



PROYEK AKHIR – RC 090342

PENANGGULANGAN BANJIR DIKECAMATAN GRESIK

OKY SETIAWAN
NRP : 3109 030 131

ACHMAD ZAINUDDIN R.M
NRP : 3109 030 132

Dosen Pembimbing
Siti Kamilia Aziz ST, MT
NIP : 19771231.2006004.2.001

JURUSAN DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



PROYEK AKHIR - RC 090342

PENANGGULANGAN BANJIR DIKECAMATAN GRESIK

OKY SETIAWAN
NRP : 3109 030 131

ACHMAD ZAINUDDIN R.M
NRP : 3109 030 132

Dosen Pembimbing
Siti Kamilia Aziz ST, MT
NIP : 19771231.2006004.2.001

JURUSAN DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - RC 090342

FLOOD CONTROL IN DISTRICT GRESIK

**OKY SETIAWAN
NRP : 3109 030 131**

**ACHMAD ZAINUDDIN R.M
NRP : 3109 030 132**

**Lecture Advisor
Siti Kamilia Aziz ST, MT
NIP : 19771231.2006004.2.001**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**

LEMBAR PENGESAHAN

PENANGGULANGAN BANJIR DI KECAMATAN GRESIK

PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi DIII Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :

Mahasiswa I
OKY SETIAWAN
NRP. 3109 030 131

Mahasiswa II
ACHMAD ZAINUDDIN RM
NRP. 3109 030 132

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing Proyek Akhir


SITI KAMILIA AZIZ
NIP. 19771231 20060 4 2 001

SURABAYA, JULI 2014

FLOOD CONTROL IN DISTRICT GRESIK

Nama Mahasiswa

: OkySetiawan

NRP

: 3109.030.131

Nama Mahasiswa

: AchmadZainuddin R.M

NRP

: 3109.030.132

Dosen Pembimbing

: Kamilia Aziz S. ST., MT

NIP

: 19771231 200604 2001

Abstract

The problem of flooding is one of the common problems that often occur in parts of Indonesia, such as in Sub Gresik Gresik. Developments in Gresik is due to the rapid population growth, which requires a variety of new infrastructure such as housing, roads, offices, factories and others. Land that once low and empty stockpiled to build the infrastructure and the region of Gresik districts previously not grow into increasingly dense solid. Gresik city area development was followed by the rise of floodwaters in some places, this happens because of the development of the city region is not followed by the development of an adequate drainage system. Gresik city drainage channels which are mostly located in low-lying areas so that when the river water elevation that was around the area of Gresik as time Lamong high enough then the primary drainage channel especially Pulo Pancikan can not function anymore. Consequently every rainy season Gresik always flooded. To cope with the channel cross-section floodwaters at Pulo pancikan drainage system must be normalized. To normalize the drainage network has calculated the maximum channel capacity (Full bank capacity), and the flood discharge plan. Tertiary drainage channels planned to discharge flood return period of 2 years, the secondary channel with a return period of 5 years and the primary

drainage channel is planned to discharge flood return period of 10 years. Comparison between the magnitude of the maximum capacity of the channel with the flood discharge plans, showed that of a total of 28 sections of channels, as many as 12 sections of an overflow flood channels. This indicates that most of the existing channel cross section is too small and should be normalized based on flood discharge plan. To plan the dimensions of the channel using the Manning formula. Coordination among relevant agencies and the role of the public also need to prevent flooding problems. In addition, flood prevention must be done in a comprehensive manner by considering several feasibility studies as aspektechnis, social, economic, legal, and institutional environment. Therefore, cooperation and coordination between relevant agencies and the community is necessary in the prevention of flooding by normalization afvoor, bin systems, drainage systems and pumps.

Keywords: Flood, Flood, Gresik regency.

PENGENDALIAN BANJIR DI KECAMATAN GRESIK

NamaMahasiswa	:	OkySetiawan
NRP	:	3109.030.131
NamaMahasiswa	:	AchmadZainuddin R.M
NRP	:	3109.030.132
DosenPembimbing	:	S. Kamilia Aziz ST.,MT
NIP	:	19771231 200604 2 001

Abstrak

Permasalahan banjir merupakan salah satu permasalahan umum yang sering terjadi di sebagian wilayah Indonesia, misalnya di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik. Perkembangan di Kota Gresik terjadi karena adanya pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, yang membutuhkan berbagai infrastruktur baru seperti perumahan, jalan, perkantoran, pabrik dan lain-lain. Lahan yang semula rendah dan kosong ditimbun untuk dibangun berbagai infrastruktur tersebut dan kawasan kecamatan Gresik yang semula tidak padat tumbuh menjadi semakin padat. Perkembangan Kawasan kota Gresik ternyata diikuti oleh munculnya genangan banjir dibeberapa tempat, hal ini terjadi karena perkembangan kawasan kota tidak diikuti oleh pembangunan sistem drainasenya yang memadai. Saluran drainase kota Gresik yang sebagian besar terletak di daerah dataran rendah sehingga pada saat elevasi air Sungai yang berada disekitar wilayah Gresik seperti Kali Lamong cukup tinggi maka saluran drainase khususnya saluran Primer Pulo Pancikan tidak dapat berfungsi lagi. Akibatnya setiap musim hujan Kabupaten Gresik selalu tergenang banjir. Untuk mengatasi genangan banjir penampang saluran pada sistem drainase Pulo pancikan harus dinormalisasi.

Untuk menormalisasi jaringan saluran drainase telah dihitung Kapasitas maksimum saluran (Full bank capacity), dan debit banjir rencana. Saluran drainase tersier direncanakan dengan debit banjir periode ulang 2 tahun, saluran sekunder dengan periode ulang 5 tahun dan saluran drainase primer direncanakan dengan debit banjir periode ulang 10 tahun.

Perbandingan antara besarnya kapasitas maksimum saluran dengan debit banjir rencana, menunjukkan bahwa dari total 28 ruas saluran, sebanyak 12 ruas saluran terjadi luapan banjir. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar penampang saluran eksisting terlalu kecil sehingga harus dinormalisasi berdasarkan debit banjir rencana. Untuk merencanakan dimensi saluran menggunakan rumus Manning.

Koordinasi antar instansi terkait dan peran masyarakat juga perlukan dalam mencegah masalah banjir. Selain itu, penanggulangan banjir harus dilakukan secara komprehensif dengan mempertimbangkan beberapa studi kelayakan seperti aspek teknis, sosial, ekonomi, hukum, kelembagaan dan lingkungan. Oleh karena itu, kerjasama dan koordinasi antar instansi terkait dan masyarakat sangat diperlukan dalam penanggulangan banjir dengan cara normalisasi afvoor, sistem tampungan, dan sistem drainase pompa.

Kata Kunci :Banjir, Penanggulangan Banjir, Kabupaten Gresik.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, penyusun dapat menyelesaikan proposal proyek akhir yang berjudul **Penanggulangan Banjir di Kecamatan**

Proposal proyek akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Proposal proyek akhir ini bias terwujud berkat bimbingan, saran-saran, serta bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. M Sigit Darmawan, MSc, PhD
Selaku kepala Program Studi Diploma III Teknik Sipil FTSP - ITS.
2. Ibu Kamilia Azis, ST.,MT.
Selaku dosen pembimbing proyek akhir.
3. Kedua orang tua yang selalu mendukung dan memberikan doa.
4. Kepada anita yang sudah bersedia mensuport kami yang tadinya malas menjadi giat mengerjakan TA.
5. Kepada wahyu yang bersedia membantu dan menemani kami mengerjakan TA hingga pagi.
6. Dan semua pihak yang tidak bias disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan laporan proyek akhir ini.

Akhir kata, tiada gading yang tak retak, demikian pula dengan proposal proyek akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun tetap dinantikan demi kesempurnaan proyek akhir ini. Terima Kasih.

Surabaya, Juni 2014

DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Lokasi Studi	5
Bab II Tinjauan Pustaka	5
2.1 Analisa Hidrologi	7
2.1.1 Analisa Periode ulang curah hujan	7
2.1.2 Parameter dasar statistik	7
2.1.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana	10
2.1.3.1 Metode Gumbel	10
2.1.3.2 Metode distribusi log person	10
type III	12
2.1.4 Uji kecocokan	12
2.1.5 Analisa Intensitas dan Waktu Hujan	
2.1.7 Perhitungan Hidograf	16
2.2 Analisa Hidrolika	18
2.2.1 Kapasitas Saluran	21
	22
Bab III Metodologi	
3.1 Uraian Umum	25
3.2 Langkah Penyusunan	25
	26

Bab IV Hasil Dan Pembahasan	29
4.1 AnalisaHidrologi	32
4.2 PerhitunganCurahHujanRencana	18
4.3 UjiKecocokanDistribusiCurahHujan	38
4.4 AnalisaHidroliko	53
Bab V Kesimpulandan Saran	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir ataupun genangan merupakan salah satu masalah yang sering dialami masyarakat yang sebagian besar berdomisili di kota-kota besar di seluruh Indonesia. Cara penanganan yang sering dilakukan selain normalisasi kali/sungai adalah dengan membenahi sistem drainase yang ada secara cepat dan tepat. Timbulnya masalah-masalah seperti tidak lancar mengalirnya air hujan atau air buangan rumah tangga pada akhirnya dapat mengakibatkan banjir pada daerah pemukiman, genangan di jalan atau tempat-tempat lain yang sering dirasakan pada saat musim penghujan tiba. Keadaan tersebut menjadi masalah yang perlu ditangani seperti banjir yang selalu terjadi di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur.

Saluran drainase di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik terletak di daerah dataran rendah sehingga pada saat hujan turun dengan volume yang cukup tinggi dapat mengakibatkan saluran drainase tersebut tidak dapat berfungsi dengan semestinya. Adapun genangan yang disebabkan oleh ketinggian banjir lokal maupun banjir kiriman yang pada saat musim hujan menunjukkan elevasi yang cukup tinggi. Akibatnya setiap musim penghujan di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik selalu tergenang banjir.

Hal yang perlu lebih ditingkatkan adalah pentingnya penataan dan peningkatan sistem jaringan drainase, khususnya di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik yang perlu segera direalisasikan agar permasalahan banjir dan genangan dengan segala akibatnya di dalam kawasan tersebut dapat dikurangi bahkan bila mungkin dihilangkan. Sebab permasalahan tersebut dirasakan juga oleh pemerintah daerah setempat yang dapat mengganggu lancarnya lalu lintas, aktivitas perekonomian dan pemerintah setempat serta dapat menurunkan kualitas kesehatan dan lingkungan pemukiman. Sehingga kawasan tersebut dirasa

oleh pemerintah daerah setempat dianggap perlu untuk ditanggulangi dan ditangani secara serius.

1.2. Perumusan Masalah

Ada beberapa pokok permasalahan dalam penanggulangan banjir, antara lain:

1. Apa yang menyebabkan banjir terjadi di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik?
2. Bagaimana kondisi saluran eksistingnya?
3. Solusi apa yang tepat agar saluran tersebut mampu mengalirkan debit hujan setelah saluran drainase tersebut direncanakan kembali?

1.3. Batasan Masalah

Di tinjau dari kondisi serta mengingat waktu yang terbatas maka perlu adanya batasan masalah, diantaranya :

1. Merencanakan kembali saluran drainase Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik.
2. Menghitung dimensi saluran.
3. Menghitung tinggi hujan rencana.
4. Menghitung debit rencana saluran.
5. Menghitung kapasitas saluran.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan dari penanggulangan banjir diantaranya adalah :

1. Mencari penyebab banjir di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik.
2. Menganalisa kondisi saluran eksistingnya.
3. Mencari alternatif penanggulangan banjir agar saluran tersebut mampu mengalirkan debit hujan secara teratur terutama pada saat musim penghujan tiba.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat dari penanggulangan banjir diantaranya adalah :

1. Dapat mengetahui penyebab banjir di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik.
2. Dapat menganalisa kondisi saluran eksisting di Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik.
3. Mengetahui solusi yang tepat untuk merencanakan saluran drainase Kecamatan Gresik Kabupaten Gresik agar dapat menampung air hujan dan air buangan lainnya agar tidak terjadi banjir yang berlebihan.

1.6. Lokasi Studi

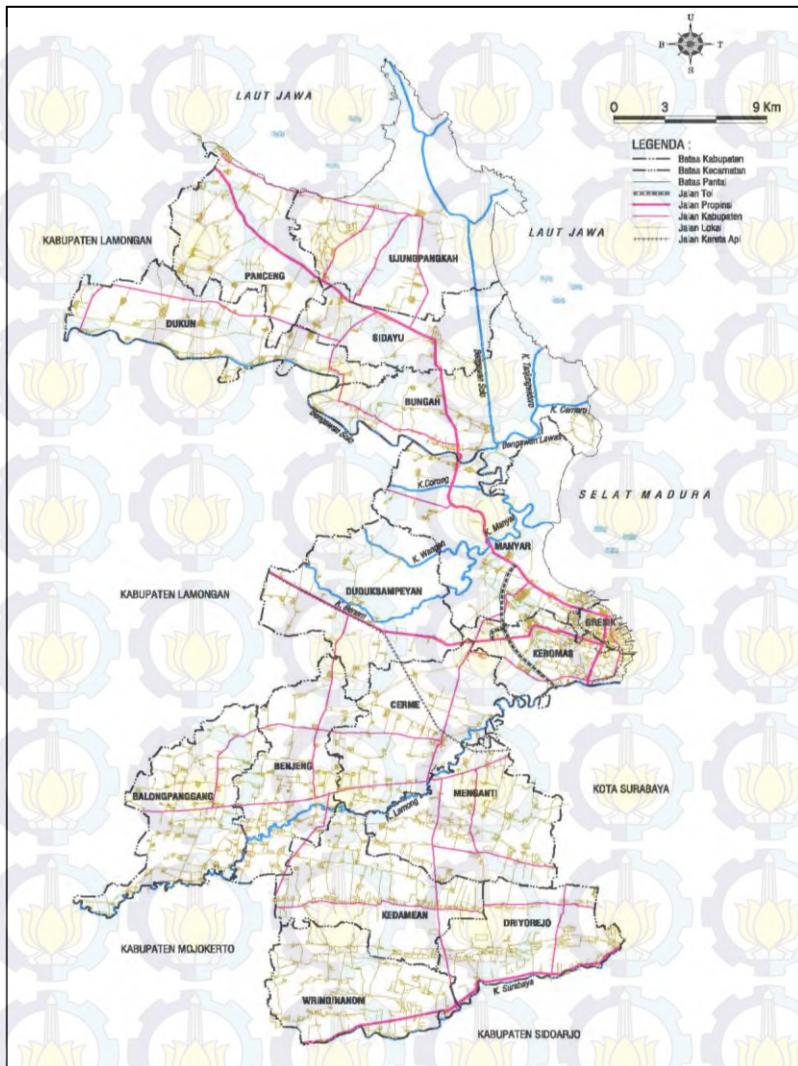
Kabupaten Gresik terletak di wilayah yang sangat strategis yaitu di sebelah barat Kota Surabaya yang merupakan Ibu Kota Propinsi Jawa Timur dan sekaligus sebagai pusat kegiatan ekonomi Indonesia Timur.

Secara geografis, Wilayah Kabupaten Gresik terletak antara $112^{\circ} - 113^{\circ}$ Bujur Timur dan $7^{\circ} - 8^{\circ}$ Lintang Selatan, yang dibatasi oleh :

- | | |
|-------------------|---|
| • Sebelah Utara | : Laut Jawa |
| • Sebelah Timur | : Selat Madura dan Surabaya |
| • Sebelah Selatan | : Kabupaten Sidoarjo,
Kabupaten Mojokerto
dan Kota Surabaya |
| • Sebelah Barat | : Kabupaten Lamongan |

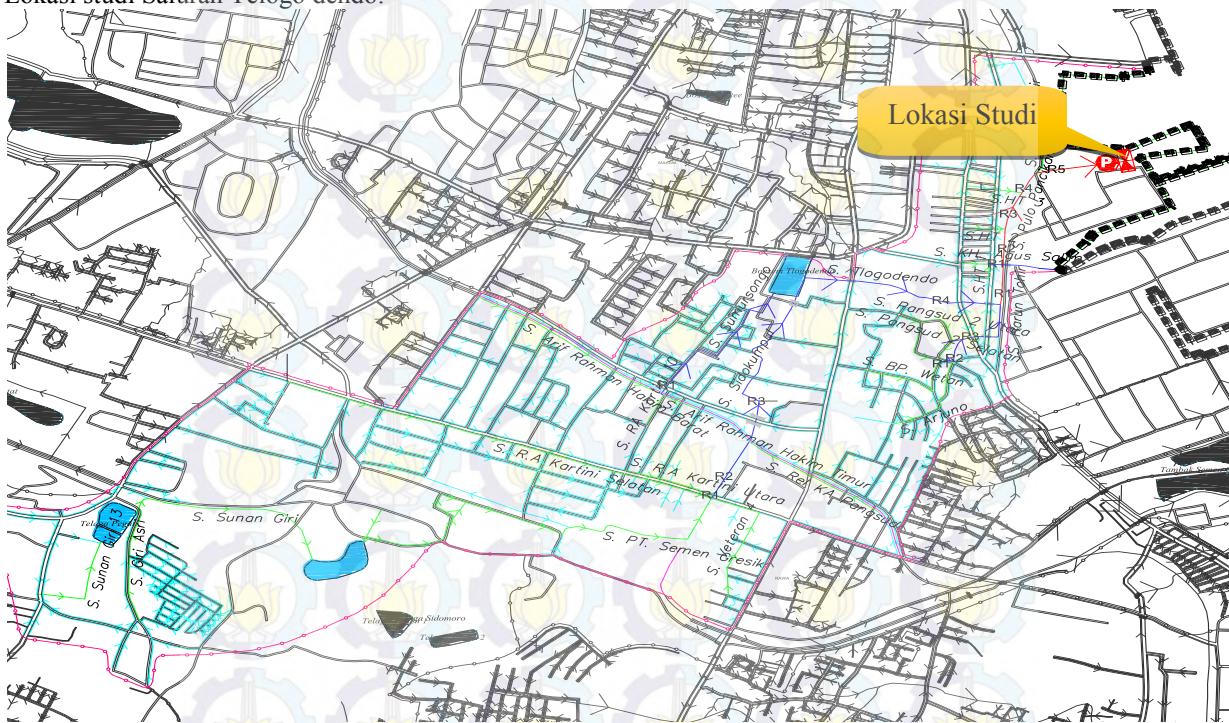
Peta lokasi kecamatan gresik dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Peta lokasi Kecamatan Gresik:

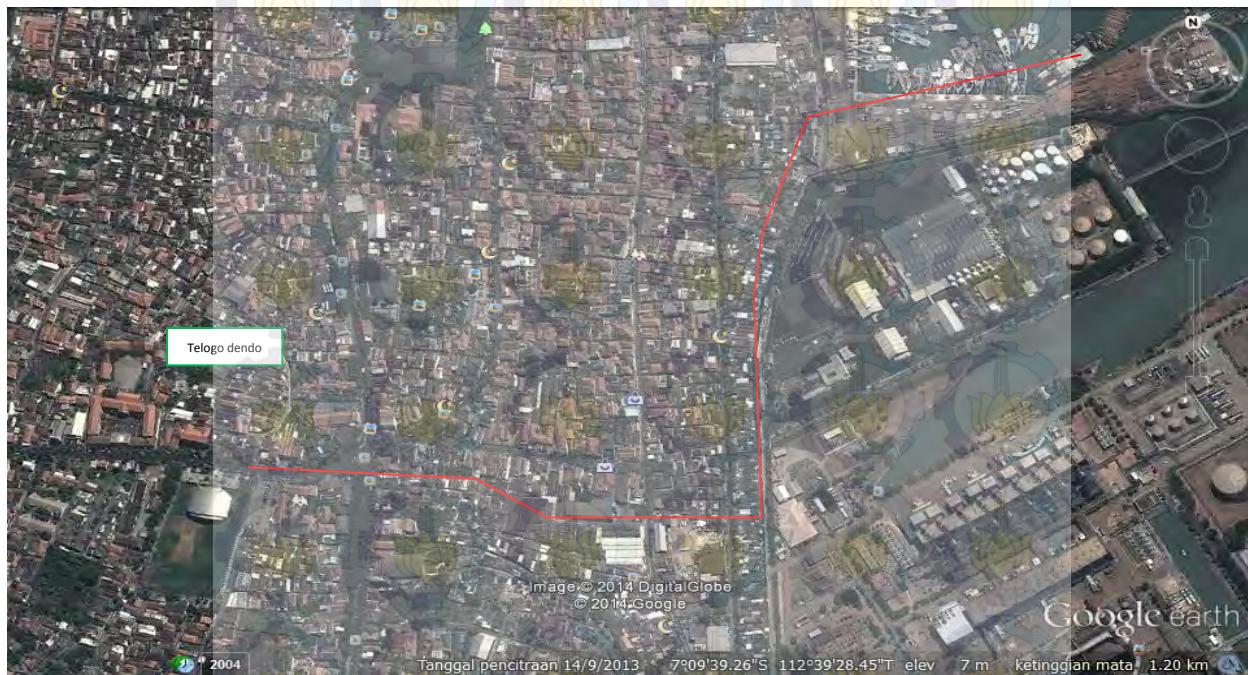


Gambar 1.1 Peta Kecamatan Gresik.

Lokasi studi Saluran Telogo dendo:



Lokasi studi Saluran telogo dendo:



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. ANALISA HIDROLOGI

Analisa yang digunakan salah satunya adalah analisa hidrologi yang bertujuan untuk menangani penanggulangan banjir dan perencanaan sistem drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran drainase. Besar debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah tersebut.

Untuk memperkirakan besarnya banjir rencana yang sesuai, pengetahuan analisa hidrologi sangat mempunyai peran penting. Dalam perhitungan dapat digunakan data debit pada suatu sungai, saluran ataupun curah hujan yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana dan akan direncanakan kembali.

2.1.1. Analisa Periode Ulang Curah Hujan

Umumnya untuk daerah pemukiman dipilih hujan rencana dengan periode ulang 5-15 tahun. Daerah pusat pemerintahan yang penting, daerah komersil, dan daerah padat dengan nilai ekonomi tinggi dengan periode ulang 10-15 tahun. Dan perencanaan gorong-gorong jalan raya dan lapangan terbang 3-15 tahun.

2.1.2. Parameter Dasar Statistik

2.1.2.1. Nilai Rata-Rata

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari penakaran pada penakar hujan dalam area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \dots \dots \dots \quad (2.2)$$

Keterangan :

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

(Triatmodjo,Bambang.2010:203)

2.1.2.2. Standard Deviasi

Berikut rumus standard deviasi yang sering digunakan :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]} \quad \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

Keterangan :

s = Standard deviasi

n = Jumlah data

X_i = Nilai varian ke-i

\bar{X} = Nilai rata-rata

(Triatmodjo,Bambang.2010:204)

2.1.2.3. Koefisien Variasi

Koefisien varian atau koefisien variasi merupakan nilai perbandingan antara standard deviasi dan nilai rata-rata, yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

Keterangan :

Cv = Koefisien variasi

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

(Triatmodjo,Bambang.2010:205)

2.1.2.4. Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan merupakan suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi, yang dapat dihitung dengan rumus :

$$Cs = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3} \quad \dots \dots \dots \quad (2.5)$$

Keterangan :

C_s = Koefisien kemencenggan

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

2.1.2.5. Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Rumusnya :

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \dots \dots \dots \quad (2.6)$$

Keterangan :

C_k = Koefisien kurtosis

s = Standard deviasi

\bar{X} = Nilai rata-rata

X_i = Nilai varian ke-i

n = Jumlah data

(Triatmodjo,Bambang.2010:206)

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi.

Tabel 2.1 Karakteristik Distribusi Frekuensi

No	Distribusi Frekuensi	Syarat Distribusi	
		C_s	C_k
1	Normal	0	3
2	Log Normal	0	>3
3	Gumbel	1,14	5,4
4	Pearson Type III	Fleksibel	Fleksibel
5	Log Pearson Type III	Selain dari nilai diatas	

(Sumber : Triatmodjo,Bambang.2010:250)

2.1.3. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Dalam perhitungan curah hujan rencana dapat digunakan analisa frekuensi. Untuk menghitung analisa frekuensi digunakan metode :

2.1.3.1. Metode Gumbel

$$X = \bar{X} + sK \dots \quad (2.7)$$

Keterangan :

\bar{X} = harga rata-rata sampel

s = Standar deviasi

Faktor probabilitas K untuk harga -harga ekstrem Gumbel dapat digunakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{s_n} \dots \quad (2.8)$$

Keterangan :

Y_n = *reduced mean*

s_n = *reduced standard deviation*

Y_{Tr} = *reduced variate*

$$Y_{Tr} = -\ln\{-\ln \frac{T_r}{T_{r-1}}\} \dots \quad (2.9)$$

(Suripin.2003:51)

Tabel 2.2 Reduced Mean, Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber : Suripin.2003:51)

Tabel 2.3 Reduced Standard Deviation, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0881	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber : Suripin.2003:52)

2.1.3.2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Salah satu distribusi yang dikembangkan Pearson yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log Pearson Type III. Tiga parameter penting dalam Log Pearson Type III diantaranya :

- Harga rata-rata
- Simpangan baku
- Koefisien kemencengang (*skewness*)

Adapun langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X_i$
- Hitung harga rata-rata :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad \dots \dots \dots \quad (2.10)$$

- Hitung harga simpangan baku :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad \dots \dots \dots \quad (2.11)$$

- Hitung koefisien kemencengang :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n \log X_i - n \bar{X}}{(n-1)(n-2)s^3} \quad \dots \dots \dots \quad (2.12)$$

• Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s \quad \dots \dots \dots \quad (2.13)$$

keterangan :

$\log \bar{X}$ = Harga rata-rata dari logaritma data hujan

$\log X_T$ = Logaritma hujan rencana untuk T tahun

S = Deviasi standar

G = Koefisien kemencengang

K = Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengang G (lihat tabel 2.4)

(Suripin.2003:42)

Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef G	Percent chance of being exceeded							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber : Suripin.2003:43)

2.1.4. Uji Kecocokan

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Dalam menentukan kesesuaian distribusi frekuensi pada perhitungan statistik hidrologi sering diterapkan dua cara pengujian yaitu :

- 1) Chi-Kuadrat
- 2) Smirnov-Kolmogorov

2.1.4.1. Uji Chi-Kuadrat

Uji distribusi data curah hujan yang dianggap paling mudah perhitungannya untuk menguji peluang curah hujan adalah metode chi kuadrat tes (*Chi Square Test*). Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang dapat mewakili dari distribusi sampel data analisis. (*Hidrologi Sri Harto BR ; Hidrologi Jilid 1 Soewarno*)

Uji Chi-Kuadrat menggunakan nilai χ^2 yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\chi^2 = \sum_{t=1}^N \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots \dots \dots \quad (2.14)$$

dengan:

χ^2 = nilai Chi-Kuadrat terhitung

E_f = frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = jumlah sub kelompok dalam satu grup

Nilai χ^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai χ^2_{cr} (Chi-Kuadrat kritis), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan:

$$DK = K - (\alpha - 1)$$

dengan:

DK = derajad kebebasan

K = banyaknya kelas

α = banyaknya keterikatan (banyaknya parameter), untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2.

Nilai χ^2_{cr} diperoleh dari Tabel 2.4. Disarankan agar banyaknya kelas tidak kurang dari 5 dan frekuensi absolut tiap kelas tidak kurang dari 5 pula.

2.1.4.2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov pengujinya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

2) Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1' = P'(X_1)$$

$$X_2' = P'(X_2)$$

$$X_3' = P'(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } (P(X_n) - P'(X_n))$$

Berdasarkan tabel nilai kritis (*smirnov-kolmogorov test*) tentukan harga Do dari tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajad kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	<u>1,07</u>	<u>1,22</u>	<u>1,36</u>	<u>1,63</u>
	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$	$N^{0,5}$

2.1.5. Analisa Intensitas dan Waktu Hujan

Intensitas curah hujan adalah ketinggian atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Mononobe menuliskan perumusan intensitas untuk hujan harian sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana:

I_t = intensitas curah hujan untuk lama hujan t (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

(Suripin, 2003:68)

Lamanya hujan pada perumusan tersebut, dinyatakan sama dengan waktu kosentrasi (t_c) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari suatu titik terjauh pada DAS hingga mencapai titik yang ditinjau pada sungai. Berikut rumus untuk menghitung kemiringan daerah aliran dan kemiringan saluran :

$$t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots (2.16)$$

$$t_o = 0.0195 \left(\frac{L_o}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \dots\dots\dots (2.17)$$

keterangan :

t_c = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dipermukaan (jam)

t_o = Waktu konsentrasi (jam)

t_f = Waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir (jam)

L_o = Panjang jarak dari tempat terjauh di daerah aliran sampai mencapai inlet atau tempat pengamatan banjir atau jarak titik terjauh pada lahan terhadap saluran (m)

S = Kemiringan rata-rata dari daerah aliran atau kemiringan lahan atau perbandingan dari selisih tinggi antar tempat terjauh dan tempat pengamatan terhadap panjang jaraknya ($\frac{\Delta h}{L}$)

Waktu pengaliran saluran (t_f)

$$t_f = \frac{L}{V} \quad \dots \dots \dots \quad (2.18)$$

keterangan :

L = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan rata-rata saluran (m/det)
(Nugroho.2011:156)

2.1.6. Analisa Debit Banjir Rencana

Dimensi saluran didesain berdasarkan besarnya debit air hujan yang akan dialirkan. Rumus Rasional :

$$Q = 0,278 C.I.A \quad \dots \dots \dots \quad (2.19)$$

Keterangan :

Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/dt)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah tangkapan (km^2)

C = Koefisien aliran yang tergantung pada jenis permukaan lahan, yang nilainya diberikan dalam tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Koefisien Aliran (C)

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 – 0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 – 0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 – 0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75 – 0,95
Daerah pinggiran	0,50 – 0,70

Tabel 2.6 Koefisien Aliran (C) (Lanjutan)

Tipe Daerah Aliran	C
Perumahan	
Daerah single family	0,30 – 0,50
Multi unit terpisah	0,40 – 0,60
Multi unit tertutup	0,60 – 0,75
Suburban	0,25 – 0,40
Daerah apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50 – 0,80
Daerah berat	0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Halaman kereta api	0,20 – 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan : Beraspal	0,70 – 0,95
Beton	0,80 – 0,95
Batu	0,70 – 0,85
Atap	0,75 – 0,95

(Sumber : Triatmodjo,Bambang.2010:144)

2.1.7. Perhitungan Hidrograf Satuan Sintesis dengan menggunakan Metode Nakayasu

Hidrograf adalah kurva yang memberi hubungan antara parameter aliran dan waktu. Parameter tersebut bisa berupa kedalaman aliran (elevasi) atau debit aliran; sehingga terdapat dua macam hidrograf yaitu hidrograf muka air dan hidrograf debit. Hidrograf muka air dapat ditransformasikan menjadi hidrograf debit dengan menggunakan *rating curve*. Untuk selanjutnya yang dimaksud dengan hidrograf adalah hidrograf debit, kecuali apabila dinyatakan lain.

Pada tahun 1932, L.K. Sherman mengenalkan konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1 mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu.

Metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperkirakan banjir rancangan. Metode ini relatif sederhana, mudah penyerapannya, tidak memerlukan data yang kompleks dan memberikan hasil rancangan yang cukup teliti. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik kontrol. Beberapa anggapan dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut ini.

1. Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras yang dipilih adalah hujan dengan durasi singkat.
2. Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena itu sulit untuk mendapatkan hujan yang merata di seluruh DAS. Penggunaan pada DAS yang sangat luas dapat dilakukan dengan cara membagi DAS menjadi sejumlah sub DAS, dan pada setiap sub DAS dilakukan analisis hidrograf satuan.

Dari data hujan dan hidrograf limpasan langsung yang tercatat setiap interval waktu tertentu (misalnya tiap jam), selanjutnya dilakukan pemilihan data untuk analisis tahap selanjutnya. Untuk penurunan hidrograf satuan, dipilih kasus banjir dan hujan penyebab banjir dengan kriteria berikut ini.

1. Hidrograf banjir berpuncak tunggal, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan analisis.
2. Hujan penyebab banjir terjadi merata diseluruh DAS, hal ini dipilih untuk memenuhi kriteria teori hidrograf satuan.
3. Dipilih kasus banjir dengan debit yang memiliki puncak yang relatif cukup besar.

Berdasarkan kriteria tersebut, maka akan terdapat beberapa kasus banjir. Untuk masing-masing kasus banjir diturunkan hidrograf satuanannya. Hidrograf satuan yang dianggap dapat mewakili DAS yang ditinjau adalah hidrograf satuan rerata yang diperoleh dari beberapa kasus banjir tersebut.

Di daerah dimana data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuatlah hidrograf satuan sintesis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Metode Nakayasu adalah salah satu dari beberapa metode yang biasa digunakan dalam perhitungan hidrograf satuan sintesis ini.

Hidrograf satuan sintesis Nakayasu dikembangkan berdasar pada beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Bentuk HSS Nakayasu diberikan oleh Gambar 2.1 dan persamaan berikut ini.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A R_e}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \quad \text{untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \quad \text{untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

Dimana:

Q_p = debit puncak banjir

A = luas DAS (km^2)

R_e = curah hujan efektif (1 mm)

T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (*jam*)

$T_{0,3}$ = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (*jam*)

t_g = waktu konsentrasi (*jam*)

T_r = satuan waktu dari curah hujan (*jam*)

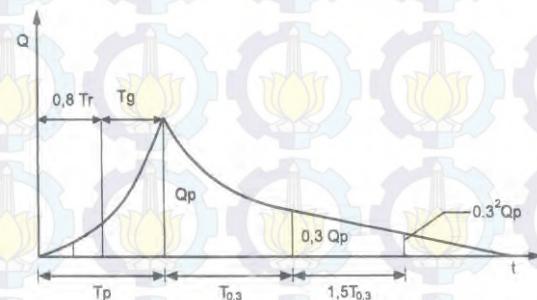
α = koefisien karakteristik DAS biasanya diambil dua

L = panjang sungai utama (*km*)

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

1. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$



Gambar 1.1. Hidrograf satuan Sintesis Nakayasu

2. Pada kurva turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

3. Pada kurva turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

4. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

2.2. Analisa Hidrologi

Analisa hidrolik diperlukan untuk mengetahui perencanaan teknis sistem drainase dengan persyaratan teknis. Analisa ini diantaranya meliputi perhitungan kapasitas saluran.

2.2.1. Kapasitas Saluran

Perencanaan saluran drainase untuk penanggulangan banjir harus berdasarkan pertimbangan kapasitas tampung saluran yang ada baik tinjauan hidrolis maupun elevasi kondisi lapangan.

Tinjauan hidrolis dimaksudkan untuk melakukan evaluasi kapasitas tampungan saluran dengan debit banjir ulang 10 tahun, sedangkan evaluasi kondisi di lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui apakah saluran yang ada mampu atau tidak mampu mengalirkan air secara langsung pada saat hujan. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning :

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \dots \dots \quad (2.20)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \cdot A \quad \dots \dots \quad (2.21)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots \dots \quad (2.22)$$

keterangan :

V = Kecepatan rata-rata (m/det)

n = Koefisien Manning

R = Jari-jari Hidrolik (m)

S = Kemiringan dari permukaan air atau gradient energy atau dari dasar saluran

Q = Debit aliran dalam saluran (m^3/det)

A = Luas penampang basah (m^2)

P = Keliling basah (m)

(Sugiyanto, 2002:106)

Tabel 2.7 Harga Koefisien Kekasarahan Manning (n)

No	Tipe saluran dan jenis bahan	Harga		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran/gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
2	Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
3	Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,030
	• Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,08
	Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	Saluran di belakar	0,035	0,050	0,07

2.3. Perhitungan Saluran Berpenampang Persegi

Untuk saluran yang berpenampang persegi seperti *box culvert* dimensinya dapat direncanakan dengan rumusan-rumusan sebagai berikut:

$$A = Bh \quad \dots \dots \dots \quad (2.23)$$

$$P = B+2h \quad \dots \dots \dots \quad (2.24)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots \dots \dots \quad (2.25)$$

$$T = B \quad \dots \dots \dots \quad (2.26)$$

$$D = h \quad \dots \dots \dots \quad (2.27)$$

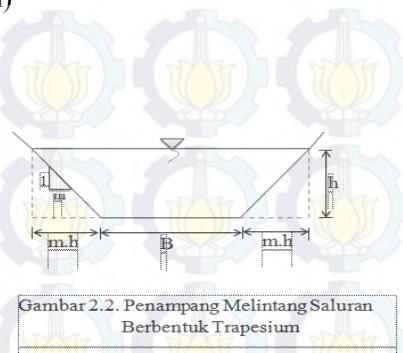
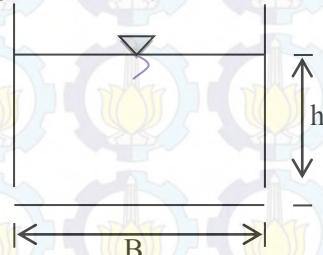
Keterangan :

A = Luas penampang saluran (m^2)

B = Lebar saluran (m)

h = Tinggi saluran (m)

- R = Jari-jari hidrolis (m)
 P = Keliling basah saluran (m)
 T = Lebar puncak (m)
 D = Kedalaman hidrolis (m)
 (Suripin.2003:147)



Gambar 2.2. Penampang Melintang Saluran Berbentuk Trapesium

Gambar 2.1. Penampang Persegi Empat

2.4. Perhitungan Saluran Berpenampang Trapesium

Untuk saluran yang berpenampang trapesium, dimensinya dapat direncanakan dengan rumusan-rumusan sebagai berikut:

$$A = (B+mh)h \quad \dots \dots \dots \quad (2.28)$$

$$P = B+2h\sqrt{m^2+1} \quad \dots \dots \dots \quad (2.29)$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \dots \dots \dots \quad (2.30)$$

$$T = B+2mh \quad \dots \dots \dots \quad (2.31)$$

$$D = \frac{(B+mh)h}{B+2mh} \quad \dots \dots \dots \quad (2.32)$$

Keterangan :

- A = Luas penampang saluran (m^2)
 B = Lebar saluran (m)
 h = Tinggi saluran (m)
 R = Jari-jari hidrolis (m)
 P = Keliling basah saluran (m)
 T = Lebar puncak (m)
 D = Kedalaman hidrolis (m)

(Suripin.2003:148)

BAB III

METODOLOGI

1.1. Uraian Umum

Metodologi suatu perencanaan merupakan cara dan urutan kerja suatu perhitungan untuk mengatasi banjir.

Penyusunan metodologi ini bertujuan untuk :

1. Memberikan solusi dalam pelaksanaan perencanaan penanggulangan banjir.
2. Mendapat gambaran awal mengenai tahapan analisa secara sistematis.
3. Memudahkan dalam mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan pelaksanaan perencanaan drainase.
4. Memperkecil dan menghindari terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan analisa dan perencanaan saluran drainase.

1.2. Langkah Penyusunan

1.2.1. Persiapan

Persiapan yang tercakup dalam serangkaian kegiatan yang meliputi :

1. Mencari informasi dan data ke instansi/perusahaan yang terkait, antara lain Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Kota Gresik, serta meminta ijin kepada instansi pemilik proyek untuk meminjam data guna dijadikan sebagai bahan tugas akhir.
2. Membuat dan mengajukan berkas-berkas yang diperlukan untuk memperoleh data dari pihak kampus ke instansi yang terkait.
3. Mengumpulkan data dan segala bentuk kegiatan atau hasil survei yang sekiranya dapat mendukung dalam penyusunan laporan tugas akhir.
4. Mempelajari semua data dan yang berkaitan dengan hal-hal yang menunjang tugas akhir.

1.2.2. Pengumpulan Data

Data-data yang menunjang dan digunakan dalam Penanggulangan Banjir di Kota Gresik antara lain :

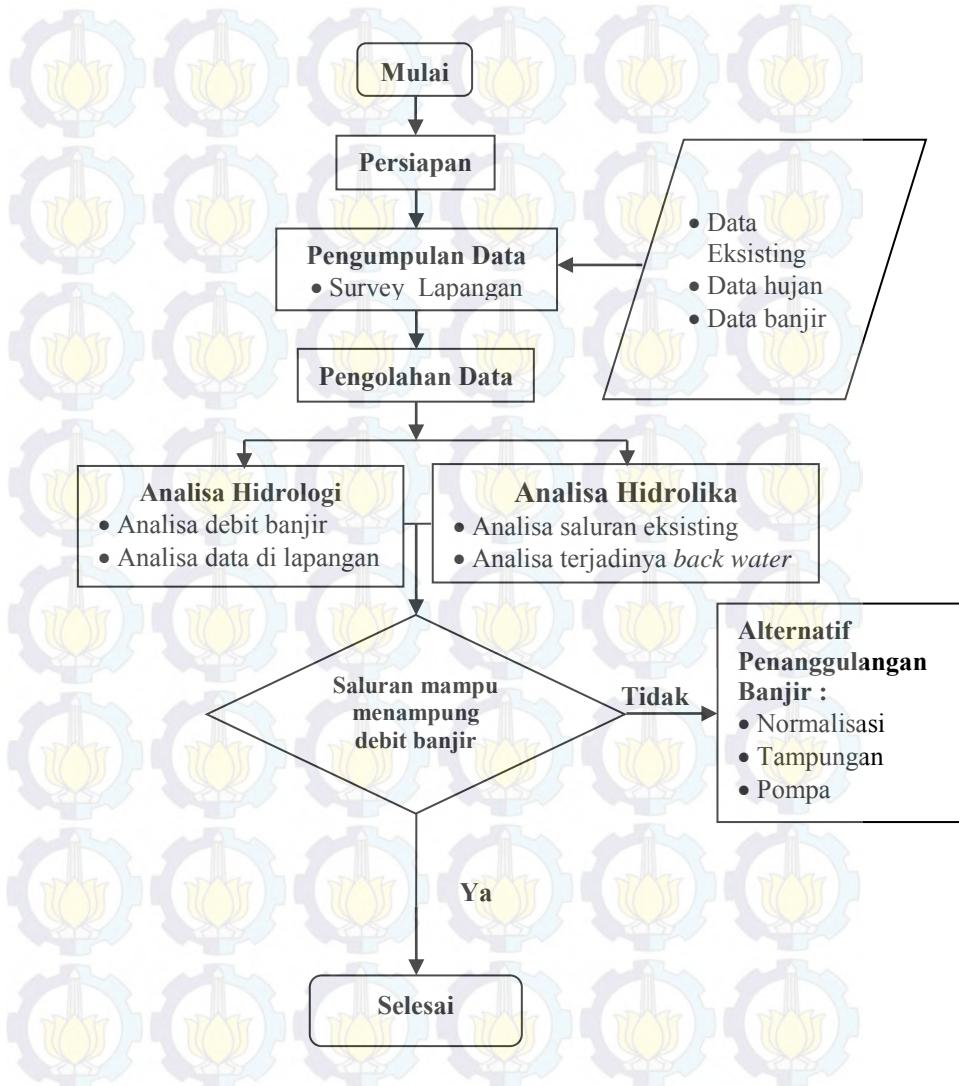
1. Data Eksisting saluran.
2. Data curah hujan.
3. Data debit banjir.
4. Peta topografi, antara lain :
 - Kedalaman saluran yang dianalisa.
 - Kontur tanah.
 - Mengetahui luas daerah DAS.

1.2.3. Pengolahan Data

Analisa perencanaan saluran yang diperlukan untuk menampung besar debit rencana adalah sebagai berikut :

- Analisa Hidrologi :
 1. Analisa curah hujan rata-rata
 2. Analisa debit banjir
 3. Analisa data di lapangan
- Analisa Hidrolika :
 1. Analisa saluran eksisting
 2. Perencanaan dimensi saluran drainase
 3. Mengetahui titik banjir dari masing-masing saluran

Flow chart langkah-langkah penyusunan Proyek Akhir



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV **HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi mempunyai peranan penting terutama dalam hal penanggulangan banjir. Hasil dari analisis ini digunakan untuk mengetahui besarnya debit banjir yang terjadi.

4.1.1. Data Curah Hujan

Perhitungan analisa hidrologi membutuhkan data curah hujan harian maksimum yang dapat di ambil dari stasiun pengamat curah hujan .Data curah hujan didapat dari satu stasiun pencatat hujan yang berpengaruh , yaitu stasiun Hujan Cerme. Data curah hujan harian maksimum tahunan yang ada mulai dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2013. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat di lihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Data Hujan Kecamatan Gresik

No	Tahun	Curah Hujan Harian	
		Maksimum (mm)	
1	1994		97
2	1995		113
3	1996		60
4	1997		75
5	1998		105
6	1999		67
7	2000		85
8	2001		86
9	2002		97
10	2003		89
11	2004		96
12	2005		75
13	2006		54
14	2007		65
15	2008		43

Tabel 4.1 Data Hujan Kecamatan Gresik (lanjutan)

No	Tahun	Curah Hujan Harian	
		Maksimum (mm)	
16	2009		120
17	2010		70
18	2011		74
19	2012		88
20	2013		111

(Sumber : Dinas PU.Pengairan Kabupaten Gresik)

4.1.2. Perhitungan Parameter Dasar Statistika

Perhitungan parameter statistik perlu dilakukan sebelum perhitungan distribusi probabilitas, mengingat masing-masing distribusi yaitu Distribusi Norml, Distribusi Gembel, Distribusi Person Type III, dan Distribusi Log Person Type III memiliki sifat yang berbeda-beda sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaian dengan sifat statistiknya. Dengan demikian kesalahan dalam pemilihan metode distribusi dapat dihindari dan kesalahan perkiraan tentu tidak akan terjadi.

Sifat-sifat parameter statistic dari masing-masing distribusi teoritis tersebut adalah sebagai berikut :

- Distribusi normal mempunyai harga $C_s = 0$ dan $C_k = 3$;
- Distribusi Log Person Type III mempunyai harga $C_s = Cv^3 + 3$, Cv dan $C_k = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$;
- Distribusi Gumbel mempunyai harga $C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$;
- Distribusi Person Type III Mempunyai harga C_s dan C_k = yang fleksibel
- Distribusi Log Peson Type III mempunyai harga C_s selain dari parameter statistic untuk distribusi yang lain yaitu Normal, Person Type III, dan Gembel.

Setiap jenis distribusi mempunyai parameter statistik yang terdiri dari nilai-nilai :

$\bar{X} (\mu)$: nilai rata-rata hitung (*mean*)

$Sd(\sigma X)$: standar deviasi (*deviation standart*)

- Cv : koefisien variasi (*variation coefficient*)
 Cs : koefesien kemencengan (*skewness coefficient*)
 Ck : koefisien ketajaman (*kurtosis coefficient*)

Data yang digunakan untuk perhitungan parameter statistic adalah data pada tabel 5.1. Data curah hujan harian maksimum tahunan tersebut diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil, kemudian hitung rata-ratanya (\bar{X}) dengan persamaan 2.8 sehingga di dapat $\bar{X} = 83.5$ mm. Perhitungan karakteristik statistik dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Statistik

No	Tahun	X_i	X_i urut	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm) ²	(mm) ³	(mm) ⁴
1	1994	97	120	83.500	36.500	1332.250	48627.125	1774890.063
2	1995	113	113	83.500	29.500	870.250	25672.375	757335.063
3	1996	60	111	83.500	27.500	756.250	20796.875	571914.063
4	1997	75	105	83.500	21.500	462.250	9938.375	213675.063
5	1998	105	97	83.500	13.500	182.250	2460.375	33215.063
6	1999	67	97	83.500	13.500	182.250	2460.375	33215.063
7	2000	85	96	83.500	12.500	156.250	1953.125	24414.063
8	2001	86	89	83.500	5.500	30.250	166.375	915.063
9	2002	97	88	83.500	4.500	20.250	91.125	410.063
10	2003	89	86	83.500	2.500	6.250	15.625	39.063
11	2004	96	85	83.500	1.500	2.250	3.375	5.063
12	2005	75	75	83.500	-8.500	72.250	-614.125	5220.063
13	2006	54	75	83.500	-8.500	72.250	-614.125	5220.063
14	2007	65	74	83.500	-9.500	90.250	-857.375	8145.063
15	2008	43	70	83.500	-13.500	182.250	-2460.375	33215.063
16	2009	120	67	83.500	-16.500	272.250	-4492.125	74120.063
17	2010	70	65	83.500	-18.500	342.250	-6331.625	117135.063
18	2011	74	60	83.500	-23.500	552.250	-12977.875	304980.063
19	2012	88	54	83.500	-29.500	870.250	-25672.375	757335.063
20	2013	111	43	83.500	-40.500	1640.250	-66430.125	2690420.063
Jumlah	=	1670				8095.000	-8265.000	7405818.250
Rata2	=	83.500						

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- Standar Deviasi

Untuk perhitungan standar deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.4) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1} \right]}$$

$$s = \sqrt{\frac{8095.000}{20-1}} = \sqrt{\frac{8095.000}{19}} = 20,641$$

- Koefisien Ketajaman/ Koefisien Kurtosis

Untuk perhitungan Koefisien Ketajaman/ Koefisien Kurtosis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.7) :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2 (7405818,250)}{(20-1)(20-2)(20-3).(20,461)^4} = 3,814$$

- Koefisien Variasi

Untuk perhitungan Koefisien Variasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.5) :

$$Cv = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{20,461}{83,500} = 0,247$$

- Koefisien Kemencenggan

Untuk perhitungan Koefisien Kemencenggan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6) :

$$Cs = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{s^3} = \frac{\frac{20}{(20-1)(20-2)} (-8265)}{(20,461)^3} = -0,055$$

4.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

4.2.1. Metode Distribusi Gumbel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrem Gumbel dapat dicari dengan perhitungan berikut :

Dari jumlah data (n) = 20, maka dapat diperoleh :

$$Y_n = 0,5236$$

$$S_n = 1,0628$$

Tabel 4.5 Mencari Nilai *Reduced Mean*, Yn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,495	0,499	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,525	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353

(Suripin.2003:52)

Tabel 4.6 Mencari Nilai *Reduced Standard Deviation*, Sn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0881	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080

Selanjutnya nilai K (frekuensi faktor) untuk distribusi Gumbel, dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.7 Nilai Y_{TR} dan Faktor K

Periode Ulang	Y _{TR}	K
2	0.366513	-0.1478
5	1.49994	0.9186
10	2.250367	1.6247
25	3.198534	2.5169

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Harian	X _i	\bar{X}	(X _i - \bar{X})	(X _i - \bar{X}) ²	X _i ²
	Pengamatan	maksimum	urut				
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm) ²	(mm) ²
1	1994	97	120	83.500	36.500	1332.250	14400
2	1995	113	113	83.500	29.500	870.250	12769
3	1996	60	111	83.500	27.500	756.250	12321
4	1997	75	105	83.500	21.500	462.250	11025
5	1998	105	97	83.500	13.500	182.250	9409
6	1999	67	97	83.500	13.500	182.250	9409
7	2000	85	96	83.500	12.500	156.250	9216

Tabel 4.8 Perhitungan Parameter Statistik Gumbel (Lanjutan)

No	Tahun	Curah Hujan Harian	X_i	\bar{X}	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	X_i^2
	Pengamatan	maksimum	urut				
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm) ²	(mm) ²
8	2001	86	89	83.500	5.500	30.250	7921
9	2002	97	88	83.500	4.500	20.250	7744
10	2003	89	86	83.500	2.500	6.250	7396
11	2004	96	85	83.500	1.500	2.250	7225
12	2005	75	75	83.500	-8.500	72.250	5625
13	2006	54	75	83.500	-8.500	72.250	5625
14	2007	65	74	83.500	-9.500	90.250	5476
15	2008	43	70	83.500	-13.500	182.250	4900
16	2009	120	67	83.500	-16.500	272.250	4489
17	2010	70	65	83.500	-18.500	342.250	4225
18	2011	74	60	83.500	-23.500	552.250	3600
19	2012	88	54	83.500	-29.500	870.250	2916
20	2013	111	43	83.500	-40.500	1640.250	1849
Jumlah	=	1670				8095.000	147540
Rata2	=	83.500					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.9 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Y_{tr}	K	Curah hujan Rencana (mm)
2	0.367	-0.148	80.449
5	1.500	0.919	102.562
10	2.250	1.625	117.036
25	3.199	2.517	135.451

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Contoh Perhitungan :

- Untuk perhitungan Y_{TR} (*reduced variate*) dengan periode ulang 2 tahun (Tabel 5.7) dapat dihitung dengan persamaan (2.10) :

$$Y_{TR} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r}{T_{r-1}} \right\} = -\ln \left\{ -\ln \frac{2}{2-1} \right\} = 0,3665$$

- Untuk perhitungan K (frekuensi faktor) dengan periode ulang 2 tahun (Tabel 5.7) dapat dihitung dengan persamaan (2.9) :

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0,367 - 0,5236}{1,0628} = -0,148$$

- Dari hasil perhitungan hujan rata-rata dan nilai faktor frekuensi, maka dapat dihitung curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun – 25 tahun (pada tabel 5.9). Berikut contoh perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun dengan menggunakan persamaan (2.8) :

$$X_2 = \bar{X} + \Sigma \frac{Y_{TR}-Y_n}{S_n} \cdot S$$

$$X_2 = 83,500 + \frac{0,367-0,5236}{1,0628} \cdot 20,641 = 80,499 \text{ mm}$$

4.2.2. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.10 Perhitungan Parameter Statistik cara Logaritma

No	X_i Urut	$\log X_i$	$\log \bar{X}$	$\log \frac{X_i}{\log \bar{X}}$	$(\log \frac{X_i}{\log \bar{X}})^2$	$(\log \frac{X_i}{\log \bar{X}})^3$	$(\log \frac{X_i}{\log \bar{X}})^4$
1	120	2.079181	1.907992	0.171190	0.029306	0.005017	0.000859
2	113	2.053078	1.907992	0.145087	0.021050	0.003054	0.000443
3	111	2.045323	1.907992	0.137331	0.018860	0.002590	0.000356
4	105	2.021189	1.907992	0.113198	0.012814	0.001450	0.000164
5	97	1.986772	1.907992	0.078780	0.006206	0.000489	0.000039
6	97	1.986772	1.907992	0.078780	0.006206	0.000489	0.000039
7	96	1.982271	1.907992	0.074280	0.005517	0.000410	0.000030
8	89	1.949390	1.907992	0.041398	0.001714	0.000071	0.000003
9	88	1.944483	1.907992	0.036491	0.001332	0.000049	0.000002
10	86	1.934498	1.907992	0.026507	0.000703	0.000019	0.000000
11	85	1.929419	1.907992	0.021427	0.000459	0.000010	0.000000
12	75	1.875061	1.907992	-0.032930	0.001084	-0.000036	0.000001
13	75	1.875061	1.907992	-0.032930	0.001084	-0.000036	0.000001
14	74	1.869232	1.907992	-0.038760	0.001502	-0.000058	0.000002
15	70	1.845098	1.907992	-0.062893	0.003956	-0.000249	0.000016
16	67	1.826075	1.907992	-0.081917	0.006710	-0.000550	0.000045
17	65	1.812913	1.907992	-0.095078	0.009040	-0.000859	0.000082
18	60	1.778151	1.907992	-0.129840	0.016858	-0.002189	0.000284
19	54	1.732394	1.907992	-0.175598	0.030835	-0.005414	0.000951
20	43	1.633468	1.907992	-0.274523	0.075363	-0.020689	0.005680
Jumlah	=	38.159831			0.250600	-0.016433	0.008996
Rata2	=	1.907992					

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perhitungan Parameter Log Pearson Type III :

- Untuk perhitungan nilai rata-rata (\bar{X}) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.11) :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{38,159}{20} = 1,908$$

- Untuk perhitungan standard deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.12) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} = \sqrt{\left[\frac{0,2506}{20-1} \right]} = 0,115$$

- Untuk perhitungan koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.13) :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n \log X_i - \log \bar{X}}{(n-1)(n-2)s^3} = \frac{20 (-0.01643263)}{(20-1)(20-2)0,0115^3} = -0,634$$

- Untuk perhitungan koefisien ketajaman/ koefisien kurtosis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.7) :

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 - \frac{20(0,00899628)}{(20-1)(20-2)(20-3)0,115^4} = 0,179$$

- Untuk perhitungan koefisien variasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.5) :

$$Cv = \frac{s}{\log \bar{X}} = \frac{0,115}{38,159} = 0,003009$$

Kemudian untuk perhitungan Distribusi Hujan Log Pearson Type III dapat ditabelkan pada tabel 4.11 berikut :

Periode Ulang T (Tahun)	$\log \bar{X}$	s	K	$\log X$	Hujan Rencana (mm)
2	1.908	0.115	0.105	1.920	83.179
5	1.908	0.115	0.857	2.006	101.483
10	1.908	0.115	1.194	2.045	110.952
25	1.908	0.115	1.514	2.082	120.752

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Contoh Perhitungan untuk Tabel 4.11 :

- Untuk perhitungan $\log \bar{X}$ dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.11) :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{38,159}{20} = 1,808$$

- Untuk perhitungan standard deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.12) :

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} = \sqrt{[20]} = 0,115$$

- Dengan koefisien kemencenggan $G = -0,411$ maka harga K diperoleh dengan interpolasi seperti pada perhitungan berikut:

$$G = -0,634 \quad \begin{cases} -0,6 \Rightarrow K = 0,099 \\ -0,8 \Rightarrow K = 0,132 \end{cases}$$

Tabel 4.12 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III

Koef	Interval Kejadian (Recurrence Interval), Tahun (Periode Ulang)									
	1,010	1.25	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Persentase Peluang Terlampaui (Percent chance of being exceeded)									
(CS/g)	99	80	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
0.0	-2.326	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.2	-2.472	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.4	-2.615	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.6	-2.755	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.8	-2.891	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035

(Sumber : Suripin.2003:43)

$$K_2 = 0,099 + \left(\frac{-0,634 - (-0,6)}{-0,8 - (-0,6)} \right) (0,132 - 0,099) = 0,105$$

- Perhitungan $\log X$ untuk periode ulang 2 tahun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.14) :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K_s$$

$$\log X_T = 1,908 + (0,105)(0,115) = 1,920$$

- Selanjutnya dapat dihitung hujan rencana dengan periode ulang ($T=2$ tahun), sebagai berikut :

$$\text{Log } X_2 = \log \bar{X} + K \times s$$

$$\text{Log } X_2 = 1,908 + 0,105 \times 0,115$$

$$X_2 = 83,179 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas, maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut :

Tabel 4.13 Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Persyaratan Parameter Statistik		Hasil Perhitungan	
	Cs	Ck	Cs	Ck
Gumbel	<1,14	5,4	-0,055	3,814
Log Pearson Type III	-3<Cs<3	-	-0,634	0,179

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan tersebut, maka dapat diketahui bahwa pada perhitungan hujan rencana distribusi Gumbel diperoleh hasil yang lebih besar daripada distribusi Log Pearson Type III, untuk itu, dalam perhitungan selanjutnya yang akan digunakan adalah metode distribusi Gumbel.

4.3. Uji Kecocokan Distribusi Curah Hujan

Untuk menentukan apakah fungsi distribusi probabilitas yang dipilih telah sesuai dan dapat mewakili distribusi frekuensi dari data sampel yang ada, maka diperlukan pengujian parameter, seperti :

- 1) Chi-Kuadrat (*Chi Square*)
- 2) Smirnov-Kolmogorov

Apabila pada pengujian fungsi distribusi probabilitas yang dipilih memenuhi ketentuan persyaratan kedua uji tersebut maka perumusan persamaan distribusi yang dipilih dapat diterima dan jika tidak akan ditolak.

4.3.1. Uji Chi-Kuadrat(*Chi Square*)

Perhitungan Uji Chi-Kuadrat:

$$\begin{array}{ll} \text{Banyaknya data (n)} & = 20 \\ \text{Taraf signifikan} & = 5\% \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sub kelompok} &= 1+3,22 \ln 20 \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Derajat Kebebasan (dk)} &= G-R-1 \\ &= 5-2-1 = 2 \end{aligned}$$

Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub bagian dengan interval peluang (P) = 0,2

- Distribusi Gumbel

Besarnya peluang untuk tiap sub bagian/sub group adalah :

$$\text{Sub group 1} \quad P \leq 0,2$$

$$\text{Sub group 2} \quad P \leq 0,4$$

$$\text{Sub group 3} \quad P \leq 0,6$$

$$\text{Sub group 4} \quad P \leq 0,8$$

$$\text{Sub group 5} \quad P > 0,8$$

Diketahui :

$$Cs = -0,055$$

$$\bar{X} = 83,500 \text{ mm}$$

$$S = 20,641$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$X = 20,641 k + 83,500$$

$$= 20,641 (-0,84) + 83,500$$

$$= 66,162 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,4 = 0,6$$

$$X = 20,641 k + 83,500$$

$$= 20,641 (-0,25) + 83,500$$

$$= 78,340 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,6 = 0,4$$

$$X = 20,641 k + 83,500$$

$$= 20,641 (0,25) + 83,500$$

$$= 88,660 \text{ mm}$$

$$\text{Untuk } P = 1 - 0,8 = 0,2$$

$$X = 20,641 k + 83,500$$

$$= 20,641 (0,84) + 83,500$$

$$= 100,838 \text{ mm}$$

Tabel 4.14 Uji Chi-Kuadrat Metode Gumbel

No.	I	Jumlah data		O _i -E _i	(O _i -E _i) ² /E _i
		O _i	E _i		
1	R≤66,162	4	4	0	0.000
2	66,162 < R ≤ 78,340	5	4	1	0.250
3	78,340 < R ≤ 88,660	3	4	-1	0.250
4	88,660 < R ≤ 100,838	4	4	0	0.000
5	R > 100,838	4	4	0	0.000
		20	20		0.500

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (dk)

2

Derajat signifikan alpha

5%

Tingkat kepercayaan

95%

Chi kritis

5,991 (lihat tabel nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat)

Dari perhitungan chi kuadrat untuk distribusi hujan dengan metode Gumbel diperoleh nilai 0,500 dan dengan derajat kebebasan (dk) 2 diperoleh nilai chi kritis sebesar 5,991, dengan kata lain $0,500 < 5,991$, sehingga **perhitungan dapat diterima**.

- Metode Distribusi Log Pearson Type III

Besarnya peluang untuk tiap sub bagian/sub group adalah :

Sub group 1 $P \leq 0,2$

Sub group 2 $P \leq 0,4$

Sub group 3 $P \leq 0,6$

Sub group 4 $P \leq 0,8$

Sub group 5 $P > 0,8$

Diketahui :

$$Cs = G = -0,634 \approx -0,6$$

$$\log \bar{X} = 1,908 \text{ mm}$$

$$S = 0,115$$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Untuk } P & = 1 - 0,2 = 0,8 \\
 X & = 0,115 k + 1,908 \\
 & = 0,115 (-0,84) + 1,908 \\
 & = 1,812 \text{ mm} \\
 \text{Untuk } P & = 1 - 0,4 = 0,6 \\
 X & = 0,115 k + 1,908 \\
 & = 0,115 (-0,25) + 1,908 \\
 & = 1,879 \text{ mm} \\
 \text{Untuk } P & = 1 - 0,6 = 0,4 \\
 X & = 0,115 k + 1,908 \\
 & = 0,115 (0,25) + 1,908 \\
 & = 1,937 \text{ mm} \\
 \text{Untuk } P & = 1 - 0,8 = 0,2 \\
 X & = 0,115 k + 1,908 \\
 & = 20,641 (0,84) + 1,908 \\
 & = 2,004 \text{ mm}
 \end{array}$$

Tabel 4.15 Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson Type III

No.	I	Jumlah data		O _i -E _i	(O _i -E _i) ² /E _i
		O _i	E _i		
1	R≤1,812	3	4	-1	0,250
2	1,812<R≤1,879	6	4	2	1,000
3	1,879<R≤1,937	2	4	-2	1,000
4	1,937<R≤2,004	5	4	1	0,250
5	R>2,004	4	4	0	0,000
		20	20		2,500

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (dk)

2

Derajat signifikan alpha

5%

Tingkat kepercayaan

95%

Chi kritis

5,991 (lihat tabel)

Dari perhitungan chi kuadrat untuk distribusi hujan dengan metode Log Pearson Type III diperoleh nilai 3,500 dan dengan derajat

kebebasan (dk) 2 diperoleh nilai chi kritis sebesar 5,991, dengan kata lain $3,500 < 5,991$, sehingga perhitungan tidak dapat diterima.

4.3.2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Distribusi Gumbel

Tabel 4.16 Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel

m	X urut	P(X)	P(X<)	X rata2	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	120	0.048	0.952	83.500	20.641	1.7683	0.0398	0.9602	0.0078
2	113	0.095	0.905	83.500	20.641	1.4292	0.0791	0.9209	0.0162
3	111	0.143	0.857	83.500	20.641	1.3323	0.0921	0.9079	0.0507
4	105	0.190	0.810	83.500	20.641	1.0416	0.1497	0.8503	0.0408
5	97	0.238	0.762	83.500	20.641	0.6540	0.2591	0.7409	-0.0210
6	97	0.286	0.714	83.500	20.641	0.6540	0.2591	0.7409	0.0266
7	96	0.333	0.667	83.500	20.641	0.6056	0.2760	0.7240	0.0573
8	89	0.381	0.619	83.500	20.641	0.2665	0.3939	0.6061	-0.0130
9	88	0.429	0.571	83.500	20.641	0.2180	0.4199	0.5801	0.0087
10	86	0.476	0.524	83.500	20.641	0.1211	0.4526	0.5474	0.0236
11	85	0.524	0.476	83.500	20.641	0.0727	0.7869	0.2131	-0.2631
12	75	0.571	0.429	83.500	20.641	-0.4118	0.6576	0.3424	-0.0861
13	75	0.619	0.381	83.500	20.641	-0.4118	0.6576	0.3424	-0.0385
14	74	0.667	0.333	83.500	20.641	-0.4602	0.6735	0.3265	-0.0068
15	70	0.714	0.286	83.500	20.641	-0.6540	0.7414	0.2586	-0.0271
16	67	0.762	0.238	83.500	20.641	-0.7994	0.7858	0.2142	-0.0239
17	65	0.810	0.190	83.500	20.641	-0.8963	0.8135	0.1865	-0.0040
18	60	0.857	0.143	83.500	20.641	-1.1385	0.8684	0.1316	-0.0113
19	54	0.905	0.095	83.500	20.641	-1.4292	0.9215	0.0785	-0.0167
20	43	0.952	0.048	83.500	20.641	-1.9621	0.9738	0.0262	-0.0214
Do kritis		0.304105				D max =			0.05733

D max < Do kritis (dapat diterima)

Dari perhitungan pada tabel 4.16 didapatkan:

D max = 0,05733 (pada data (m) ke 7)

Do = 0,304105 (diperoleh dari tabel nilai kritis Do untuk derajat kepercayaan 5% dan n=20)

Syarat $D \text{ max} < D \text{ o}$ => $0,05733 < 0,304105$, maka persamaan **distribusi Gumbel dapat diterima**.

Contoh Perhitungan untuk tabel 5.16 :

- Untuk perhitungan $P(X) = \text{peluang dengan } m = 1:$

$$P(X) = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0,048$$

- Untuk perhitungan $P(X<) \text{ dengan } m = 1:$

$$\begin{aligned} P(X<) &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,048 = 0,952 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan $f(t) \text{ dengan } m = 1:$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{s} = \frac{120 - 83,500}{20,461} = 1,768325$$

- Untuk perhitungan $P'(X) \text{ dengan } m = 1:$

$$\begin{aligned} P'(X) &= 1 - P'(X<) \\ &= 1 - 0,960 = 0,039 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan $P'(X) \text{ dengan } m = 1:$

$$\begin{aligned} P'(X<) &= 1 - P'(X) \\ &= 1 - 0,039 = 0,960 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan $D \text{ dengan } m = 1:$

$$\begin{aligned} D &= P'(X<) - P(X<) \\ &= 0,960 - 0,952 = 0,00778 \end{aligned}$$

- Metode Log Pearson Type III

Tabel 5.17 Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Log Pearson Type III

m	X urut	Log X	Log \bar{X}	P(X)	P(X<)	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	120	2.079	1.908	0.048	0.952	0.115	1.489	0.070	0.930	-0.023
2	113	2.053	1.908	0.095	0.905	0.115	1.262	0.104	0.896	-0.009
3	111	2.045	1.908	0.143	0.857	0.115	1.194	0.117	0.883	0.025
4	105	2.021	1.908	0.190	0.810	0.115	0.984	0.164	0.836	0.026
5	97	1.987	1.908	0.238	0.762	0.115	0.685	0.250	0.750	-0.012
6	97	1.987	1.908	0.286	0.714	0.115	0.685	0.250	0.750	0.036
7	96	1.982	1.908	0.333	0.667	0.115	0.646	0.263	0.737	0.071
8	89	1.949	1.908	0.381	0.619	0.115	0.360	0.359	0.641	0.022
9	88	1.944	1.908	0.429	0.571	0.115	0.317	0.381	0.619	0.048
10	86	1.934	1.908	0.476	0.524	0.115	0.230	0.409	0.591	0.067
11	85	1.929	1.908	0.524	0.476	0.115	0.186	0.431	0.569	0.093

Tabel 5.17 Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Log Pearson Type III (Lanjutan)

m	X urut	Log X	Log \bar{X}	P(X)	P(X<)	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
m	X urut	Log X	Log \bar{X}	P(X)	P(X<)	s	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
12	75	1.875	1.908	0.571	0.429	0.115	-0.286	0.609	0.391	-0.038
13	75	1.875	1.908	0.619	0.381	0.115	-0.286	0.609	0.391	0.010
14	74	1.869	1.908	0.667	0.333	0.115	-0.337	0.617	0.383	0.049
15	70	1.845	1.908	0.714	0.286	0.115	-0.547	0.696	0.304	0.019
16	67	1.826	1.908	0.762	0.238	0.115	-0.712	0.759	0.241	0.003
17	65	1.813	1.908	0.810	0.190	0.115	-0.827	0.792	0.208	0.018
18	60	1.778	1.908	0.857	0.143	0.115	-1.129	0.868	0.132	-0.011
19	54	1.732	1.908	0.905	0.095	0.115	-1.527	0.936	0.064	-0.032
20	43	1.633	1.908	0.952	0.048	0.115	-2.387	0.991	0.009	-0.039
Do kritis	0.304105							D max =		0.0929

D max < Do kritis (dapat diterima)

Dari perhitungan pada tabel 5.17 didapatkan:

D max = 0,0929 (pada data (m) ke 11)

Do = 0,304105 (diperoleh dari tabel nilai kritis Do untuk derajat kepercayaan 5% dan n=20)

Syarat D max < Do => 0,0929 < 0,304105, maka persamaan **distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.**

4.3.3. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk memperkirakan debit banjir rencana, dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti metode Nakayasu dan metode Rasional. Pemilihan metode yang dipakai pada suatu lokasi berdasarkan pada ketersediaan data hujan.

4.3.3.1. Metode Rasional

Perhitungan debit banjir rencana akan diperhitungkan berdasarkan klasifikasi saluran sebagai berikut :

- Saluran Primer 10 Tahun
- Saluran Sekunder 5 Tahun
- Saluran Tersier 2 Tahun

Dengan demikian air buangan rumah tangga tidak diperhitungkan dalam memberikan kontribusi terhadap debit karena kuantitasnya relatif kecil.

• Perhitungan Intensitas Hujan Rencana (I)

Untuk menentukan intensitas hujan per satuan waktu, disesuaikan dengan lama hujan dan frekuensi yang diperoleh dari analisa curah hujan. Sehingga dalam perhitungan berikut akan digunakan rumus Mononobe, contoh untuk perhitungan pada saluran Veteran 4 :

a. Perhitungan Pengaliran Awal (t_f)

- Panjang saluran (L) = 492 m
- Kemiringan Lahan (S) = 0,0013
- Kecepatan saluran (V) = 0,4173 m/det

Sehingga t_f dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.19:

$$t_f = \frac{L}{V} = \frac{492 \text{ m}}{0,4173 \text{ m/det}} = 0,328 \text{ jam}$$

b. Perhitungan Waktu Pengaliran pada Saluran (t_o)

- Panjang jarak lahan terjauh hingga saluran yang ditinjau (L_o) = 152,50 m
- Kemiringan saluran(S) = 0,0013

c. Waktu Kosentrasi (t_c)

- Digunakan rumus Kirpich (persamaan 2.17 dan 2.18):

$$t_o = 0,0195 \left(\frac{L_o}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} = 0,0195 \left(\frac{152,50}{\sqrt{0,0013}} \right)^{0,77} = 0,0012 \text{ jam}$$

$$t_c = t_o + t_f \\ = (0,218 + 0,0182) \text{ jam} = 0,3287 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, dapat ditabelkan pada tabel 4.18 berikut :

Tabel 4.18 Perhitungan Waktu Konsentrasi

SALURAN	WAKTU ALIRAN DI PERMUKAAN			WAKTU ALIRAN DI SALURAN			T_c
	L_0	S	T_o	L	V	T_f	
	(m)		(jam)	(m)	(m^3/dt)	(jam)	
Sal Veteran 4	152,50	0,0013	0,0012	492	0,4173	0,328	0,3287
Sal Sidokumpul (R1)	685,25	0,0010	0,0035	16	1,2780	0,003	0,3322
Sal.RA Kartini Utara	168,40	0,0010	0,0012	276	0,4326	0,177	0,1784
Sal Sidokumpul (R2)	685,25	0,0013	0,0038	234	1,4459	0,045	0,3772
Sal Rel K A P Sudirman	172,20	0,0043	0,0021	460	1,4436	0,089	0,0906
Sal Sidokumpul (R3)	685,25	0,0091	0,0081	656	3,6279	0,050	0,4274
Sal A Rahman Hakim Barat	458,20	0,0038	0,0043	650	1,0216	0,177	0,1810
Sal RA Kartini 10	99,04	0,0041	0,0013	122	0,7354	0,046	0,0474
Sal A Rahman Hakim Timur	117,20	0,0086	0,0020	117	1,2686	0,026	0,0277
Sal Sumur Songo (R1)	458,20	0,0077	0,0056	587	1,9716	0,083	0,2637
Sal Tlogodendo	751,10	0,0091	0,0087	659	3,4411	0,053	0,4806
Sal Bakti Pertiwi wetan	175,20	0,0030	0,0019	334	0,4720	0,197	0,1984
Sal P Sudirman Selatan	111,73	0,0011	0,0009	269	0,2871	0,260	0,2611
Sal Harun Tohir (R1)	175,20	0,0011	0,0013	23	1,4205	0,0045	0,2656
Sal P Sudirman2 Utara	53,10	0,0016	0,0006	314	0,3447	0,253	0,2536
Sal Harun Tohir (R2)	175,20	0,0007	0,0010	23	1,1011	0,006	0,2714
Sal Arjuno	412,00	0,0024	0,0033	336	1,5117	0,062	0,0650
Sal Harun Tohir (R3)	412,00	0,0013	0,0026	320	0,9165	0,097	0,3684

Tabel 4.18 Perhitungan Waktu Konsentrasi (Lanjutan)

SALURAN	WAKTU ALIRAN DI PERMUKAAN			WAKTU ALIRAN DI SALURAN			Tc
	L ₀ (m)	S	T ₀ (jam)	L (m)	V (m ³ /dt)	T _f (jam)	
Sal Pulo Pancikan (R1)	412,00	0,0010	0,0023	155	1,3544	0,032	0,4002
Sal KH Agus Salim	209,40	0,0011	0,0014	94	0,5395	0,048	0,0498
Sal Harun Tohir 1	82,00	0,0010	0,0007	56	0,2519	0,062	0,0624
Sal Pulo Pancikan (R2)	412,00	0,0010	0,0023	134	1,3544	0,027	0,5081
Sal Harun Tohir 2	60,00	0,0013	0,0006	118	0,6844	0,048	0,0485
Sal Pulo Pancikan (R3)	412,00	0,0010	0,0023	147	1,3544	0,030	0,5382
Sal Harun Tohir 3	315,20	0,0012	0,0021	82	0,6844	0,033	0,0353
Sal Pulo Pancikan (R4)	412,00	0,0010	0,0023	83	1,3544	0,017	0,5553
Sal Harun Tohir	182,15	0,0026	0,0018	382	0,9991	0,106	0,1080
Sal Pulo Pancikan	412,00	0,0010	0,0023	308	1,3544	0,063	0,6184

(Sumber : Hasil Perhitungan)

d. Intensitas Hujan (I)

- Dalam perhitungan Intensitas hujan untuk Saluran Veteran 4, dapat digunakan persamaan 2.16 berikut :

$$I = \frac{R^{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} = \frac{83,179}{24} \left[\frac{24}{0,3287} \right]^{\frac{2}{3}} = 60,539 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, dapat ditabelkan pada tabel 4.19 berikut :

Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Hujan

SALURAN	Waktu Kosentrasi (tc)	Curah Hujan (R)	Intensitas Hujan (I)
	jam	mm	mm/jam
Sal Veteran 4	0,3287	83,179	60,539
Sal Sidokumpul (R1)	0,3322	101,483	73,344
Sal.RA Kartini Utara	0,1784	83,179	90,993
Sal Sidokumpul (R2)	0,3772	101,483	67,394
Sal Rel K A P Sudirman	0,0906	83,179	142,935
Sal Sidokumpul (R3)	0,4274	101,483	62,005
Sal A Rahman Hakim Barat	0,1810	83,179	90,120
Sal RA Kartini 10	0,0474	83,179	220,072
Sal A Rahman Hakim Timur	0,0277	83,179	315,296
Sal Sumur Songo (R1)	0,2637	101,483	85,555
Sal Tlogodendo	0,4806	101,483	57,341
Sal Bakti Pertiwi wetan	0,1984	83,179	84,768
Sal P Sudirman Selatan	0,2611	83,179	70,581
Sal Harun Tohir (R1)	0,2656	101,483	85,138
Sal P Sudirman2 Utara	0,2536	83,179	71,972
Sal Harun Tohir (R2)	0,2714	101,483	83,920
Sal Arjuno	0,0650	83,179	178,343
Sal Harun Tohir (R3)	0,3684	83,179	56,110
Sal Pulo Pancikan (R1)	0,4002	110,952	70,827
Sal KH Agus Salim	0,0498	83,179	212,981

Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Hujan (Lanjutan)

SALURAN	Waktu Kosentrasi (tc)	Curah Hujan (R)	Intensitas Hujan (I)
	jam	mm	mm/jam
Sal Harun Tohir 1	0,0624	83,179	183,255
Sal Pulo Pancikan (R2)	0,5081	110,952	60,409
Sal Harun Tohir 2	0,0485	83,179	216,901
Sal Pulo Pancikan (R3)	0,5382	110,952	58,132
Sal Harun Tohir 3	0,0353	83,179	267,763
Sal Pulo Pancikan (R4)	0,5553	110,952	56,938
Sal Harun Tohir	0,1080	83,179	127,144
Sal Pulo Pancikan (R5)	0,6184	110,952	52,991

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- **Koefisien Pengaliran (C)**

Penentuan koefisien pengaliran didasarkan pada kondisi permukaan lahan (pemanfaatan lahan) yang sesuai dengan kriteria pada metode rasional. Pemanfaatan lahan untuk saluran yang ditinjau berbeda-beda, dengan demikian penentuan koefisien pengaliran (C) dilakukan berdasarkan pembanding luas. Kondisi pemanfaatan lahan dan luasan daerah tangkapan saluran kabupaten Ngawi seperti pada tabel 5.20 berikut :

Tabel 4.20 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Saluran	Koefisien Pengaliran (C) km ²
Sal Veteran 4	0.68
Sal Sidokumpul (R1)	0.68
Sal.RA Kartini Utara	0.68
Sal Sidokumpul (R2)	0.68
Sal Rel K A P Sudirman	0.68
Sal Sidokumpul (R3)	0.68
Sal Tlogodendo	0.68
Sal A Rahman Hakim Barat	0.68
Sal RA Kartini 10	0.68
Sal A Rahman Hakim Timur	0.68
Sal Sumur Songo (R1)	0.68
Sal Bakti Pertiwi wetan	0.68
Sal P Sudirman Selatan	0.68
Sal Harun Tohir (R1)	0.68
Sal P Sudirman2 Utara	0.68
Sal Harun Tohir (R2)	0.68
Sal Arjuno	0.68
Sal Harun Tohir (R3)	0.68
Sal Pulo Pancikan (R1)	0.68
Sal KH Agus Salim	0.68
Sal Harun Tohir 1	0.68
Sal Pulo Pancikan (R2)	0.68
Sal Harun Tohir 2	0.68
Sal Pulo Pancikan (R3)	0.68
Sal Harun Tohir 3	0.68
Sal Pulo Pancikan (R4)	0.68
Sal Harun Tohir	0.68
Sal Pulo Pancikan	0.68

(Sumber : Hasil Perhitungan)

- **Perhitungan Debit Banjir Rencana (Q)**

Perhitungan debit banjir rencana untuk metode rasional dengan periode ulang 2 tahun sampai 50 tahun adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^2 = \frac{83,179}{24} \left[\frac{24}{0,3287} \right]^2 = 60,539 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} C \times I \times A \\ = 0,277777 \times 6,8 \times 60,539 \text{ mm/jam} \times 0,0096 \text{ km}^2 \\ = 0,110 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Untuk perhitungan debit rencana periode ulang 10 tahun terdapat pada tabel 4.21 berikut :

Tabel 4.21 Perhitungan Debit Rencana dengan Metode Rasional

Saluran	Waktu Kosentrasi (tc)	Curah Hujan (R)	Intensitas Hujan (I)	Luas Sub Catchment (A)	Koefisien Pengaliran (C)	Debit Rencana (Q)
	jam	mm	mm/jam	km ²		
Sal Veteran 4	0,3287	83,179	60,539	0,0096	0,68	0,110
Sal Sidokumpul (R1)	0,3322	101,483	73,344	0,0195	0,68	0,270
Sal.RA Kartini Utara	0,1784	83,179	90,993	0,0207	0,68	0,356
Sal Sidokumpul (R2)	0,3772	101,483	67,394	0,0815	0,68	1,037
Sal Rel K A P Sudirman	0,0906	83,179	142,935	0,0640	0,68	1,728
Sal Sidokumpul (R3)	0,4274	101,483	62,005	0,3009	0,68	3,524
Sal A Rahman Hakim Barat	0,1810	83,179	90,120	0,0885	0,68	1,507
Sal RA Kartini 10	0,0474	83,179	220,072	0,0097	0,68	0,403
Sal A Rahman Hakim Timur	0,0277	83,179	315,296	0,0266	0,68	1,584
Sal Sumur Songo (R1)	0,2637	101,483	85,555	0,1801	0,68	2,910
Sal Tlogodendo	0,4806	101,483	57,341	0,4810	0,68	5,210

Tabel 4.21 Perhitungan Debit Rencana dengan Metode Rasional
(Lanjutan)

Saluran	Waktu Kosentrasi (tc)	Curah Hujan (R)	Intensitas Hujan (I)	Luas Sub Catchment (A)	Koefisien Pengaliran (C)	Debit Rencana (Q)
	jam	mm	mm/jam	km ²		
Sal Bakti Pertiwi wetan	0,1984	83,179	84,768	0,0144	0,68	0,231
Sal P Sudirman Selatan	0,2611	83,179	70,581	0,0088	0,68	0,118
Sal Harun Tohir (R1)	0,2656	101,483	85,138	0,0233	0,68	0,375
Sal P Sudirman2 Utara	0,2536	83,179	71,972	0,0268	0,68	0,364
Sal Harun Tohir (R2)	0,2714	101,483	83,920	0,0505	0,68	0,801
Sal Arjuno	0,0650	83,179	178,343	0,1009	0,68	3,399
Sal Harun Tohir (R3)	0,3684	83,179	56,110	0,1880	0,68	1,993
Sal Pulo Pancikan (R1)	0,4002	110,952	70,827	0,1997	0,68	2,672
Sal KH Agus Salim	0,0498	83,179	212,981	0,0097	0,68	0,390
Sal Harun Tohir 1	0,0624	83,179	183,255	0,0105	0,68	0,363
Sal Pulo Pancikan (R2)	0,5081	110,952	60,409	0,7150	0,68	8,159
Sal Harun Tohir 2	0,0485	83,179	216,901	0,0254	0,68	1,041
Sal Pulo Pancikan (R3)	0,5382	110,952	58,132	0,7633	0,68	8,382
Sal Harun Tohir 3	0,0353	83,179	267,763	0,0110	0,68	0,556
Sal Pulo Pancikan (R4)	0,5553	110,952	56,938	0,7966	0,68	8,568
Sal Harun Tohir	0,1080	83,179	127,144	0,0214	0,68	0,514
Sal Pulo Pancikan (R5)	0,6184	110,952	52,991	0,9251	0,68	9,260

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.4. Analisa Hidrolik

4.4.1. Perhitungan Kapasitas Saluran (*full bank capacity*)

Perhitungan demensi saluran direncanakan dengan menggunakan debit banjir rencana metode Rasional dengan periode ulang 10 tahun, dimana lebar saluran telah disesuaikan dengan eksisting yang telah ada.

Berikut contoh perhitungan demensi saluran Veteran 4 :

- Bentuk penampang saluran adalah persegi dengan lebar dasar (B) = 0,5 m, tinggi air = 0,30 m
- Tinggi Jagaan (F) = 0,10 m, maka untuk kedalaman air (h) = 0,30 m + 0,10 m = 0,40 m
- Luas penampang basah :

$$\begin{aligned} A &= B \cdot h \\ &= (0,50 \text{ m})(0,40 \text{ m}) = 0,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- Keliling basah saluran :

$$\begin{aligned} P &= B + 2h \\ &= 0,50 \text{ m} + 2(0,50 \text{ m}) = 1,3 \text{ m} \end{aligned}$$
- Jari-jari hidrolik :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,20 \text{ m}^2}{1,3 \text{ m}} = 0,15 \text{ m}$$
- Kemiringan dasar saluran ($S = I$) = 0,00132
- Koefisien Manning (n) = 0,025
- Kecepatan aliran (V) =

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,025} \times 0,15^{\frac{2}{3}} \times 0,00132^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,4173 \text{ m/det} \end{aligned}$$
- Perhitungan debit (Q) = $v \cdot A$

$$\begin{aligned} &= 0,4173 \text{ m/det} (0,20 \text{ m}^2) \\ &= 0,0835 \text{ m}^3/\text{det.} \end{aligned}$$

4.4.2. Perencanaan Saluran

Berdasarkan perhitungan debit rencana yang diperoleh, maka dapat direncanakan dimensi saluran bentuk persegi dengan pasangan batu kali di plester.

Berikut contoh perhitungan demensi saluran Veteran 4 :

- Bentuk penampang saluran adalahpersegidengan lebar dasar (B) = 0,9 m, tinggi air = 0,40 m

- Tinggi Jagaan (F) = 0,10 m, maka untuk kedalaman air (h) = 0,30 m + 0,10 m = 0,40 m

- Luas penampang basah :

$$\begin{aligned} A &= B \cdot h \\ &= (0,90 \text{ m})(0,40 \text{ m}) = 0,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah saluran :

$$\begin{aligned} P &= B + 2h \\ &= 0,90 \text{ m} + 2(0,40 \text{ m}) = 1,70 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolik :

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,36 \text{ m}^2}{1,7 \text{ m}} = 0,21 \text{ m}$$

- Kemiringan dasar saluran ($S = I$) = 0,00132

- Koefisien Manning (n) = 0,025

- Kecepatan aliran (V) = $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$
- $$\begin{aligned} &= \frac{1}{0,025} \times 0,21^{\frac{2}{3}} \times 0,00132^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,5163 \text{ m/det} \end{aligned}$$

- Perhitungan debit (Q) = $v \cdot A$

$$\begin{aligned} &= 0,5163 \text{ m/det} (0,36 \text{ m}^2) \\ &= 0,1859 \text{ m}^3/\text{det.} \end{aligned}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Perhitungan selanjutnya yang belum di lakukan normalisasi dapat ditabelkan seperti pada tabel 4.22 berikut :

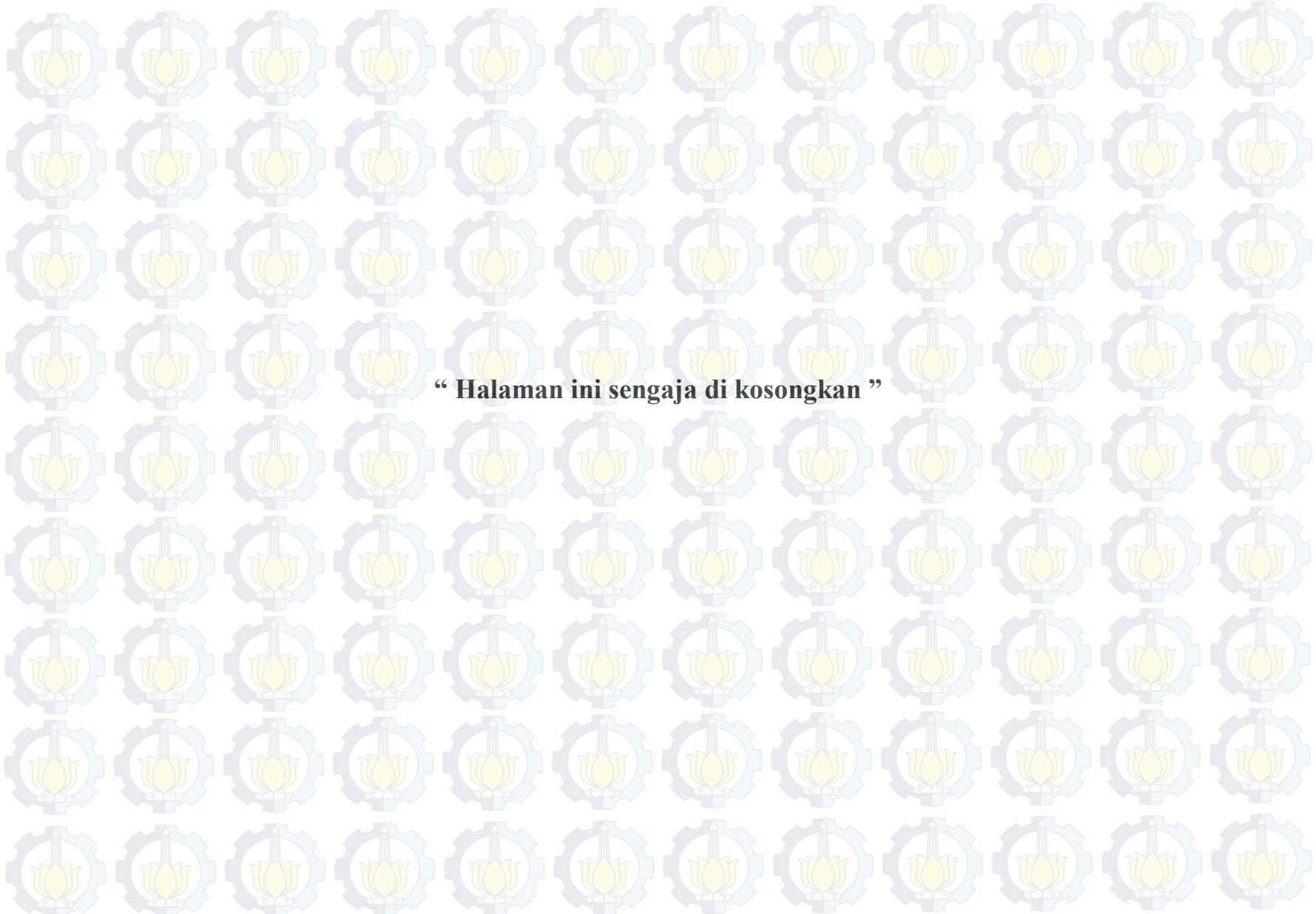
Tabel 4.22 Perbandingan kapasitas eksisting saluran dan debit rencana

SALURAN	Lebar	TINGGI	TINGGI	TALUD	H	A	P	R	I	n	v	Q	Qrenc	Evaluasi	Keterangan	bentuk penampang	
	Dasar	Atas	AIR	JAGAAN	(m)	(m²)	(m)	(m)			(m/det)	(m³/det)	(m³/det)	Q			
Sal Veteran 4	0,50	0,50	0,30	0,10	0,00	0,40	0,20	1,30	0,15	0,0013	0,025	0,4173	0,0835	0,110	-0,026	BANJIR	PERSEGI
Sal Sidokumpul (R1)	2,00	4,00	2,30	0,20	0,40	2,50	7,5	7,39	1,02	0,0010	0,025	1,2780	9,5849	0,270	9,315	AMAN	TRAPESIUM
Sal.RA Kartini Utara	0,60	0,60	0,50	0,10	0,00	0,60	0,36	1,80	0,20	0,0010	0,025	0,4326	0,1557	0,356	-0,200	BANJIR	PERSEGI
Sal Sidokumpul (R2)	2,00	4,00	2,30	0,20	0,40	2,50	7,50	7,39	1,02	0,0013	0,025	1,4459	10,8441	1,037	9,807	AMAN	TRAPESIUM
Sal Rel K A P Sudirman	1,00	1,50	0,50	0,10	0,25	1,00	1,25	3,06	0,41	0,0043	0,025	1,4436	1,8045	1,728	0,077	AMAN	TRAPESIUM
Sal Sidokumpul (R3)	2,00	4,00	1,80	0,20	0,50	2,00	6,00	6,47	0,93	0,0091	0,025	3,6279	21,7671	3,524	18,243	AMAN	TRAPESIUM
Sal A Rahman Hakim																	
Barat	0,80	0,80	0,70	0,10	0,00	0,80	0,64	2,40	0,27	0,0038	0,025	1,0216	0,6538	1,507	-0,853	BANJIR	PERSEGI
Sal RA Kartini 10	0,50	0,50	0,30	0,10	0,00	0,40	0,20	1,30	0,15	0,0041	0,025	0,7354	0,1471	0,403	-0,256	BANJIR	PERSEGI
Sal A Rahman Hakim																	
Timur	0,60	0,60	0,50	0,10	0,00	0,60	0,36	1,80	0,20	0,0086	0,025	1,2686	0,4567	1,584	-1,127	BANJIR	PERSEGI
Sal Sumur Songo (R1)	1,00	1,60	0,80	0,20	0,30	1,00	1,30	3,09	0,42	0,0077	0,025	1,9716	2,5630	2,910	-0,347	BANJIR	TRAPESIUM
Sal Tlogodendo	2,00	3,30	1,80	0,20	0,33	2,00	5,32	6,21	0,86	0,0091	0,025	3,4411	18,3065	5,210	13,097	AMAN	TRAPESIUM
Sal Bakti Pertiwi wetan	0,30	0,30	0,20	0,10	0,00	0,30	0,09	0,90	0,10	0,0030	0,025	0,4720	0,0425	0,231	-0,188	BANJIR	PERSEGI
Sal P Sudirman 2 Selatan	0,30	0,30	0,20	0,10	0,00	0,30	0,09	0,90	0,10	0,0011	0,025	0,2871	0,0258	0,118	-0,092	BANJIR	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R1)	4,00	5,00	1,80	1,20	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0011	0,025	1,4205	12,7844	0,375	12,409	AMAN	TRAPESIUM
Sal P Sudirman2 Utara	0,30	0,30	0,20	0,10	0,00	0,30	0,09	0,90	0,10	0,0016	0,025	0,3447	0,0310	0,364	-0,333	BANJIR	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R2)	4,00	5,00	1,80	1,20	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0007	0,025	1,1011	9,9102	0,801	9,109	AMAN	TRAPESIUM
Sal Arjuno	2,50	2,50	1,40	0,10	0,00	1,50	3,75	5,50	0,68	0,0024	0,025	1,5117	5,6688	3,399	2,270	AMAN	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R3)	3,00	3,00	0,60	0,20	0,00	0,80	2,40	4,60	0,52	0,0013	0,025	0,9165	2,1997	1,993	0,207	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R1)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	2,672	9,517	AMAN	TRAPESIUM
Sal KH Agus Salim	0,80	0,80	0,70	0,10	0,00	0,80	0,64	2,40	0,27	0,0011	0,025	0,5395	0,3453	0,390	-0,045	BANJIR	PERSEGI
Sal Harun Tohir 1	0,20	0,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,16	1,80	0,09	0,0010	0,025	0,2519	0,0403	0,363	-0,323	BANJIR	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R2)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	8,159	4,031	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir 2	1,20	1,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0012	0,025	0,6844	0,6570	1,041	-0,384	BANJIR	TRAPESIUM
Sal Pulo Pancikan (R3)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	8,382	3,808	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir 3	1,20	1,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0012	0,025	0,6844	0,6570	0,556	0,101	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R4)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	8,568	3,622	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir	1,20	1,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0026	0,025	0,9991	0,9592	0,514	0,445	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R5)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	9,260	2,929	AMAN	TRAPESIUM

Perhitungan selanjutnya setelah dilakukan normalisasi saluran dapat ditabelkan seperti pada tabel 4.23 berikut :

Tabel 4.23 Perhitungan rencana normalisasi saluran

SALURAN	Lebar		TINGGI AIR	TINGGI JAGAAN	TALUD	H	A	P	R	I	n	v	Q	Qrenc	Evaluasi	Keterangan	bentuk penampang
	Dasar	Atas	(m)	(m)		(m)	(m ²)	(m)	(m)			(m/det)	(m ³ /det)	(m ³ /det)	Q		
Sal Veteran 4	0,90	0,90	0,30	0,10	0,00	0,40	0,36	1,70	0,21	0,0013	0,025	0,5163	0,1859	0,110	0,076	AMAN	PERSEGI
Sal Sidokumpul (R1)	2,00	4,00	2,30	0,20	0,40	2,50	7,5	7,39	1,02	0,0010	0,025	1,2780	9,5849	0,270	9,315	AMAN	TRAPESIUM
Sal.RA Kartini Utara	1,00	1,00	0,50	0,10	0,00	0,60	0,60	2,20	0,27	0,0010	0,025	0,5320	0,3192	0,356	-0,037	AMAN	PERSEGI
Sal Sidokumpul (R2)	2,00	4,00	2,30	0,20	0,40	2,50	7,50	7,39	1,02	0,0013	0,025	1,4459	10,8441	1,037	9,807	AMAN	TRAPESIUM
Sal Rel K A P Sudirman	1,00	1,50	0,50	0,10	0,25	1,00	1,25	3,06	0,41	0,0043	0,025	1,4436	1,8045	1,728	0,077	AMAN	TRAPESIUM
Sal Sidokumpul (R3)	2,00	4,00	1,80	0,20	0,50	2,00	6,00	6,47	0,93	0,0091	0,025	3,6279	21,7671	3,524	18,243	AMAN	TRAPESIUM
Sal A Rahman Hakim Barat	1,50	1,50	0,70	0,10	0,00	0,80	1,20	3,10	0,39	0,0038	0,025	1,3097	1,5716	1,507	0,065	AMAN	PERSEGI
Sal RA Kartini 10	1,10	1,00	0,30	0,10	0,00	0,40	0,44	1,90	0,23	0,0041	0,025	0,9659	0,4250	0,403	0,022	AMAN	PERSEGI
Sal A Rahman Hakim Timur	1,20	1,20	0,50	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0086	0,025	1,8171	1,7444	1,584	0,160	AMAN	PERSEGI
Sal Sumur Songo (R1)	1,20	1,60	0,80	0,20	0,30	1,00	1,50	3,29	0,46	0,0077	0,025	2,0800	3,1201	2,910	0,210	AMAN	TRAPESIUM
Sal Tlogodendo	2,00	3,30	1,80	0,20	0,33	2,00	5,32	6,21	0,86	0,0091	0,025	3,4411	18,3065	5,210	13,097	AMAN	TRAPESIUM
Sal Bakti Pertiwi wetan	0,80	0,50	0,20	0,10	0,00	0,30	0,24	1,40	0,17	0,0030	0,025	0,6761	0,1623	0,231	-0,068	AMAN	PERSEGI
Sal P Sudirman 2 Selatan	0,80	0,80	0,20	0,10	0,00	0,50	0,40	1,80	0,22	0,0011	0,025	0,4889	0,1956	0,118	0,078	AMAN	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R1)	4,00	5,00	1,80	1,20	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0011	0,025	1,4205	12,7844	0,375	12,409	AMAN	TRAPESIUM
Sal P Sudirman2 Utara	2,10	2,10	0,20	0,40	0,00	0,30	0,63	2,70	0,23	0,0016	0,025	0,6064	0,3820	0,364	0,018	AMAN	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R2)	4,00	5,00	1,80	1,20	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0007	0,025	1,1011	9,9102	0,801	9,109	AMAN	TRAPESIUM
Sal Arjuno	2,50	2,50	1,40	0,10	0,00	1,50	3,75	5,50	0,68	0,0024	0,025	1,5117	5,6688	3,399	2,270	AMAN	PERSEGI
Sal Harun Tohir (R3)	3,00	3,00	0,60	0,20	0,00	0,80	2,40	4,60	0,52	0,0013	0,025	0,9165	2,1997	1,993	0,207	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R1)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	2,672	9,517	AMAN	TRAPESIUM
Sal KH Agus Salim	1,00	1,00	0,70	0,10	0,00	0,80	0,80	2,60	0,31	0,0011	0,025	0,5936	0,4748	0,390	0,085	AMAN	PERSEGI
Sal Harun Tohir 1	0,60	0,60	0,70	0,10	0,00	1,40	0,84	3,40	0,25	0,0010	0,025	0,4980	0,4183	0,363	0,055	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R2)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	8,159	4,031	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir 2	1,20	1,20	0,70	0,30	0,00	1,20	1,44	3,60	0,40	0,0012	0,025	0,7585	1,0922	1,041	0,052	AMAN	TRAPESIUM
Sal Pulo Pancikan (R3)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	8,382	3,808	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir 3	1,20	1,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0012	0,025	0,6844	0,6570	0,556	0,101	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R4)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	11,328	0,861	AMAN	TRAPESIUM
Sal Harun Tohir	1,20	1,20	0,70	0,10	0,00	0,80	0,96	2,80	0,34	0,0026	0,025	0,9991	0,9592	0,514	0,445	AMAN	PERSEGI
Sal Pulo Pancikan (R5)	4,00	5,00	1,70	0,30	0,25	2,00	9,00	8,12	1,11	0,0010	0,025	1,3544	12,1894	9,260	2,929	AMAN	TRAPESIUM



“ Halaman ini sengaja di kosongkan ”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Genangan yang terjadi di kecamatan Gresik, kabupaten Gresik disebabkan karena salah satu faktor seperti pemeliharaan saluran yang kurang sehingga pada saluran terjadi endapan sedimen.
2. Debit rencana yang didapat pada saluran antara $0,110\text{m}^3/\text{det}$ sampai $9,260\text{ m}^3/\text{det}$, Debit tersebut di dapat berdasarkan perhitungan normalisasi.
3. Dari saluran eksisting lama di kecamatan Gresik kabupaten Gresik, saluran yang lama tidak mampu menampung debit rencana sehingga saluran lama tersebut perlu dinormalisasi dan hasilnya didapatkan saluran baru yang mampu menampung debit yang direncanakan.

5.2. Saran

1. Masyarakat sekitar harus bisa menjaga dan merawat saluran drainase yang sudah ada agar saluran tersebut dapat berfungsi dengan baik, karena jika saluran drainase tersebut dapat berfungsi dengan baik maka dapat mengurangi genangan yang biasanya terjadi pada saat hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, Nadjadji. 1986. **Rekayasa Pengembangan Sumber Daya Air.** Surabaya: Kartika Yudha.
- Hadi Susanto, Nugroho. 2011. **Aplikasi Hidrologi.** Jogja: Media Utama.
- Suripin. 2003. **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.** Yogyakarta: Andi.
- Triatmojo, Bambang. 2010. **Hidrologi Terapan.** Yogyakarta: Beta Offset.
- VenTe Chow, E.V. Nensi Rosalina. 1997. **Hidrolika Saluran Terbuka (*Open Channel Hydraulics*).** Penerbit Erlangga.
- Wesli. 2008. **Drainase Perkotaan.** Graha Ilmu.

Lampiran Gambar:



Gambar 1 :Saluran Sumur Songo Terjadi Pengendapan tanah



Gambar 2:Telogo Dendo Banyak TTumbuh Rumput



Gambar 3:Saluran Sidokumpul Banyak Tertimbun Sampah

Gambar 4: Pintu Air di Telogo Dendo



Gambar 5:Saluran Harun T Rusak dan Tertutup Tanah



Gambar 6:Saluran Pulo Pancika Tertimbun Sampah



Gambar 7: Saluran KH A.Salim Terlalu Kecil



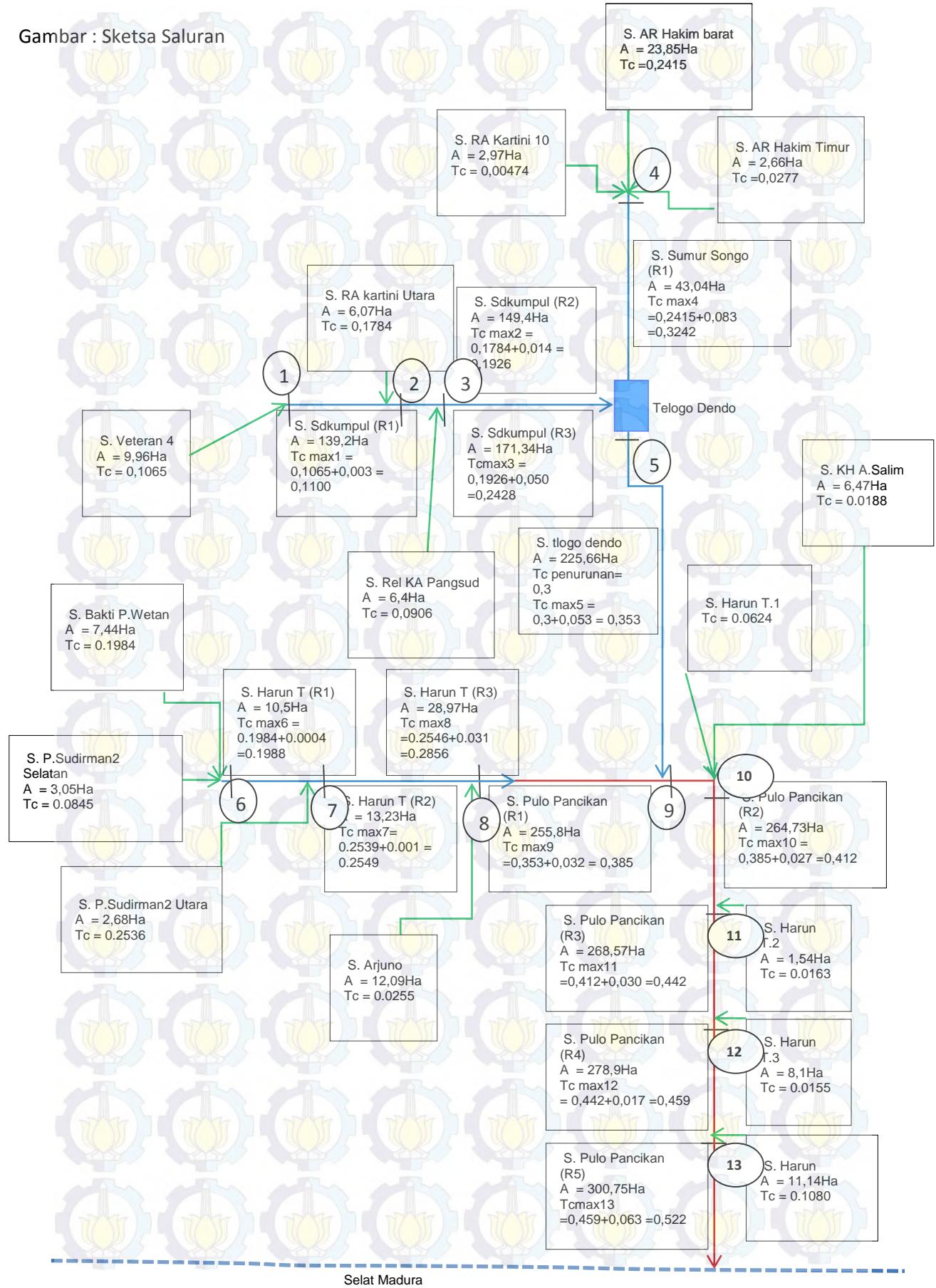
Gambar 8: Saluran Harun T.1 Rusak



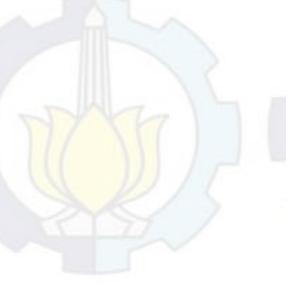
Gambar 9 : Saluran Arjuno Terlalu Sempit



Gambar : Sketsa Saluran



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,30

0,50



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN VETERAN 4

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,80

0,80



GAMBAR CROSS SECTION
Sal A Rahman Hakim Barat

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

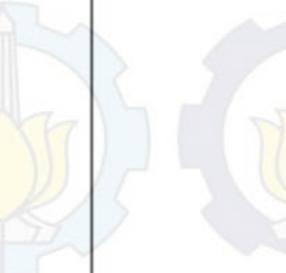
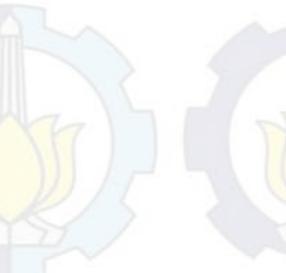
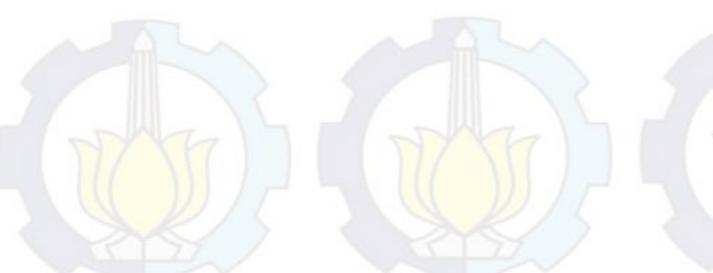
NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,40

0,50



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN R KRTINI 10

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,60

0,60

GAMBAR CROSS SECTION
Sal A Rahman Hakim Timur

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,20

0,30



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN BAKTI PERTIWI WETAN

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

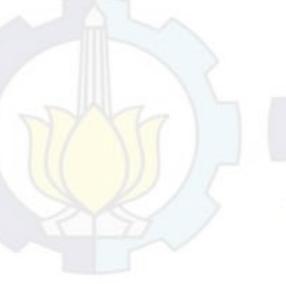
NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,30

0,50



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN VETERAN 4

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,50

0,60



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN RA. KARTINI UTARA

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan

Achmad Zainuddin

RF MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

3109.050.152

DOSEN PEMBIMBING

Kamilia Aziz, ST, MT

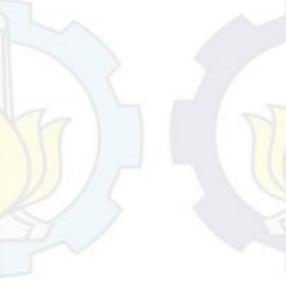
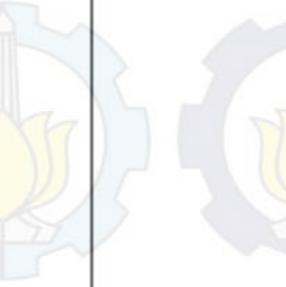
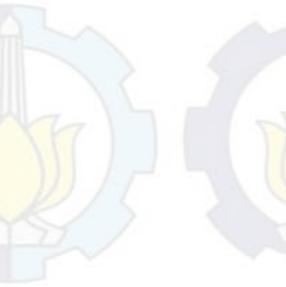
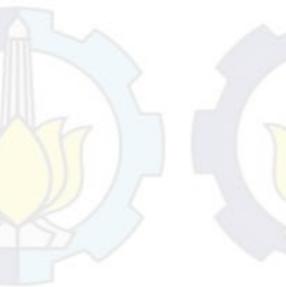
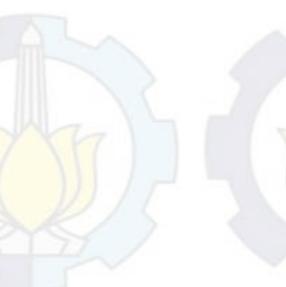
Kamilia Aziz, ST.MT.

• [About](#) • [Contact](#) • [Privacy Policy](#) • [Terms & Conditions](#) • [Help](#)

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN RA. KARTINI UTARA



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,30

0,30



GAMBAR CROSS SECTION
Sal P Sudirman 2 Selatan

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

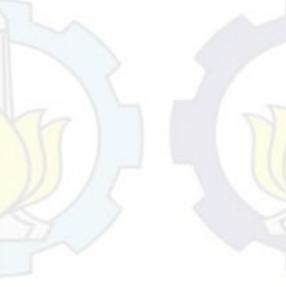
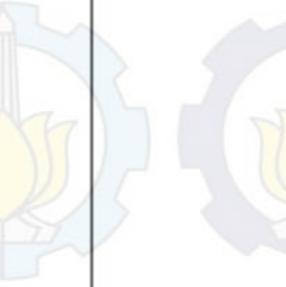
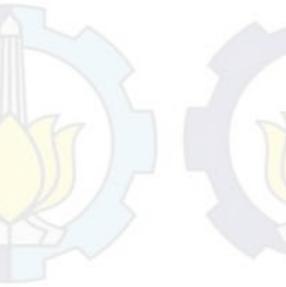
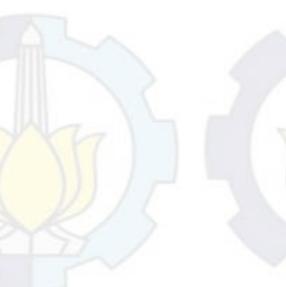
NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,30

0,30



GAMBAR CROSS SECTION
Sal P Sudirman2 Utara

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,70

3,00

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR (R3)

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,70

0,80

GAMBAR CROSS SECTION Sal
KH AGUS SALIM

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,70

0,20

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR 1

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D

E

E

0,10
0,70

1,20

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR 2

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

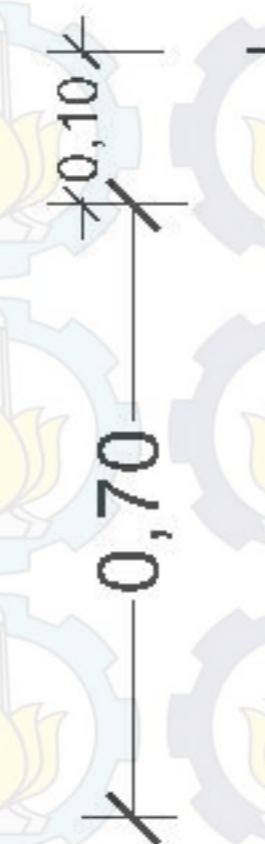
B

C

C

D

D



JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

A

A

B

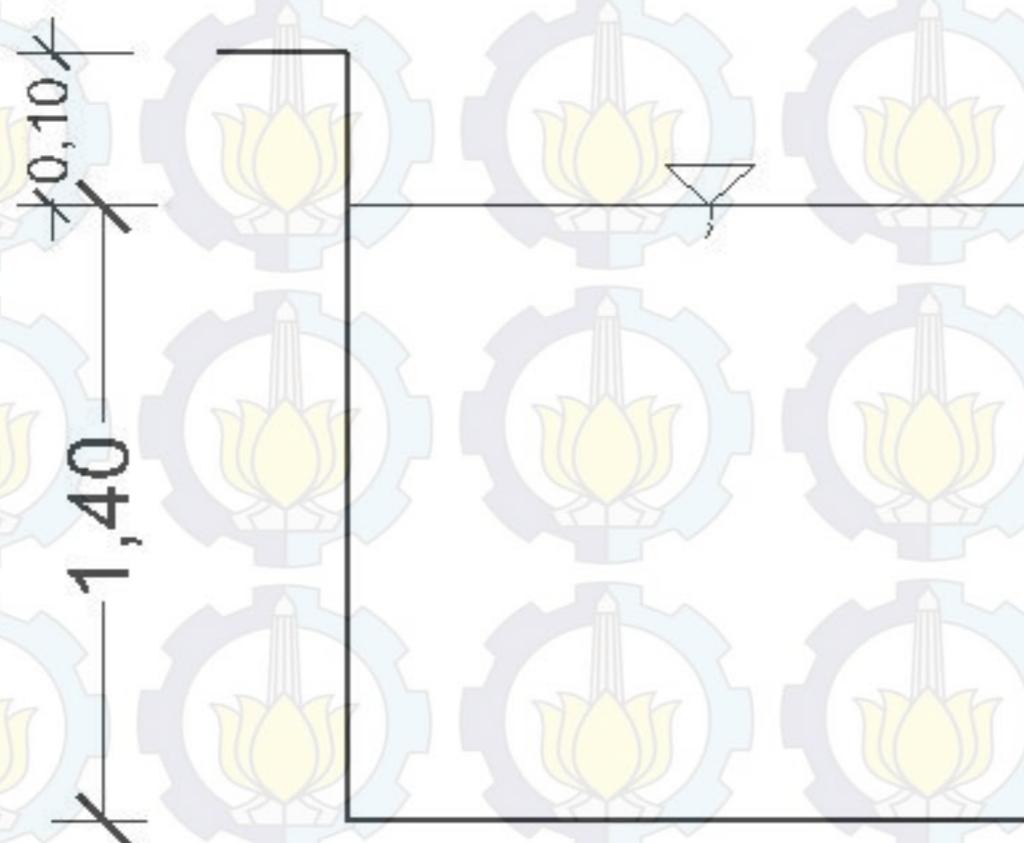
B

C

C

D

D



JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

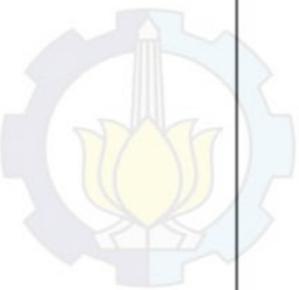
DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN ARJUNA

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



0,30

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

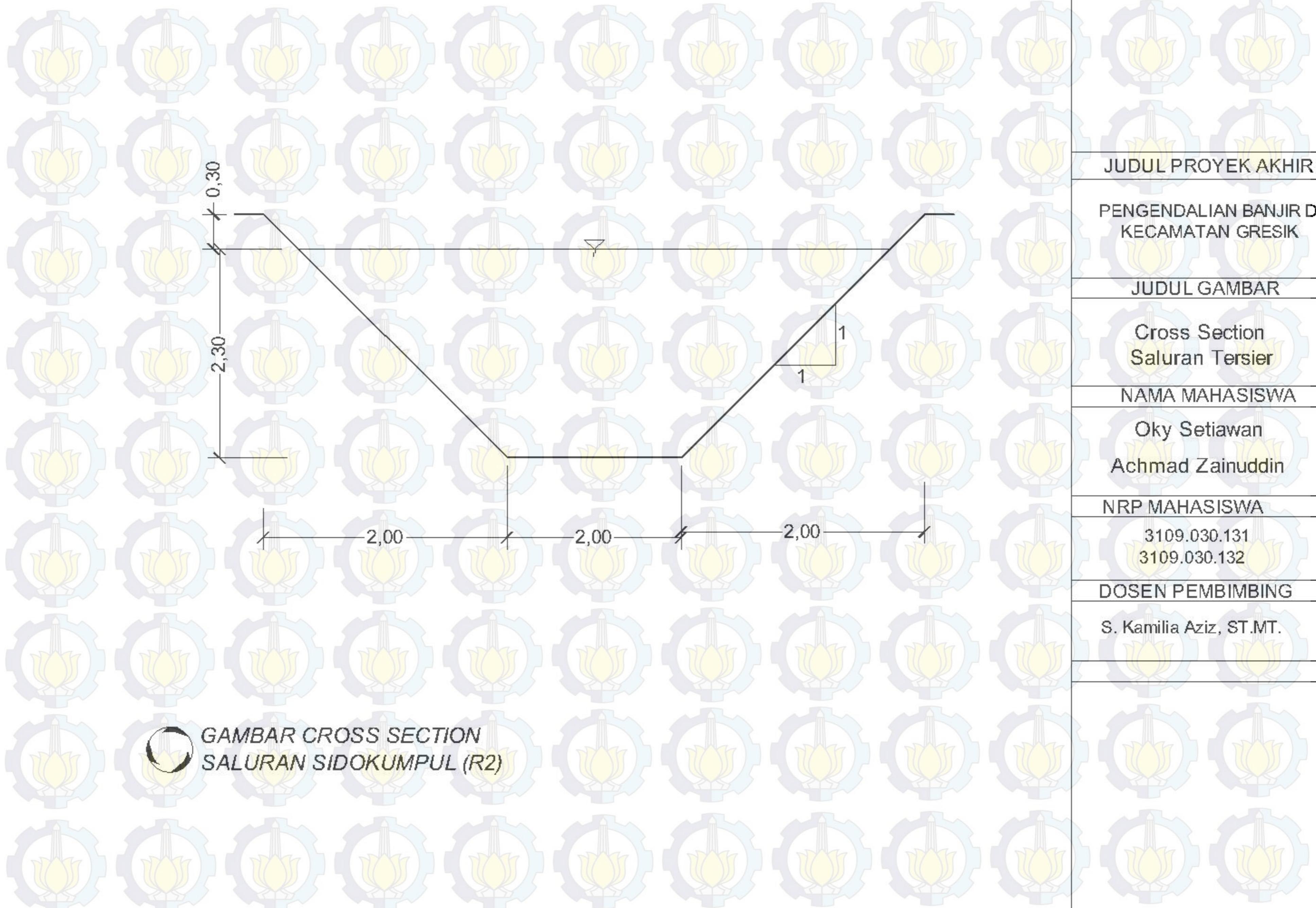
R

S

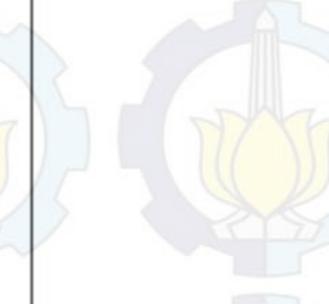
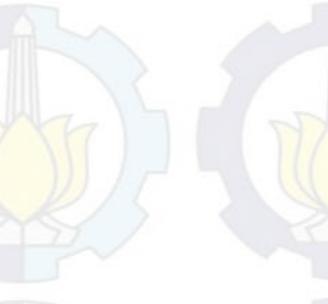
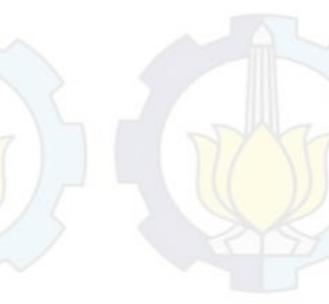
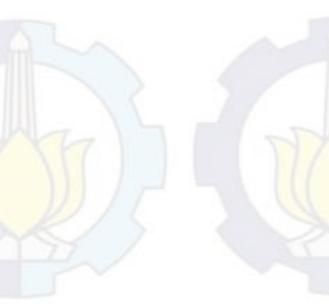
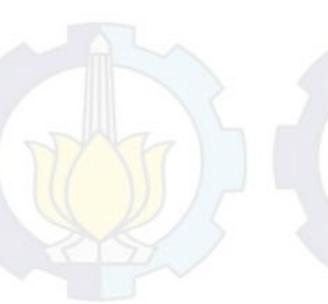
T

U

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

B

B

C

C

D

D



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN SIDOKUMPUL (R3)

0,30

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

0,30

0,80

0,80

0,80

1,00

1
1



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN SUMUR SONGO (R1)

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

B

B

c

c

D

D

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

0,30

+

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN TLOGODENDO

B

B

1,80

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

c

c

1,60

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

2,00

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

1,60

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

D

D

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

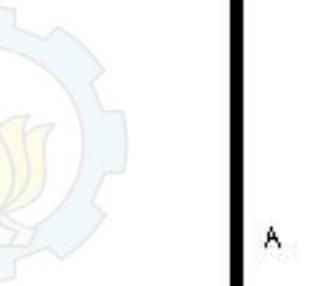
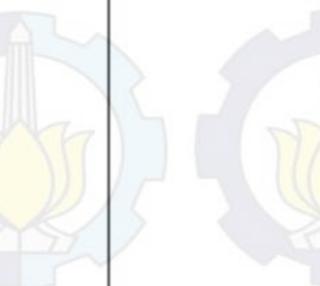
NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



A

A

0,30

+

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR (R1)

B

B

1,80

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

c

c

2,50

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

D

D

2,50

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

1

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

A

B

B

C

C

D

D



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN HARUN TOHIR (R2)

0,30

1,80

2,50

4,00

2,50

1
1

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

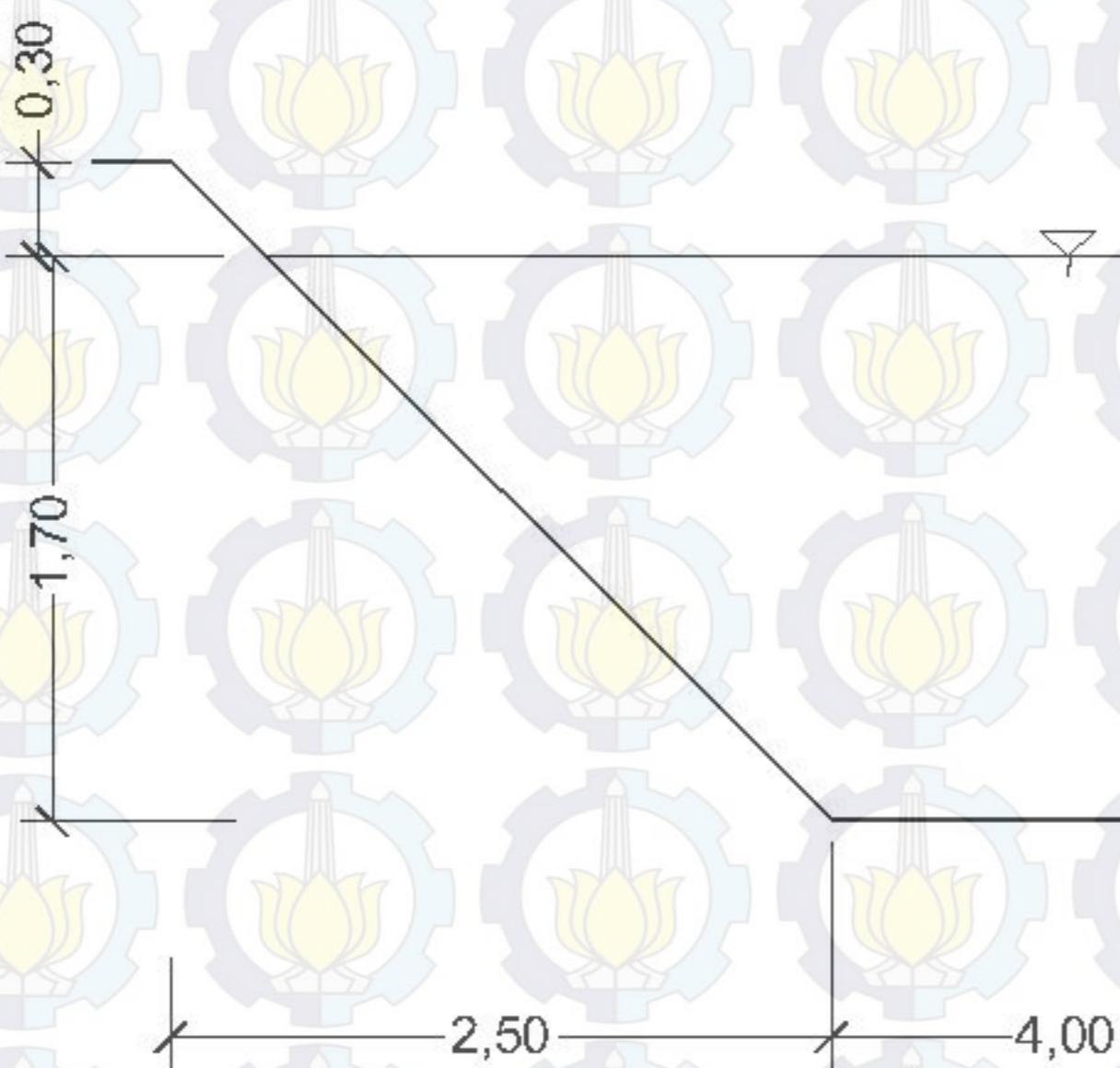
DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

0,30



GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN PULO PANCIKA (R1)

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

A

B

C

D

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

0,30

x

1,70

x

2,50 4,00 2,50

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN PULO PANCIKA (R2)

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

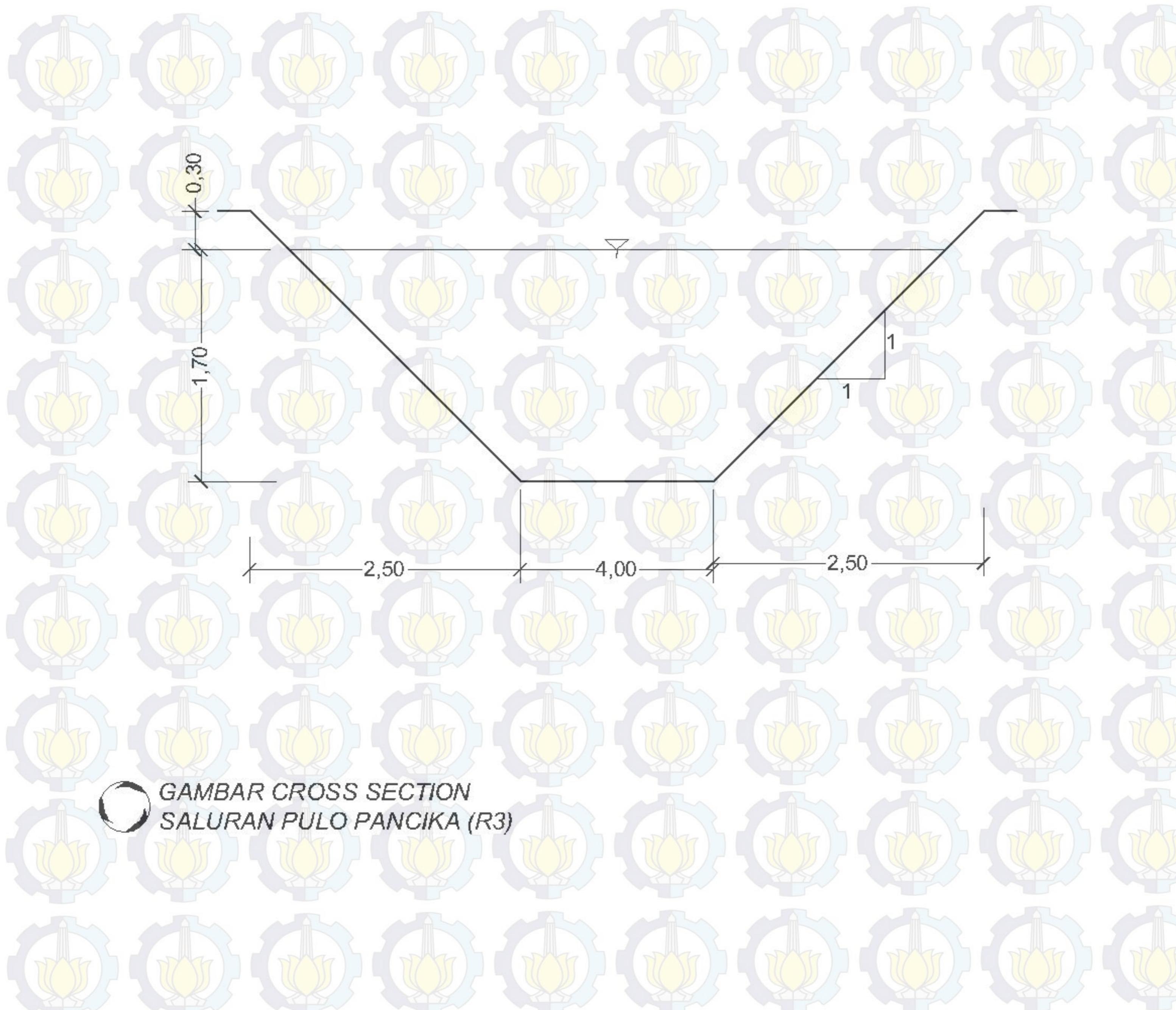
NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

S. Kamilia Aziz, ST.MT.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

A

0,30

x

#

1,70

2,50 4,00 2,50

GAMBAR CROSS SECTION
SALURAN PULO PANCIKA (R4)

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGENDALIAN BANJIR DI
KECAMATAN GRESIK

JUDUL GAMBAR

Cross Section
Saluran Tersier

NAMA MAHASISWA

Oky Setiawan
Achmad Zainuddin

NRP MAHASISWA

3109.030.131
3109.030.132

DOSEN PEMBIMBING

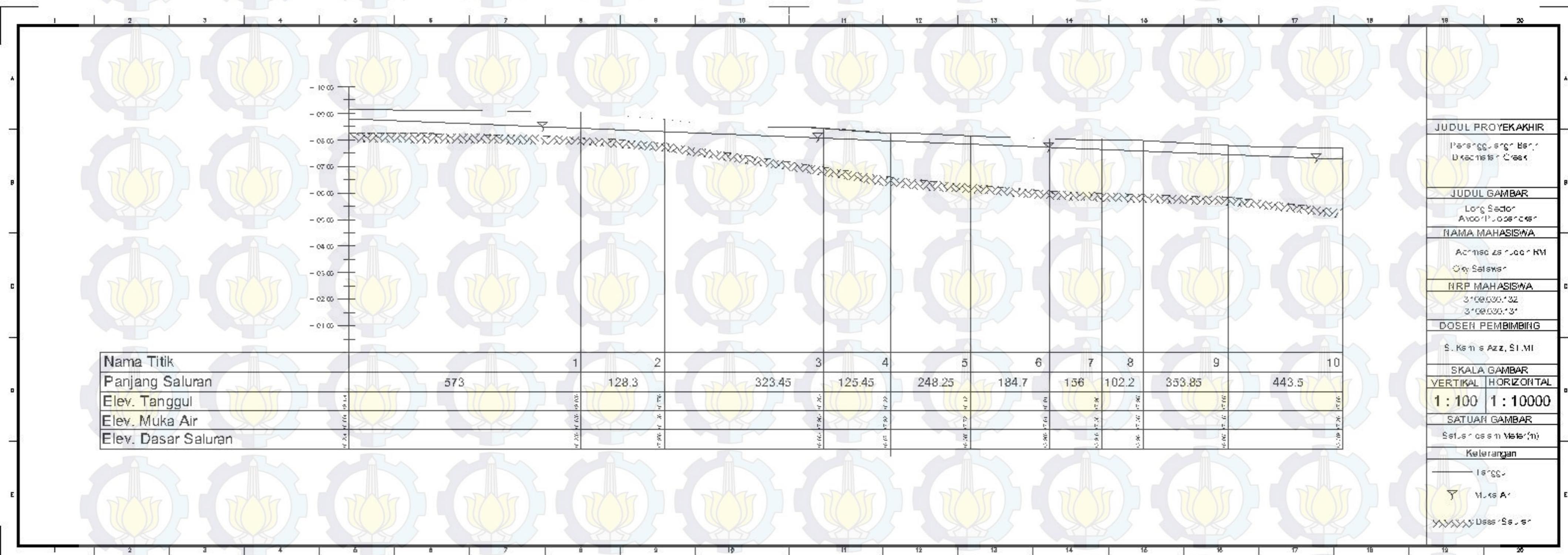
S. Kamilia Aziz, ST.MT.

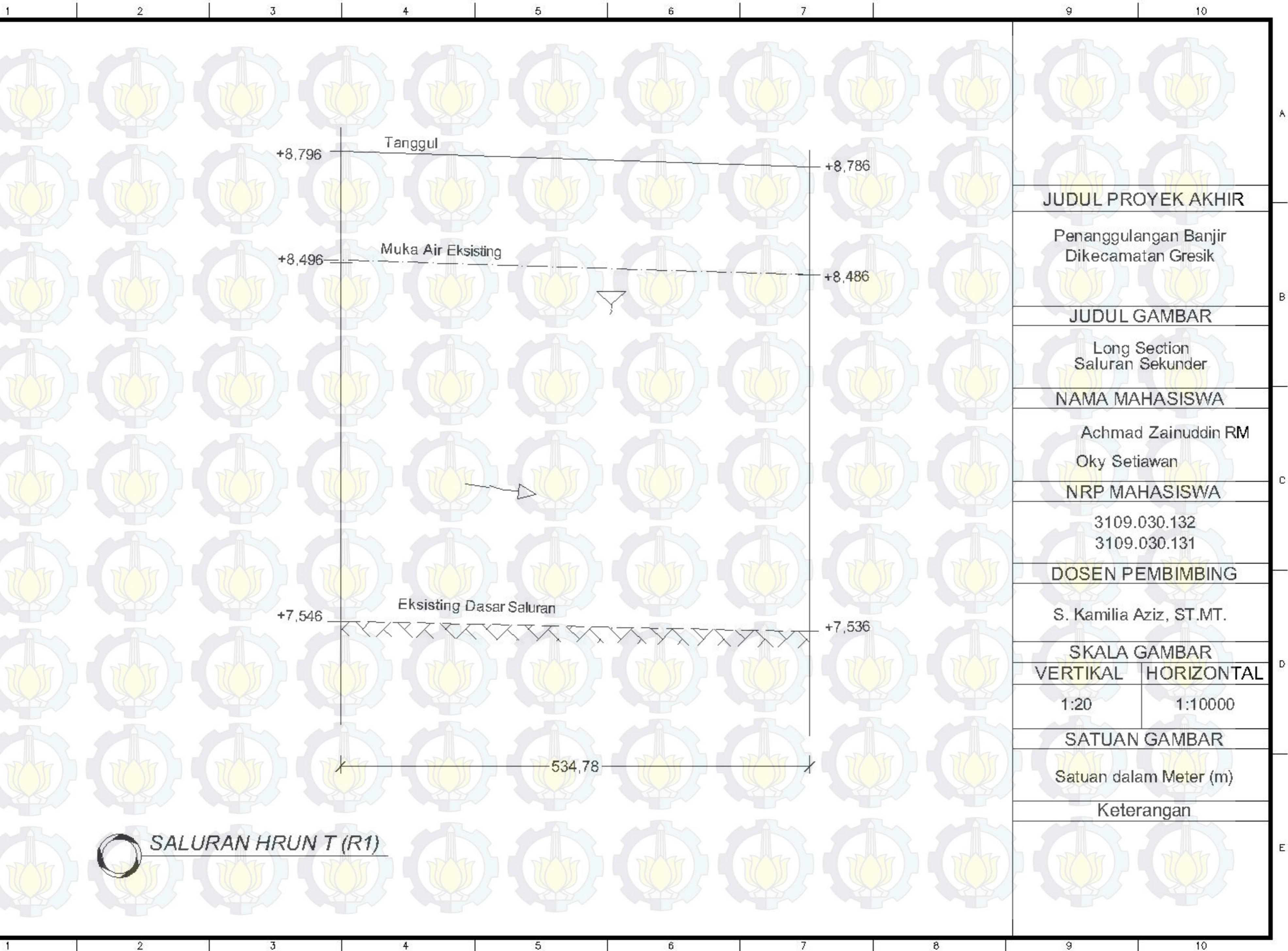
A

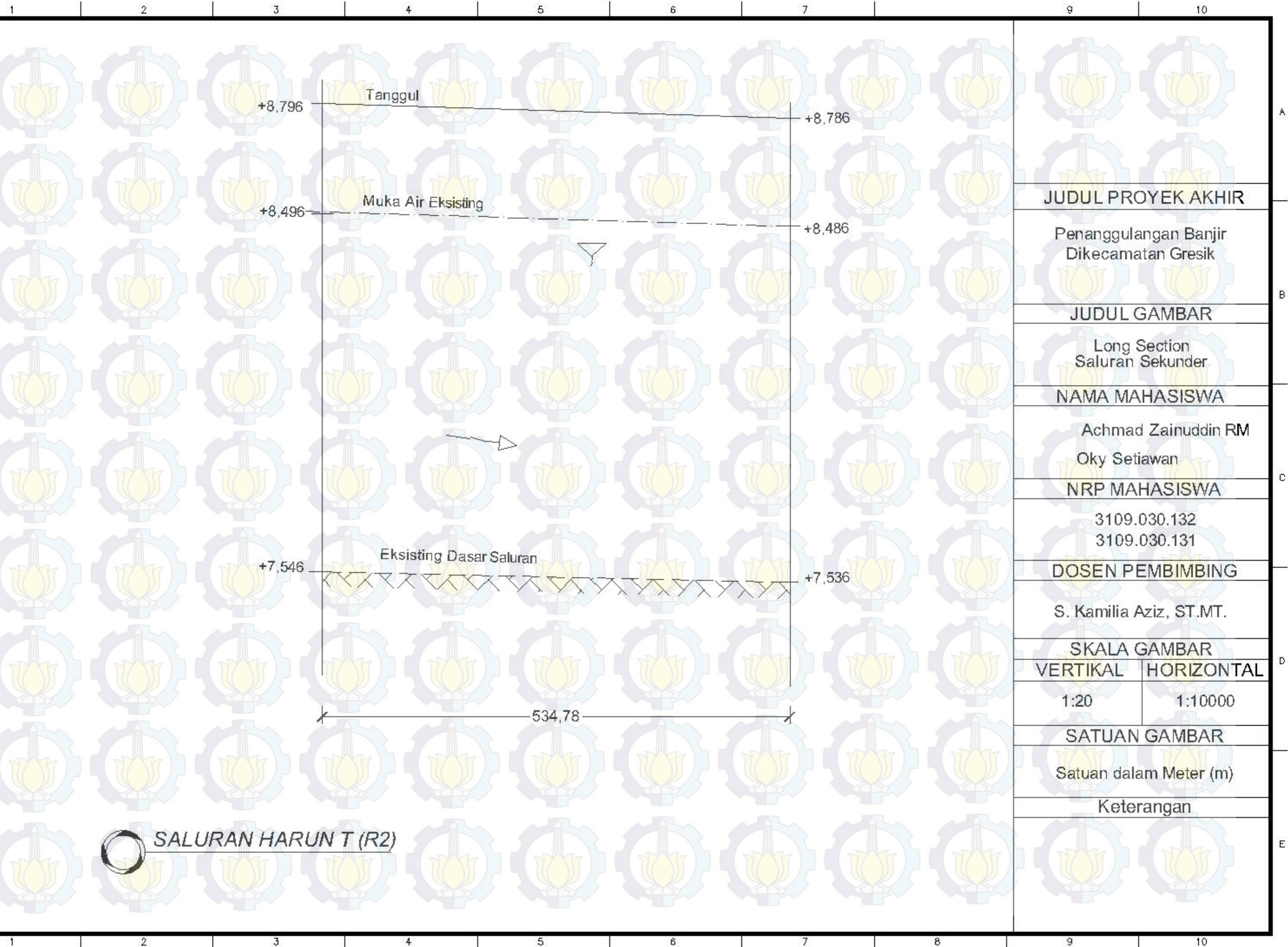
B

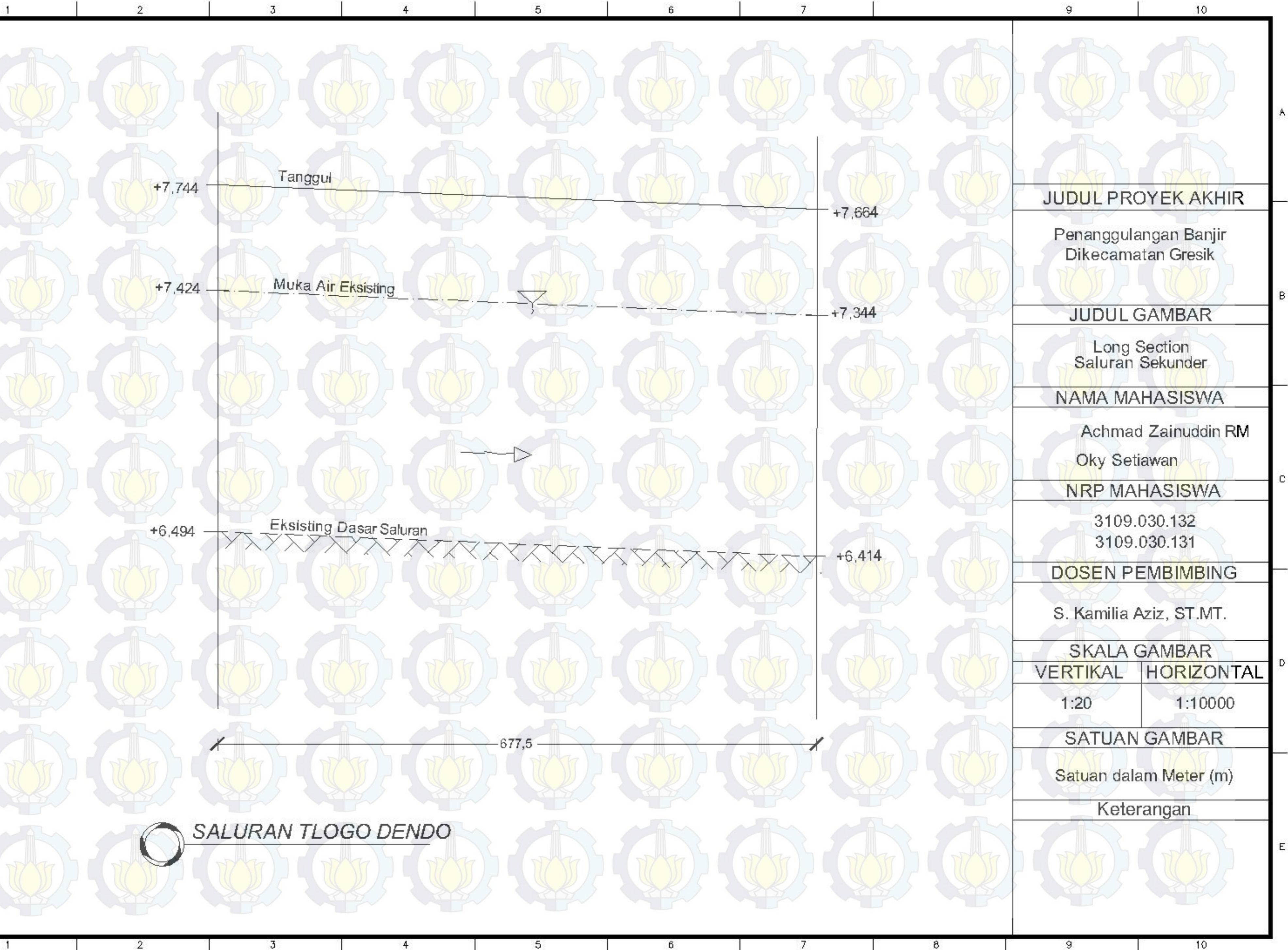
C

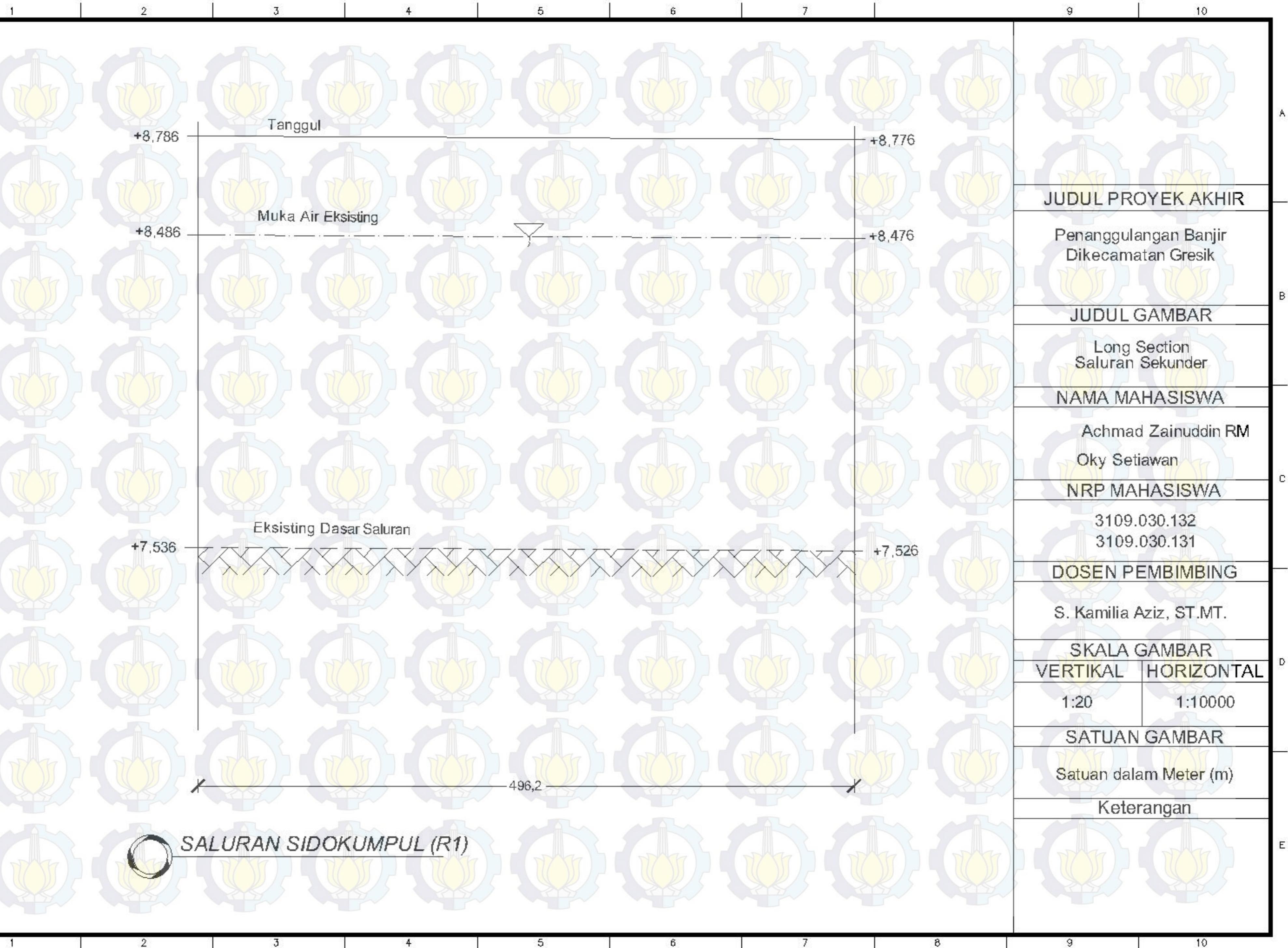
D

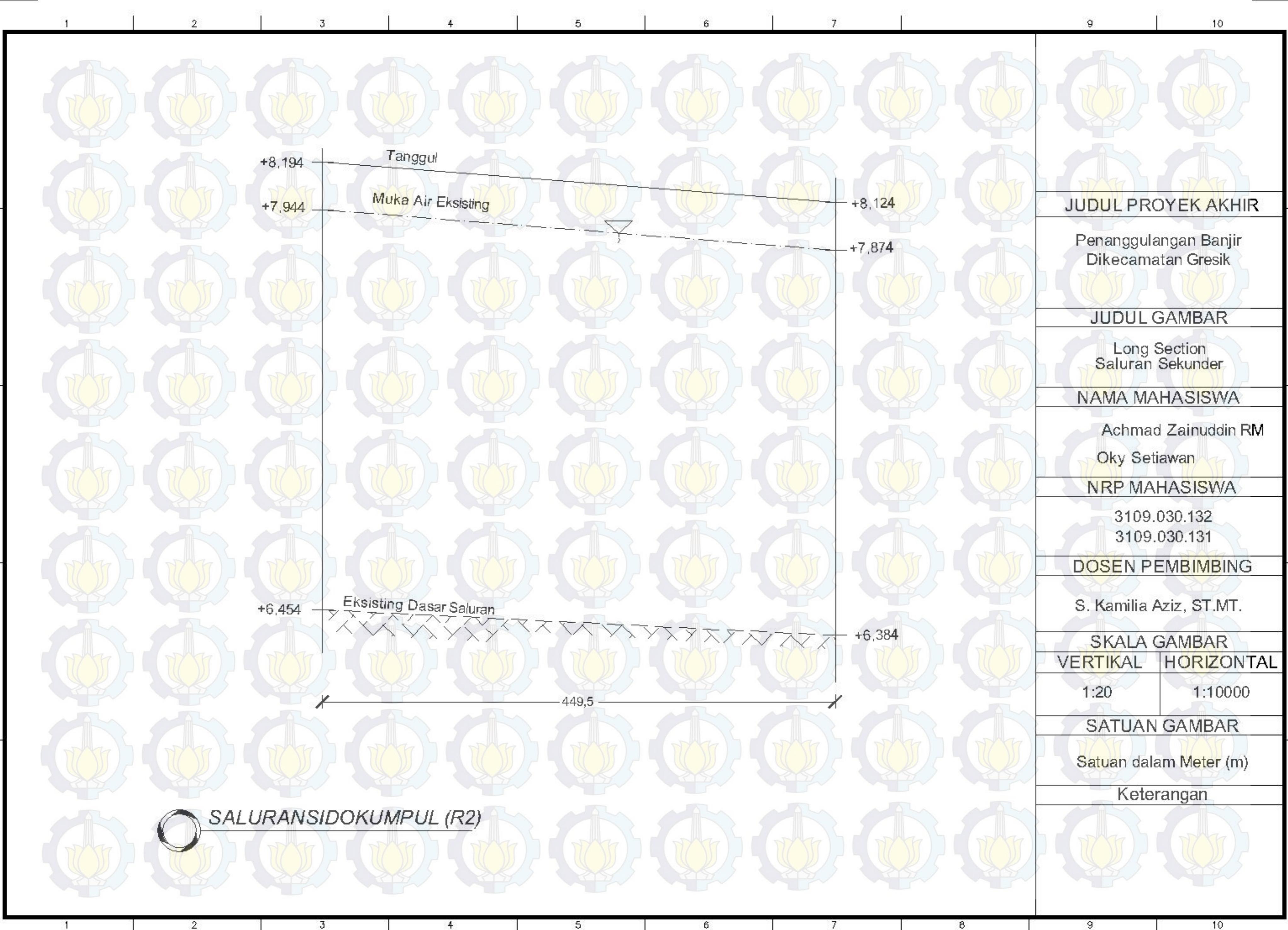


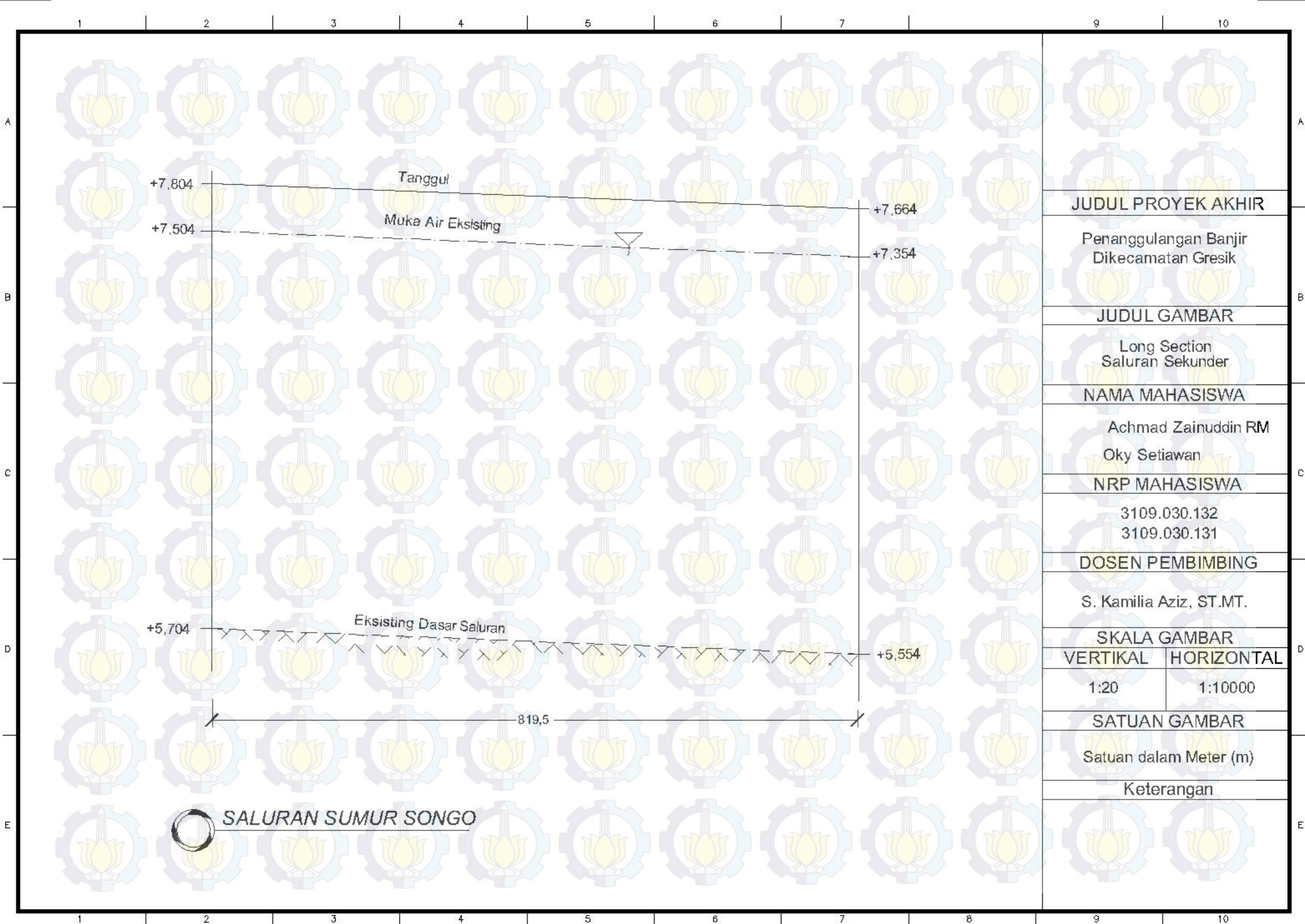


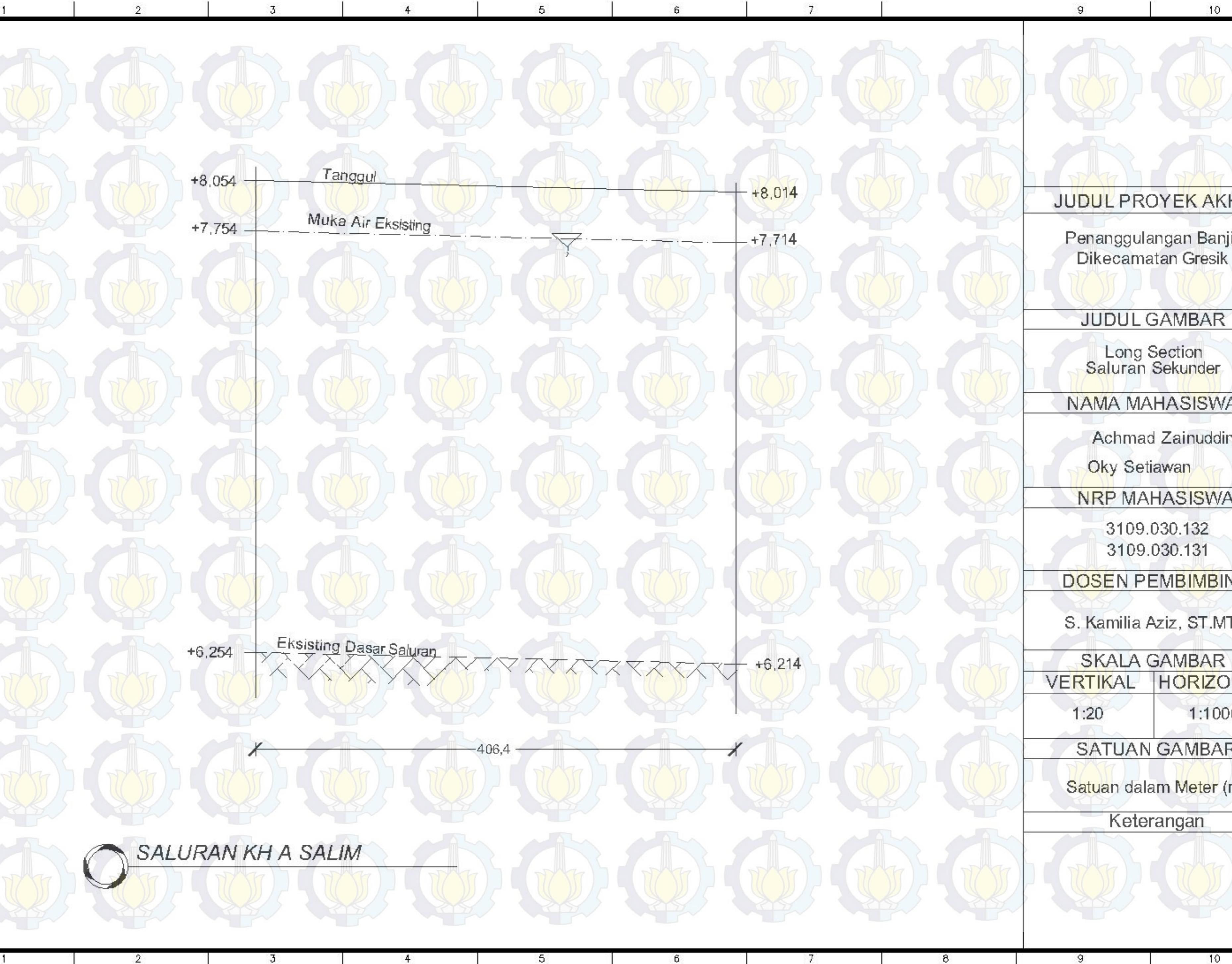




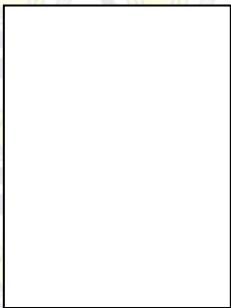








BIODATA PENULIS 1



Penulis dilahirkan di Surabaya, 27 Oktober 1990, merupakan anak kedua dari 2 (dua) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita, SDN Wonocolo I No.45, SMPN I Taman, dan SMKN 3 Surabaya. Setelah lulus dari SMA tahun 2008, Penulis mengikuti SPMB dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109 030 131. Di Jurusan DIII Teknik Sipil ini Penulis mengambil kosentrasi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan di Jurusan, seperti JMAA (Jama'ah Masjid Al Azhar).

BIODATA PENULIS 2



Penulis dilahirkan di Surabaya, 23 Oktober 1990, merupakan anak pertama dari 2 (dua) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Mabadi ul-ulum, SDN Mabadi ul-ulum, SMPN 19 Surabaya, dan SMAN 3 Surabaya. Setelah lulus dari SMA tahun 2009, Penulis mengikuti SPMB dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2009 dan terdaftar dengan NRP. 3109 030 132. Di Jurusan DIII Teknik Sipil ini Penulis mengambil kosentrasi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan yang diselenggarakan di Jurusan, seperti JMAA (Jama'ah Masjid Al Azhar).