |
| 160.75 | 5.72 | | | | | | | | | | | 197.98 | 10.05 |
| 165.94 | 8.23 | | | | | | | | | | | 203.87 | 13.05 |
| 237.95 | 9.55 | | | | | | | | | | | 207.87 | 13.05 |
| 293.91 | 6.71 | | | | | | | | | | | 213.76 | 10.05 |
| | | | | | | | | | | | | 237.95 | 9.55 |
| | | | | | | | | | | | | 293.91 | 6.71 |

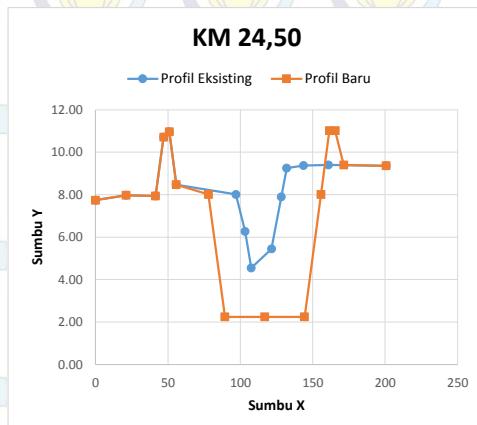


| 25000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 8.62 | 117.15 | 2.50 | 50 | 6.59 | 2.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 12.93 | 0 | 8.62 |
| 42.99 | 9.29 | | | | | | | | | | | 42.99 | 9.29 |
| 45.97 | 11.26 | | | | | | | | | | | 45.97 | 11.26 |
| 56.95 | 9.29 | | | | | | | | | | | 63.45 | 9.09 |
| 103.97 | 9.09 | | | | | | | | | | | 69.34 | 12.09 |
| 111.15 | 5.87 | | | | | | | | | | | 73.34 | 12.09 |
| 118.75 | 4.61 | | | | | | | | | | | 79.22 | 9.09 |
| 125.95 | 6.95 | | | | | | | | | | | 92.15 | 2.50 |
| 133.97 | 10.00 | | | | | | | | | | | 117.15 | 2.50 |
| 137.96 | 12.05 | | | | | | | | | | | 142.15 | 2.50 |
| 141.96 | 12.05 | | | | | | | | | | | 155.08 | 9.09 |
| 145.97 | 9.57 | | | | | | | | | | | 160.96 | 12.09 |
| 219.97 | 9.00 | | | | | | | | | | | 164.96 | 12.09 |
| | | | | | | | | | | | | 170.85 | 9.09 |
| | | | | | | | | | | | | 219.97 | 9.00 |

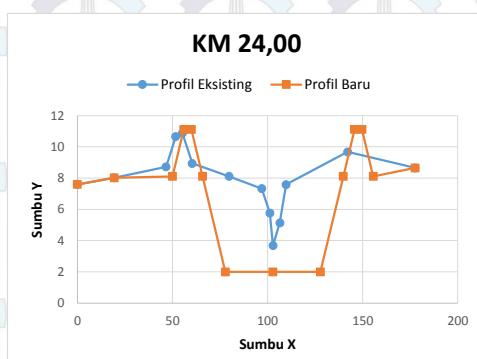


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|-------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
| 0 | 7.74 | 116.82 | 2.25 | 55 | 5.76 | 2.25 | 3 | 4 | 2 | 27 | 11.30 | 0 | 7.74 |
| 21.17 | 7.97 | | | | | | | | | | | 21.17 | 7.97 |
| 41.36 | 7.94 | | | | | | | | | | | 41.36 | 7.94 |
| 47.09 | 10.71 | | | | | | | | | | | 47.09 | 10.71 |
| 50.97 | 10.96 | | | | | | | | | | | 50.97 | 10.96 |
| 55.77 | 8.47 | | | | | | | | | | | 55.77 | 8.47 |
| 97.01 | 8.01 | | | | | | | | | | | 78.02 | 8.01 |
| 103.32 | 6.27 | | | | | | | | | | | 89.32 | 2.25 |
| 107.52 | 4.54 | | | | | | | | | | | 116.82 | 2.25 |
| 121.54 | 5.44 | | | | | | | | | | | 144.32 | 2.25 |
| 128.29 | 7.90 | | | | | | | | | | | 155.62 | 8.01 |
| 132.02 | 9.25 | | | | | | | | | | | 161.51 | 11.01 |
| 143.65 | 9.37 | | | | | | | | | | | 165.51 | 11.01 |
| 160.77 | 9.40 | | | | | | | | | | | 171.40 | 9.40 |
| 200.68 | 9.36 | | | | | | | | | | | 200.68 | 9.36 |



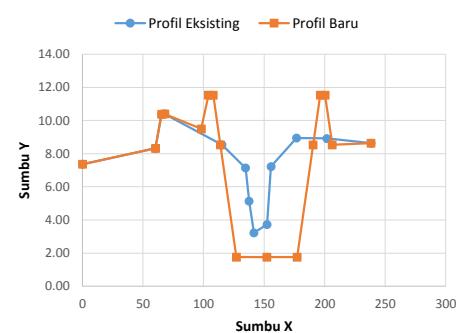
| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|---------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|-------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
| 0 | 7.6 | 102.83 | 2.00 | 50 | 6.11 | 2.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 11.99 | 0 | 7.6 |
| 19.36 | 8.01 | | | | | | | | | | | 19.36 | 8.01 |
| 46.62 | 8.72 | | | | | | | | | | | 50.06 | 8.11 |
| 51.69 | 10.65 | | | | | | | | | | | 55.95 | 11.11 |
| 55.24 | 10.87 | | | | | | | | | | | 59.95 | 11.11 |
| 60.4 | 8.93 | | | | | | | | | | | 65.84 | 8.11 |
| 79.83 | 8.11 | | | | | | | | | | | 77.83 | 2.00 |
| 96.98 | 7.33 | | | | | | | | | | | 102.83 | 2.00 |
| 101.23 | 5.76 | | | | | | | | | | | 127.83 | 2.00 |
| 102.95 | 3.69 | | | | | | | | | | | 139.82 | 8.11 |
| 106.49 | 5.14 | | | | | | | | | | | 145.71 | 11.11 |
| 109.72 | 7.58 | | | | | | | | | | | 149.71 | 11.11 |
| 142.1 | 9.67 | | | | | | | | | | | 155.60 | 8.11 |
| 177.56 | 8.65 | | | | | | | | | | | 177.56 | 8.65 |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

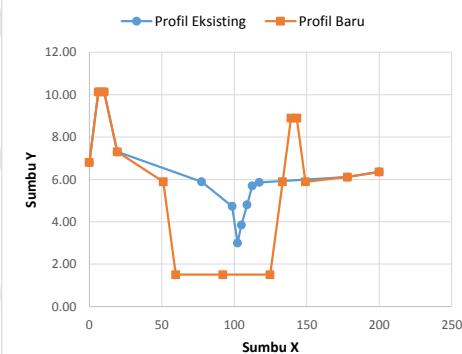
| 23500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 7.36 | 152.19 | 1.75 | 50 | 6.78 | 1.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.31 | 0 | 7.36 |
| 60.33 | 8.32 | | | | | | | | | | | 60.33 | 8.32 |
| 65.37 | 10.38 | | | | | | | | | | | 65.37 | 10.38 |
| 67.99 | 10.40 | | | | | | | | | | | 67.99 | 10.40 |
| 115.11 | 8.53 | | | | | | | | | | | 98.10 | 9.50 |
| 134.67 | 7.14 | | | | | | | | | | | 103.99 | 11.53 |
| 137.57 | 5.14 | | | | | | | | | | | 107.99 | 11.53 |
| 141.57 | 3.22 | | | | | | | | | | | 113.88 | 8.53 |
| 152.43 | 3.72 | | | | | | | | | | | 127.19 | 1.75 |
| 155.73 | 7.22 | | | | | | | | | | | 152.19 | 1.75 |
| 176.72 | 8.94 | | | | | | | | | | | 177.19 | 1.75 |
| 201.76 | 8.92 | | | | | | | | | | | 190.50 | 8.53 |
| 238.25 | 8.63 | | | | | | | | | | | 196.39 | 11.53 |
| | | | | | | | | | | | | 200.39 | 11.53 |
| | | | | | | | | | | | | 206.28 | 8.53 |
| | | | | | | | | | | | | 238.25 | 8.63 |

23,50



| 23000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 6.80 | 92.21 | 1.50 | 65 | 4.39 | 1.50 | 3 | 4 | 2 | 27 | 8.62 | 0 | 6.80 |
| 6.29 | 10.13 | | | | | | | | | | | 6.29 | 10.13 |
| 10.29 | 10.13 | | | | | | | | | | | 10.29 | 10.13 |
| 19.37 | 7.30 | | | | | | | | | | | 19.37 | 7.303 |
| 77.51 | 5.89 | | | | | | | | | | | 51.09 | 5.89 |
| 98.63 | 4.73 | | | | | | | | | | | 59.71 | 1.50 |
| 102.3 | 3.00 | | | | | | | | | | | 92.21 | 1.50 |
| 105.03 | 3.85 | | | | | | | | | | | 124.71 | 1.50 |
| 108.82 | 4.81 | | | | | | | | | | | 133.33 | 5.89 |
| 112.36 | 5.70 | | | | | | | | | | | 139.22 | 8.89 |
| 117.27 | 5.86 | | | | | | | | | | | 143.22 | 8.89 |
| 178.04 | 6.11 | | | | | | | | | | | 149.10 | 5.89 |
| 199.98 | 6.35 | | | | | | | | | | | 178.04 | 6.11 |
| | | | | | | | | | | | | 199.98 | 6.35 |

KM 23,00



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

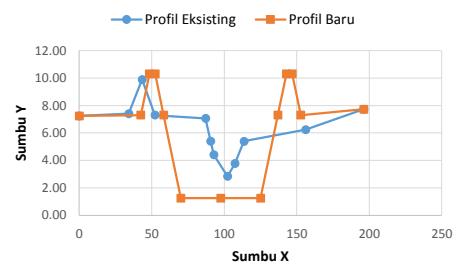
| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|---------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|--------|------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru | |
| 0 | 7.23 | 97.61 | 1.25 | 55 | 6.05 | 1.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 11.87 | 0 | 7.23 | |
| 34.16 | 7.40 | | | | | | | | | | | 42.46 | 7.30 | |
| 43.45 | 9.89 | | | | | | | | | | | 48.35 | 10.30 | |
| 52.2 | 7.30 | | | | | | | | | | | 52.35 | 10.30 | |
| 87.16 | 7.07 | | | | | | | | | | | 58.24 | 7.30 | |
| 90.7 | 5.39 | | | | | | | | | | | 70.11 | 1.25 | |
| 92.78 | 4.41 | | | | | | | | | | | 97.61 | 1.25 | |
| 102.3 | 2.85 | | | | | | | | | | | 125.11 | 1.25 | |
| 107.47 | 3.77 | | | | | | | | | | | 136.98 | 7.30 | |
| 113.66 | 5.39 | | | | | | | | | | | 142.87 | 10.30 | |
| 156.17 | 6.24 | | | | | | | | | | | 146.87 | 10.30 | |
| 196.22 | 7.72 | | | | | | | | | | | 152.76 | 7.30 | |
| | | | | | | | | | | | | | 196.22 | 7.72 |

22500

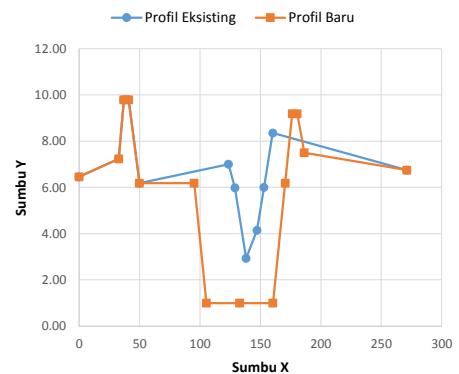
| Titik Patokan | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|---------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|--------|------|
| X | Y | Sumbu X | Sumbu Y | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru | |
| 0 | 6.46 | 132.86 | 1.00 | 55 | 5.19 | 1.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.18 | 0 | 6.46 | |
| 32.83 | 7.24 | | | | | | | | | | | 32.83 | 7.24 | |
| 36.99 | 9.79 | | | | | | | | | | | 36.99 | 9.79 | |
| 40.99 | 9.79 | | | | | | | | | | | 40.99 | 9.79 | |
| 49.93 | 6.19 | | | | | | | | | | | 49.93 | 6.19 | |
| 123.56 | 7.01 | | | | | | | | | | | 95.18 | 6.19 | |
| 129.02 | 5.98 | | | | | | | | | | | 105.36 | 1.00 | |
| 138.2 | 2.94 | | | | | | | | | | | 132.86 | 1.00 | |
| 147.24 | 4.15 | | | | | | | | | | | 160.36 | 1.00 | |
| 152.98 | 6.00 | | | | | | | | | | | 170.54 | 6.19 | |
| 160.26 | 8.35 | | | | | | | | | | | 176.43 | 9.19 | |
| 271.19 | 6.75 | | | | | | | | | | | 180.43 | 9.19 | |
| | | | | | | | | | | | | 186.32 | 7.50 | |
| | | | | | | | | | | | | | 271.19 | 6.75 |

22000

KM 22,50

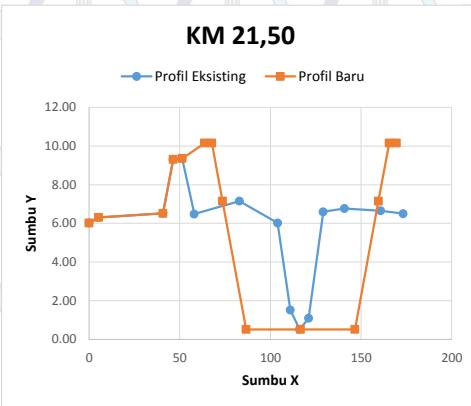


KM 22,00

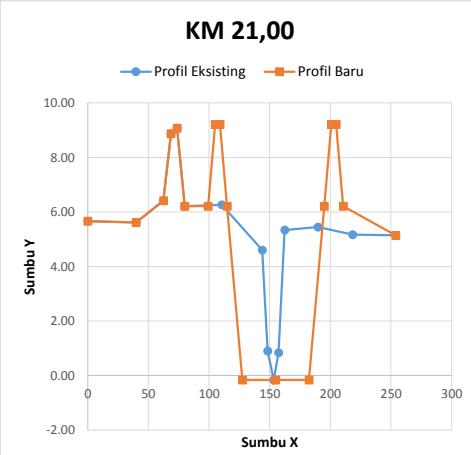


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 21500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 6.02 | 116.6 | 0.52 | 60 | 6.64 | 0.52 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 13.02 | 0 | 6.02 |
| 5.26 | 6.31 | | | | | | | | | | | 5.26 | 6.31 |
| 40.75 | 6.52 | | | | | | | | | | | 40.75 | 6.52 |
| 46.35 | 9.32 | | | | | | | | | | | 46.35 | 9.32 |
| 51.32 | 9.36 | | | | | | | | | | | 51.32 | 9.36 |
| 57.99 | 6.48 | | | | | | | | | | | 57.99 | 6.48 |
| 82.95 | 7.15 | | | | | | | | | | | 82.95 | 7.15 |
| 103.99 | 6.02 | | | | | | | | | | | 103.99 | 6.02 |
| 110.99 | 1.52 | | | | | | | | | | | 110.99 | 1.52 |
| 116.05 | 0.52 | | | | | | | | | | | 116.05 | 0.52 |
| 121.11 | 1.10 | | | | | | | | | | | 121.11 | 1.10 |
| 129.11 | 6.60 | | | | | | | | | | | 129.11 | 6.60 |
| 140.88 | 6.77 | | | | | | | | | | | 140.88 | 6.77 |
| 160.79 | 6.65 | | | | | | | | | | | 160.79 | 6.65 |
| 173.23 | 6.50 | | | | | | | | | | | 173.23 | 6.50 |



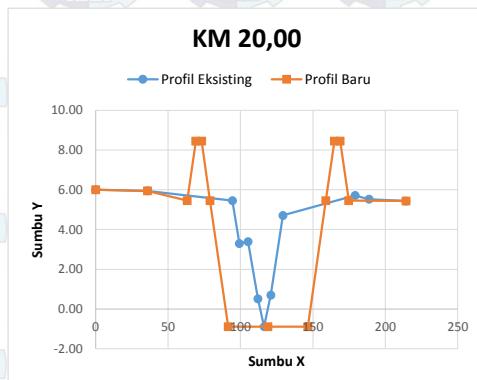
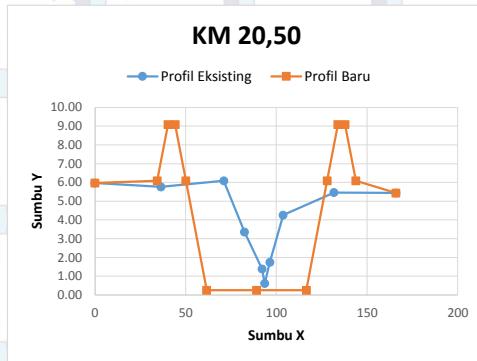
| 21000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 5.66 | 154.94 | -0.16 | 55 | 6.37 | -0.16 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 12.51 | 0 | 5.66 |
| 39.76 | 5.62 | | | | | | | | | | | 39.76 | 5.62 |
| 62.43 | 6.41 | | | | | | | | | | | 62.43 | 6.41 |
| 68.56 | 8.87 | | | | | | | | | | | 68.56 | 8.87 |
| 73.61 | 9.07 | | | | | | | | | | | 73.61 | 9.07 |
| 79.93 | 6.21 | | | | | | | | | | | 79.93 | 6.21 |
| 110.55 | 6.26 | | | | | | | | | | | 110.55 | 6.26 |
| 143.86 | 4.60 | | | | | | | | | | | 143.86 | 4.60 |
| 148.36 | 0.90 | | | | | | | | | | | 148.36 | 0.90 |
| 153.36 | -0.16 | | | | | | | | | | | 153.36 | -0.16 |
| 157.37 | 0.84 | | | | | | | | | | | 157.37 | 0.84 |
| 162.37 | 5.34 | | | | | | | | | | | 162.37 | 5.34 |
| 189.74 | 5.45 | | | | | | | | | | | 189.74 | 5.45 |
| 218.4 | 5.17 | | | | | | | | | | | 218.4 | 5.17 |
| 253.94 | 5.14 | | | | | | | | | | | 253.94 | 5.14 |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 20500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 5.97 | 89.1 | 0.25 | 55 | 5.84 | 0.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 11.46 | 0 | 5.97 |
| 36.38 | 5.77 | | | | | | | | | | | 34.37 | 6.09 |
| 71.08 | 6.09 | | | | | | | | | | | 40.26 | 9.09 |
| 82.41 | 3.36 | | | | | | | | | | | 44.26 | 9.09 |
| 92.18 | 1.39 | | | | | | | | | | | 50.14 | 6.09 |
| 93.62 | 0.62 | | | | | | | | | | | 61.60 | 0.25 |
| 96.49 | 1.74 | | | | | | | | | | | 89.10 | 0.25 |
| 103.73 | 4.26 | | | | | | | | | | | 116.60 | 0.25 |
| 131.82 | 5.46 | | | | | | | | | | | 128.06 | 6.09 |
| 165.96 | 5.44 | | | | | | | | | | | 133.94 | 9.09 |
| | | | | | | | | | | | | 137.94 | 9.09 |
| | | | | | | | | | | | | 143.83 | 6.09 |
| | | | | | | | | | | | | 165.96 | 5.44 |

| 20000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 6.01 | 119 | -0.89 | 55 | 6.35 | -0.89 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 12.46 | 0 | 6.01 |
| 35.82 | 5.95 | | | | | | | | | | | 35.82 | 5.95 |
| 94.46 | 5.46 | | | | | | | | | | | 63.26 | 5.46 |
| 99.18 | 3.30 | | | | | | | | | | | 69.15 | 8.46 |
| 105.25 | 3.39 | | | | | | | | | | | 73.15 | 8.46 |
| 111.99 | 0.51 | | | | | | | | | | | 79.04 | 5.46 |
| 116.4 | -0.89 | | | | | | | | | | | 91.50 | -0.89 |
| 121.01 | 0.70 | | | | | | | | | | | 119.00 | -0.89 |
| 129.38 | 4.71 | | | | | | | | | | | 146.50 | -0.89 |
| 179.12 | 5.72 | | | | | | | | | | | 158.96 | 5.46 |
| 188.83 | 5.53 | | | | | | | | | | | 164.85 | 8.46 |
| 214.21 | 5.44 | | | | | | | | | | | 168.85 | 8.46 |
| | | | | | | | | | | | | 174.74 | 5.46 |
| | | | | | | | | | | | | 214.21 | 5.44 |

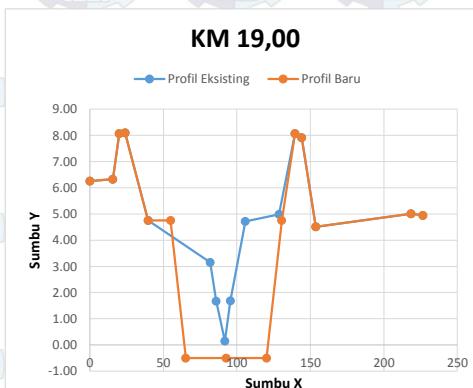


DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 19500 | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | |
| 0 | 6.56 | 132.61 | -0.25 | 55 | 5.41 | -0.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.63 | 0 |
| 41.33 | 5.95 | | | | | | | | | | 41.33 | 5.95 |
| 64.61 | 5.57 | | | | | | | | | | 64.61 | 5.57 |
| 70.31 | 8.22 | | | | | | | | | | 70.31 | 8.22 |
| 74.88 | 8.33 | | | | | | | | | | 74.88 | 8.33 |
| 81.99 | 5.39 | | | | | | | | | | 81.99 | 5.39 |
| 106.58 | 5.17 | | | | | | | | | | 94.48 | 5.17 |
| 116.03 | 1.60 | | | | | | | | | | 105.11 | -0.25 |
| 119.48 | 0.58 | | | | | | | | | | 132.61 | -0.25 |
| 124.11 | -0.16 | | | | | | | | | | 160.11 | -0.25 |
| 133.22 | 0.62 | | | | | | | | | | 170.74 | 5.17 |
| 148.63 | 4.87 | | | | | | | | | | 176.62 | 8.17 |
| 164.9 | 5.71 | | | | | | | | | | 180.62 | 8.17 |
| 196.69 | 5.08 | | | | | | | | | | 186.51 | 5.17 |
| 224.79 | 5.18 | | | | | | | | | | 224.79 | 5.18 |



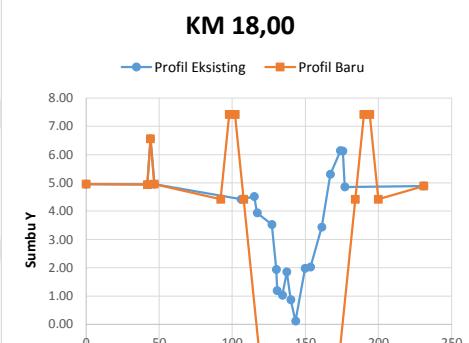
| 19000 | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | |
| 0 | 6.25 | 92.72 | -0.50 | 55 | 5.25 | -0.50 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.31 | 0 |
| 15.6 | 6.33 | | | | | | | | | | 15.60 | 6.33 |
| 20 | 8.07 | | | | | | | | | | 20.00 | 8.07 |
| 24 | 8.10 | | | | | | | | | | 24.00 | 8.10 |
| 39.61 | 4.75 | | | | | | | | | | 39.61 | 4.75 |
| 81.87 | 3.15 | | | | | | | | | | 54.91 | 4.75 |
| 85.88 | 1.67 | | | | | | | | | | 65.22 | -0.50 |
| 91.86 | 0.15 | | | | | | | | | | 92.72 | -0.50 |
| 95.64 | 1.69 | | | | | | | | | | 120.22 | -0.50 |
| 105.71 | 4.72 | | | | | | | | | | 130.53 | 4.75 |
| 128.73 | 4.99 | | | | | | | | | | 139.59 | 8.07 |
| 139.59 | 8.07 | | | | | | | | | | 144.16 | 7.91 |
| 144.16 | 7.91 | | | | | | | | | | 153.66 | 4.51 |
| 153.66 | 4.51 | | | | | | | | | | 218.56 | 5.01 |
| 218.56 | 5.01 | | | | | | | | | | 226.58 | 4.95 |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 18500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 4.92 | 129.99 | -0.75 | 55 | 6.14 | -0.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 12.04 | 0 | 4.92 |
| 90 | 4.93 | | | | | | | | | | | 74.67 | 5.39 |
| 95.41 | 5.39 | | | | | | | | | | | 80.56 | 8.39 |
| 99 | 6.57 | | | | | | | | | | | 84.56 | 8.39 |
| 104.4 | 6.75 | | | | | | | | | | | 90.45 | 5.39 |
| 108 | 7.40 | | | | | | | | | | | 102.49 | -0.75 |
| 112.41 | 5.00 | | | | | | | | | | | 129.99 | -0.75 |
| 122.55 | 2.32 | | | | | | | | | | | 157.49 | -0.75 |
| 130.73 | 1.01 | | | | | | | | | | | 169.53 | 5.39 |
| 134.3 | 0.67 | | | | | | | | | | | 175.42 | 8.39 |
| 144.2 | 1.61 | | | | | | | | | | | 179.42 | 8.39 |
| 145.79 | 2.12 | | | | | | | | | | | 185.31 | 5.39 |
| 148.96 | 3.84 | | | | | | | | | | | 223.97 | 4.98 |
| 158.38 | 5.28 | | | | | | | | | | | | |
| 164.01 | 6.56 | | | | | | | | | | | | |
| 183.6 | 6.11 | | | | | | | | | | | | |
| 185.6 | 4.54 | | | | | | | | | | | | |
| 223.97 | 4.98 | | | | | | | | | | | | |

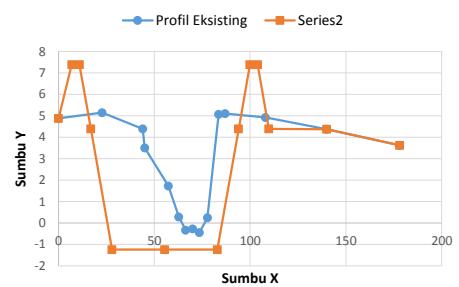
| 18000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 4.96 | 145.98 | -1.00 | 55 | 5.42 | -1.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.64 | 0 | 4.96 |
| 42 | 4.94 | | | | | | | | | | | 42.00 | 4.94 |
| 44 | 6.56 | | | | | | | | | | | 44.00 | 6.56 |
| 46.62 | 4.96 | | | | | | | | | | | 46.62 | 4.96 |
| 106.04 | 4.42 | | | | | | | | | | | 92.07 | 4.42 |
| 115.03 | 4.52 | | | | | | | | | | | 97.96 | 7.42 |
| 117.05 | 3.94 | | | | | | | | | | | 101.96 | 7.42 |
| 127.12 | 3.53 | | | | | | | | | | | 107.84 | 4.42 |
| 130.2 | 1.94 | | | | | | | | | | | 118.48 | -1.00 |
| 130.7 | 1.19 | | | | | | | | | | | 145.98 | -1.00 |
| 134.3 | 1.03 | | | | | | | | | | | 173.48 | -1.00 |
| 137.28 | 1.86 | | | | | | | | | | | 184.12 | 4.42 |
| 140.05 | 0.87 | | | | | | | | | | | 190.00 | 7.42 |
| 143.31 | 0.11 | | | | | | | | | | | 194.00 | 7.42 |
| 149.87 | 1.98 | | | | | | | | | | | 199.89 | 4.42 |
| 153.51 | 2.03 | | | | | | | | | | | 230.98 | 4.89 |
| 161.22 | 3.44 | | | | | | | | | | | | |
| 167.05 | 5.31 | | | | | | | | | | | | |
| 174 | 6.14 | | | | | | | | | | | | |
| 175.59 | 6.13 | | | | | | | | | | | | |
| 176.98 | 4.86 | | | | | | | | | | | | |
| 230.98 | 4.89 | | | | | | | | | | | | |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

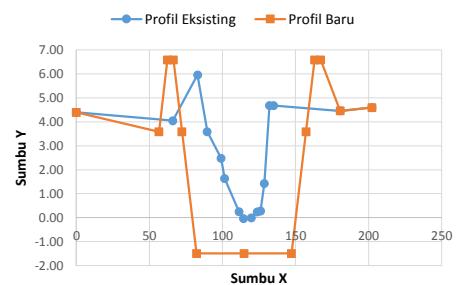
| 17500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|--------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 4.88 | 55.43 | -1.25 | 55 | 5.64 | -1.25 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 11.069 | 0 | 4.88 |
| 22.8 | 5.15 | | | | | | | | | | | 6.97 | 7.39 |
| 44 | 4.39 | | | | | | | | | | | 10.97 | 7.39 |
| 45 | 3.50 | | | | | | | | | | | 16.86 | 4.39 |
| 57.31 | 1.73 | | | | | | | | | | | 27.93 | -1.25 |
| 62.79 | 0.28 | | | | | | | | | | | 55.43 | -1.25 |
| 66.31 | -0.34 | | | | | | | | | | | 82.93 | -1.25 |
| 70.07 | -0.27 | | | | | | | | | | | 94.00 | 4.39 |
| 73.52 | -0.45 | | | | | | | | | | | 99.89 | 7.39 |
| 77.76 | 0.24 | | | | | | | | | | | 103.89 | 7.39 |
| 83.61 | 5.07 | | | | | | | | | | | 109.77 | 4.39 |
| 87 | 5.10 | | | | | | | | | | | 140.00 | 4.37 |
| 108 | 4.92 | | | | | | | | | | | 177.99 | 3.62 |
| 140 | 4.37 | | | | | | | | | | | | |
| 177.99 | 3.62 | | | | | | | | | | | | |

KM 17,50



| 17000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 4.40 | 114.78 | -1.50 | 65 | 5.09 | -1.50 | 3 | 4 | 2 | 27 | 9.982 | 0 | 4.40 |
| 66 | 4.05 | | | | | | | | | | | 56.52 | 3.59 |
| 83.01 | 5.96 | | | | | | | | | | | 62.41 | 6.59 |
| 89.6 | 3.59 | | | | | | | | | | | 66.41 | 6.59 |
| 99.06 | 2.48 | | | | | | | | | | | 72.30 | 3.59 |
| 101.54 | 1.63 | | | | | | | | | | | 82.28 | -1.50 |
| 111.38 | 0.25 | | | | | | | | | | | 114.78 | -1.50 |
| 114.45 | -0.04 | | | | | | | | | | | 147.28 | -1.50 |
| 119.8 | -0.01 | | | | | | | | | | | 157.26 | 3.59 |
| 123.81 | 0.24 | | | | | | | | | | | 163.15 | 6.59 |
| 126.1 | 0.28 | | | | | | | | | | | 167.15 | 6.59 |
| 128.7 | 1.43 | | | | | | | | | | | 180.60 | 4.46 |
| 132.2 | 4.68 | | | | | | | | | | | 202.39 | 4.60 |
| 135 | 4.68 | | | | | | | | | | | | |
| 180.6 | 4.46 | | | | | | | | | | | | |
| 202.39 | 4.60 | | | | | | | | | | | | |

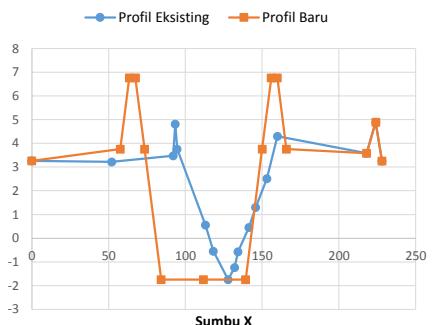
KM 17,00



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 3.26 | 111.7 | -1.75 | 55 | 5.51 | -1.75 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 10.81 | 0 | 3.26 |
| 52 | 3.22 | | | | | | | | | | | 57.61 | 3.76 |
| 92 | 3.48 | | | | | | | | | | | 63.50 | 6.76 |
| 93.4 | 4.81 | | | | | | | | | | | 67.50 | 6.76 |
| 94.6 | 3.76 | | | | | | | | | | | 73.39 | 3.76 |
| 113.11 | 0.56 | | | | | | | | | | | 84.20 | -1.75 |
| 118.17 | -0.55 | | | | | | | | | | | 111.70 | -1.75 |
| 127.88 | -1.75 | | | | | | | | | | | 139.20 | -1.75 |
| 132.05 | -1.24 | | | | | | | | | | | 150.01 | 3.76 |
| 134.23 | -0.57 | | | | | | | | | | | 155.90 | 6.76 |
| 141.32 | 0.45 | | | | | | | | | | | 159.90 | 6.76 |
| 145.74 | 1.30 | | | | | | | | | | | 165.79 | 3.76 |
| 153.14 | 2.51 | | | | | | | | | | | 217.99 | 3.58 |
| 159.99 | 4.30 | | | | | | | | | | | 223.99 | 4.89 |
| 217.99 | 3.58 | | | | | | | | | | | 227.99 | 3.25 |
| 223.99 | 4.89 | | | | | | | | | | | | |
| 227.99 | 3.25 | | | | | | | | | | | | |

KM 16,50



KM 16,00

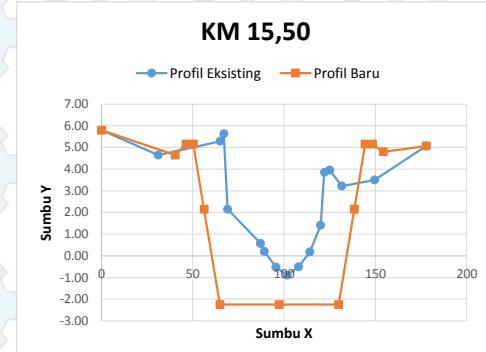


| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X _{baru} | Y _{baru} |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|-------------------|-------------------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 5.14 | 130.16 | -2.00 | 55 | 7.41 | -2.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 14.54 | 0 | 5.14 |
| 46 | 4.98 | | | | | | | | | | | 46.00 | 4.98 |
| 106.4 | 5.41 | | | | | | | | | | | 72.34 | 5.41 |
| 109.01 | 6.42 | | | | | | | | | | | 78.23 | 8.41 |
| 111.81 | 4.62 | | | | | | | | | | | 82.23 | 8.41 |
| 131.04 | 1.31 | | | | | | | | | | | 88.12 | 5.41 |
| 134.32 | 0.23 | | | | | | | | | | | 102.66 | -2.00 |
| 137.41 | -0.19 | | | | | | | | | | | 130.16 | -2.00 |
| 139.52 | -0.69 | | | | | | | | | | | 157.66 | -2.00 |
| 144.13 | -0.28 | | | | | | | | | | | 172.20 | 5.41 |
| 146.47 | 0.25 | | | | | | | | | | | 178.09 | 8.41 |
| 152.33 | 1.14 | | | | | | | | | | | 182.09 | 8.41 |
| 159.26 | 2.18 | | | | | | | | | | | 187.98 | 5.41 |
| 164.61 | 4.89 | | | | | | | | | | | 203.40 | 5.98 |
| 170 | 5.57 | | | | | | | | | | | 233.00 | 4.98 |
| 203.4 | 5.98 | | | | | | | | | | | 252.59 | 4.13 |
| 233 | 4.98 | | | | | | | | | | | | |
| 252.59 | 4.13 | | | | | | | | | | | | |

DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|-------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 5.80 | 97.33 | -2.25 | 65 | 4.40 | -2.25 | 3 | 4 | 2 | 27 | 8.637 | 0 | 5.80 |
| 30.98 | 4.65 | | | | | | | | | | | 40.42 | 4.65 |
| 64.97 | 5.29 | | | | | | | | | | | 46.30 | 5.15 |
| 66.97 | 5.64 | | | | | | | | | | | 50.30 | 5.15 |
| 68.99 | 2.15 | | | | | | | | | | | 56.19 | 2.15 |
| 87.06 | 0.58 | | | | | | | | | | | 64.83 | -2.25 |
| 89.18 | 0.20 | | | | | | | | | | | 97.33 | -2.25 |
| 95.46 | -0.52 | | | | | | | | | | | 129.83 | -2.25 |
| 101.7 | -0.89 | | | | | | | | | | | 138.47 | 2.15 |
| 107.9 | -0.50 | | | | | | | | | | | 144.36 | 5.15 |
| 114.06 | 0.18 | | | | | | | | | | | 148.36 | 5.15 |
| 119.98 | 1.42 | | | | | | | | | | | 154.24 | 4.80 |
| 122.04 | 3.86 | | | | | | | | | | | 177.72 | 5.07 |
| 124.95 | 3.96 | | | | | | | | | | | | |
| 131.55 | 3.22 | | | | | | | | | | | | |
| 149.49 | 3.50 | | | | | | | | | | | | |
| 177.72 | 5.07 | | | | | | | | | | | | |

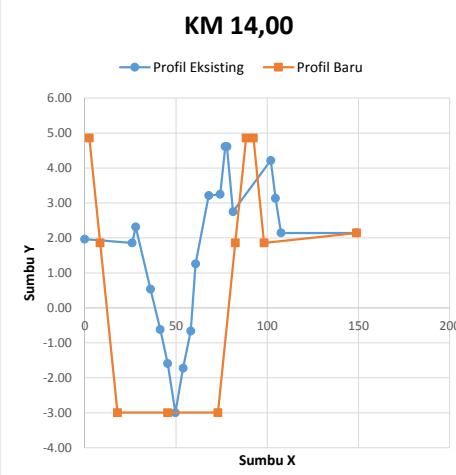
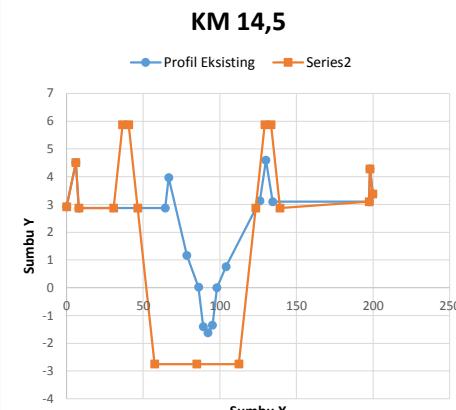
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | Xbaru | Ybaru |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|--------|-------|
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 0.95 | 92.42 | -2.50 | 85 | 3.25 | -2.50 | 3 | 4 | 1 | 45 | 3.25 | 0 | 0.95 |
| 69.63 | 0.76 | | | | | | | | | | | 36.67 | 0.76 |
| 71.84 | 0.51 | | | | | | | | | | | 39.67 | 3.76 |
| 73.95 | 1.37 | | | | | | | | | | | 43.67 | 3.76 |
| 78.46 | 0.42 | | | | | | | | | | | 46.67 | 0.76 |
| 84.71 | -0.29 | | | | | | | | | | | 49.92 | -2.50 |
| 91.22 | -0.99 | | | | | | | | | | | 92.42 | -2.50 |
| 97.76 | -0.08 | | | | | | | | | | | 134.92 | -2.50 |
| 104.15 | 0.42 | | | | | | | | | | | 138.17 | 0.76 |
| 113.07 | 2.58 | | | | | | | | | | | 141.17 | 3.76 |
| 122.8 | 3.84 | | | | | | | | | | | 145.17 | 3.76 |
| 127.65 | 3.55 | | | | | | | | | | | 164.15 | 4.87 |
| 128.15 | 3.55 | | | | | | | | | | | 166.75 | 3.74 |
| 164.15 | 4.87 | | | | | | | | | | | 175.76 | 4.79 |
| 166.75 | 3.74 | | | | | | | | | | | | |
| 175.76 | 4.79 | | | | | | | | | | | | |



DESAIN RENCANA PENAMPANG BARU KALI LAMONG

| 14500 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|-------|------|--------------------|---------------|---------------|------|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 2.92 | 84.93 | -2.75 | 55.00 | 5.62 | -2.75 | 3.00 | 4.00 | 2.00 | 27.00 | 11.03 | 0 | 2.92 |
| 6 | 4.51 | | | | | | | | | | | 6.00 | 4.51 |
| 8 | 2.87 | | | | | | | | | | | 8.00 | 2.87 |
| 64.41 | 2.87 | | | | | | | | | | | 30.62 | 2.87 |
| 66.61 | 3.97 | | | | | | | | | | | 36.51 | 5.87 |
| 78.46 | 1.17 | | | | | | | | | | | 40.51 | 5.87 |
| 86.11 | 0.02 | | | | | | | | | | | 46.40 | 2.87 |
| 89.13 | -1.40 | | | | | | | | | | | 57.43 | -2.75 |
| 92.15 | -1.62 | | | | | | | | | | | 84.93 | -2.75 |
| 95.16 | -1.35 | | | | | | | | | | | 112.43 | -2.75 |
| 98.07 | 0.00 | | | | | | | | | | | 123.46 | 2.87 |
| 104.04 | 0.76 | | | | | | | | | | | 129.35 | 5.87 |
| 126.12 | 3.13 | | | | | | | | | | | 133.35 | 5.87 |
| 130.01 | 4.60 | | | | | | | | | | | 139.24 | 2.87 |
| 134.51 | 3.10 | | | | | | | | | | | 197.40 | 3.10 |
| 197.4 | 3.10 | | | | | | | | | | | 197.90 | 4.28 |
| 197.9 | 4.28 | | | | | | | | | | | 199.80 | 3.38 |
| 199.8 | 3.38 | | | | | | | | | | | | |

| 14000 | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|---------------|---------|----|------|--------------------|---------------|---------------|---|----------|-------|------------|------------|
| X | Y | Titik Patokan | | B | H | Elv. Dasar Saluran | $h_{tanggul}$ | $b_{tanggul}$ | m | α | H.tga | X_{baru} | Y_{baru} |
| | | Sumbu X | Sumbu Y | | | | | | | | | | |
| 0 | 1.96 | 45.51 | -3.00 | 55 | 4.86 | -3.00 | 3.00 | 4 | 2 | 27 | 9.530 | -7.30 | 1.86 |
| 26.01 | 1.86 | | | | | | | | | | | -1.41 | 4.86 |
| 28 | 2.32 | | | | | | | | | | | 2.59 | 4.86 |
| 36.11 | 0.54 | | | | | | | | | | | 8.48 | 1.86 |
| 41.39 | -0.62 | | | | | | | | | | | 18.01 | -3.00 |
| 45.51 | -1.59 | | | | | | | | | | | 45.51 | -3.00 |
| 49.71 | -3.00 | | | | | | | | | | | 73.01 | -3.00 |
| 53.97 | -1.73 | | | | | | | | | | | 82.54 | 1.86 |
| 58.2 | -0.66 | | | | | | | | | | | 88.43 | 4.86 |
| 60.81 | 1.26 | | | | | | | | | | | 92.43 | 4.86 |
| 67.99 | 3.22 | | | | | | | | | | | 98.32 | 1.86 |
| 74.2 | 3.25 | | | | | | | | | | | 148.97 | 2.15 |
| 76.98 | 4.62 | | | | | | | | | | | | |
| 77.98 | 4.62 | | | | | | | | | | | | |
| 81.32 | 2.75 | | | | | | | | | | | | |
| 101.97 | 4.22 | | | | | | | | | | | | |
| 104.58 | 3.14 | | | | | | | | | | | | |
| 107.56 | 2.14 | | | | | | | | | | | | |
| 148.97 | 2.15 | | | | | | | | | | | | |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Gambar 1 Hasil Run Analyze Unsteady KM 37.500..... | 95 |
| Gambar 2 Hasil Run Analyze Unsteady KM 37.000..... | 96 |
| Gambar 3 Hasil Run Analyze Unsteady KM 36.500..... | 97 |
| Gambar 4 Hasil Run Analyze Unsteady KM 36.000..... | 98 |
| Gambar 5 Hasil Run Analyze Unsteady KM 35.500..... | 99 |
| Gambar 6 Hasil Run Analyze Unsteady KM 35.000..... | 100 |
| Gambar 7 Hasil Run Analyze Unsteady KM 34.500..... | 101 |
| Gambar 8 Hasil Run Analyze Unsteady KM 34.000..... | 102 |
| Gambar 9 Hasil Run Analyze Unsteady KM 33.500..... | 103 |
| Gambar 10 Hasil Run Analyze Unsteady KM 33.000..... | 104 |
| Gambar 11 Hasil Run Analyze Unsteady KM 32.500..... | 105 |
| Gambar 12 Hasil Run Analyze Unsteady KM 32.000..... | 106 |
| Gambar 13 Hasil Run Analyze Unsteady KM 31.500..... | 107 |
| Gambar 14 Hasil Run Analyze Unsteady KM 31.000..... | 108 |
| Gambar 15 Hasil Run Analyze Unsteady KM 30.500..... | 109 |
| Gambar 16 Hasil Run Analyze Unsteady KM 30.000..... | 110 |
| Gambar 17 Hasil Run Analyze Unsteady KM 29.500..... | 111 |
| Gambar 18 Hasil Run Analyze Unsteady KM 29.000..... | 112 |
| Gambar 19 Hasil Run Analyze Unsteady KM 28.500..... | 113 |
| Gambar 20 Hasil Run Analyze Unsteady KM 28.000..... | 114 |
| Gambar 21 Hasil Run Analyze Unsteady KM 27.500..... | 115 |
| Gambar 22 Hasil Run Analyze Unsteady KM 27.000..... | 116 |
| Gambar 23 Hasil Run Analyze Unsteady KM 26.500..... | 117 |
| Gambar 24 Hasil Run Analyze Unsteady KM 26.000..... | 118 |
| Gambar 25 Hasil Run Analyze Unsteady KM 25.500..... | 119 |
| Gambar 26 Hasil Run Analyze Unsteady KM 25.000..... | 120 |
| Gambar 27 Hasil Run Analyze Unsteady KM 24.500..... | 121 |
| Gambar 28 Hasil Run Analyze Unsteady KM 24.000..... | 122 |
| Gambar 29 Hasil Run Analyze Unsteady KM 23.500..... | 123 |
| Gambar 30 Hasil Run Analyze Unsteady KM 23.000..... | 124 |
| Gambar 31 Hasil Run Analyze Unsteady KM 22.500..... | 125 |
| Gambar 32 Hasil Run Analyze Unsteady KM 22.000..... | 126 |
| Gambar 33 Hasil Run Analyze Unsteady KM 21.500..... | 127 |

| | |
|--|-----|
| Gambar 34 Hasil Run Analyze Unsteady KM 21.000..... | 128 |
| Gambar 35 Hasil Run Analyze Unsteady KM 20.500..... | 129 |
| Gambar 36 Hasil Run Analyze Unsteady KM 20.000..... | 130 |
| Gambar 37 Hasil Run Analyze Unsteady KM 19.500..... | 131 |
| Gambar 38 Hasil Run Analyze Unsteady KM 19.000..... | 132 |
| Gambar 39 Hasil Run Analyze Unsteady KM 18.500..... | 133 |
| Gambar 40 Hasil Run Analyze Unsteady KM 18.000..... | 134 |
| Gambar 41 Hasil Run Analyze Unsteady KM 17.500..... | 135 |
| Gambar 42 Hasil Run Analyze Unsteady KM 17.000..... | 136 |
| Gambar 43 Hasil Run Analyze Unsteady KM 16.500..... | 137 |
| Gambar 44 Hasil Run Analyze Unsteady KM 16.000..... | 138 |
| Gambar 45 Hasil Run Analyze Unsteady KM 15.500..... | 139 |
| Gambar 46 Hasil Run Analyze Unsteady KM 15.000..... | 140 |
| Gambar 47 Hasil Run Analyze Unsteady KM 14.500..... | 141 |
| Gambar 48 Hasil Run Analyze Unsteady KM 14.000..... | 142 |
| Gambar 49 Hasil Run Analyze Long Section Kali Lamong.... | 143 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 37.500-37.000..... | 145 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 36.500-36.000..... | 146 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 35.500-35.000..... | 147 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 34.500-34.000..... | 148 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 33.500-33.000..... | 149 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 32.500-32.000..... | 150 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 31.500-31.000..... | 151 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 30.500-30.000..... | 152 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 29.500-29.000..... | 153 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 28.500-28.000..... | 154 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 27.500-27.000..... | 155 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 26.500-26.000..... | 156 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 25.500-25.000..... | 157 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 24.500-24.000..... | 158 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 23.500-23.000..... | 159 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 22.500-22.000..... | 160 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 21.500-21.000..... | 161 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 20.500-20.000..... | 162 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 19.500-19.000..... | 163 |

| | |
|---|-----|
| Desain Rencana Penampang Baru KM 18.500-18.000..... | 164 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 17.500-17.000..... | 165 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 16.500-16.000..... | 166 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 15.500-15.000..... | 167 |
| Desain Rencana Penampang Baru KM 14.500-14.000..... | 168 |

BIODATA PENULIS

Hafidz Firmando Nadzmi



Penulis dilahirkan di Lamongan, 23 Juli 1993, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK ABA 6 Babat, SDN Babat 1, SMPN 1 Babat dan SMAN 1 Ngimbang. Setelah lulus dari SMAN tahun 2011, penulis *vacuum* selama 1 tahun dalam dunia pendidikan karena masalah finansial keluarga kurang memadai. Pada tahun 2012 penulis mendapat beasiswa BIDIKMISI saat lolos SMITS (Seleksi Masuk ITS) Program Studi Diploma III Teknik Sipil, FTSP-ITS dengan NRP. 3112-030-096.

Bidang keahlian yang dijalani oleh penulis dalam prodi tersebut adalah Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa seminar maupun kegiatan yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Jurusan dan Jama'ah Masjid Al-Azhar selaku organisasi mahasiswa yang telah diakui eksistensinya. Baik aktif sebagai peserta maupun panitia dalam kegiatan-kegiatan tersebut.

BIODATA PENULIS

Dian Arief Pramudya Pratomo



Penulis dilahirkan di Gorontalo, 7 November 1994. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Atisa Dipamkara Tangerang, SD Yayasan Binong Permai Tangerang, SMPN 9 Tangerang, dan SMAN 8 Tangerang. Setelah lulus SMA pada tahun 2012, penulis mengikuti sejumlah tes masuk perguruan tinggi negeri dan akhirnya diterima di Program Studi

Diploma III Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun yang sama. Dalam program studi tersebut Penulis terdaftar dengan NRP 3112030116.

Bidang keahlian yang diambil penulis adalah bangunan air. Penulis sempat aktif sebagai anggota organisasi mahasiswa di Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas di tahun kedua dan Dewan Perwakilan Mahasiswa Institut di tahun ketiga, selain itu Penulis juga sempat mengikuti sejumlah pelatihan seperti Pra LKMM TD, LKMM TD, dan LKMM TM.