

SKRIPSI

**PERENCANAAN SABO DAM DI DOWN STREAM SUNGAI NANGKA
KAWASAN BELANTING DI DESA BELANTING KECAMATAN
SAMBALIA KABUPATEN LOMBOK TIMUR**

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh:

M. ALI SAID
416110035

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2020**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PERENCANAAN SABO DAM DI DOWN STREAM SUNGAI NANGKA KAWASAN
BELANTING DI DESA BELANTING KECAMATAN SAMBALIA KABUPATEN
LOMBOK TIMUR**

Disusun Oleh:


M. ALI SAID


416110035

Mataram, 8 Agustus 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN.0824017501


Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc. (Eng)
NIDN.0027107301

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN: 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PERENCANAAN SABO DAM DI DOWN STREAM SUNGAI NANGKA KAWASAN
BELANTING DI DESA BELANTING KECAMATAN SAMBALIA KABUPATEN
LOMBOK TIMUR**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

M. ALI SAID
416110035

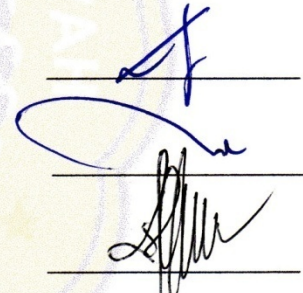
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Jum'at, 14 Agustus 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Pembimbing I: Dr.Eng M. Islamy Rusyda,ST., MT
2. Pembimbing II : Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc. (Eng)
3. Penguji III : Maya Saridewi P, ST., MT.



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT

NIDN. 0824017501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Skripsi dengan judul :

”PERENCANAAN SABO DAM DI DOWN STREAM SUNGAI NANGKA KAWASAN BELANTING DI DESA BELANTING KECAMATAN SAMBALIA KABUPATEN LOMBOK TIMUR”

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data penelitian, maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, Agustus 2020



M. ALI SAID
416110035

HALAMAN MOTO

”Nikmat tuhan yang manakah yang kau dustakan”

Maka selalulah bersyukur dan selalulah mencintai proses karena setelah melewati proses dan selalu merasa untuk bersyukur maka disanalah kenikmatan yang hakiki



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini mengambil judul **“Perencanaan Sabo Dam Di Down Stream Sungai Nangka Kawasan Belanting Di Desa Belanting Kecamatan Sambalia Kabupaten Lombok Timur”**. Tugas Akhir ini juga merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram untuk memperoleh gelar sarjana S-1.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan isi dari Tugas Akhir ini. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dorongan baik moril maupun materil dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya terutama kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Utama.
3. Titik Wahyuningsih, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Pendamping.
4. Bapak/Ibu Dosen dan segenap Staf Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Kedua Orang tua saya Negara dan Nur aini, yang telah memberikan dukungan dan do'a selama penyusunan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan kepada Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Mataram, Agustus 2020
Penulis,

M. ALI SAID
416110035

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Kedua orang tuaku tercinta

Terimakasih ku ucapkan kepada ibu dan bapak tercinta yang tiada hentinya memanjatkan do'a dan memberikan support kepada penulis.

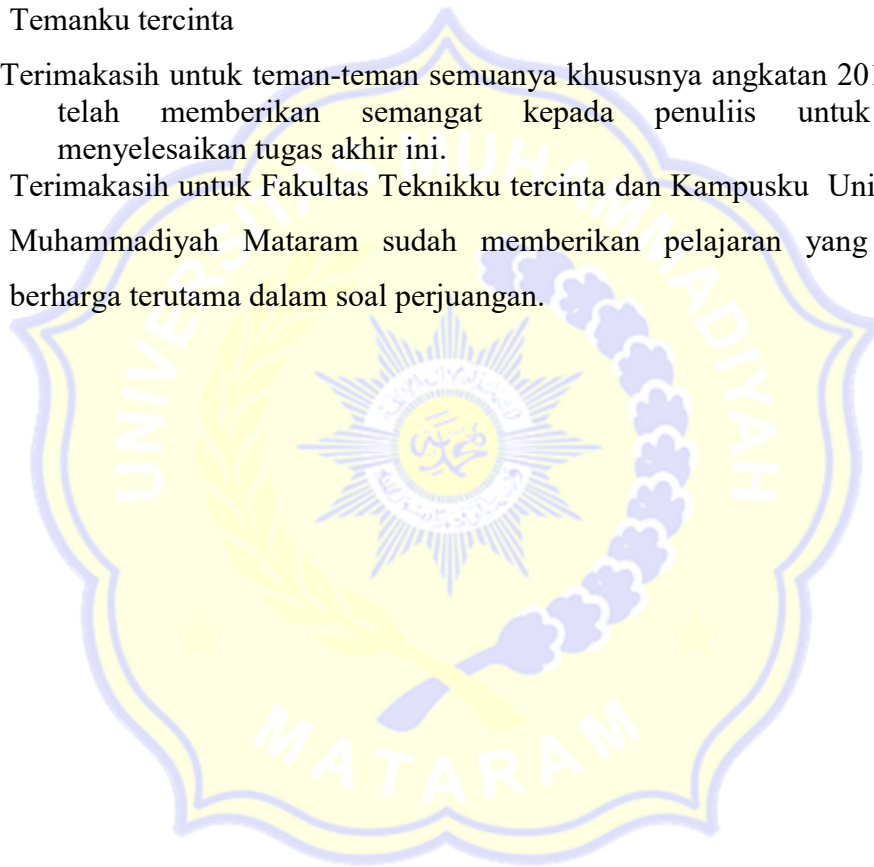
- Dosen Pembimbing

Bapak Dr.,Eng., M. Islamy Rusyda, ST.,MT. dan Dr.,Eng., Hariadi, ST.,MT yang telah memberikan arahan dan selalu meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan kepada penulis.

- Temanku tercinta

Terimakasih untuk teman-teman semuanya khususnya angkatan 2016 yang telah memberikan semangat kepada penuliis untuk terus menyelesaikan tugas akhir ini.

- Terimakasih untuk Fakultas Teknikku tercinta dan Kampusku Universitas Muhammadiyah Mataram sudah memberikan pelajaran yang sangat berharga terutama dalam soal perjuangan.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME.....	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
ABSTRAK.....	xix
ABSTRACT.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Perencanaan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Mamfaat Perencanaan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tujuan Pustaka.....	4
2.2 Bangunan Sabo	5
2.2.1 Pengertian bangunan sabo	5
2.2.2 Sabo dam	5
2.3 Analisa Data.....	6
2.3.1 Peta topografi DAS	6

2.3.2 Data geometri sungai	6
2.4 Analisa Hidrologi.....	7
2.4.1 Sumber data	7
2.4.2 Curah hujan daerah studi.....	7
2.4.3 Perhitungan curah hujan rerata	7
2.4.4 Uji kosistensi data hujan	9
2.4.5 Analisa distribusin frekuensi curah hujan rencana	10
2.4.6 Uji kecocokan sebaran / uji keselarasan distribusi.....	16
2.4.7 Perhitungan curah hujan rancangan	20
2.4.8 Kofesiean pengaliran.....	20
2.4.9 Distribusi hujan tiap jam.....	21
2.4.10 Debit banjir rancangan	22
2.5 Analisis Sedimen	23
2.5.1 Perhitungan volume sedimen sekali banjir	23
2.5.2 Perhitungan debit dan volume aliran debris.....	24
2.5.3 Perhitungan dimensi aliran debris.....	25
2.6 Perencanaan Struktur Bangunan Sabo Dam	26
2.6.1 Pengertian dan fungsi sabo dam.....	26
2.6.2 Dasar-dasar perencanaan sabo dam	27
2.6.3 Pemilihan lokasi.....	27
2.6.4 Pemilihan tipe sabo dam	28
2.6.5 Perencanaan struktur bangunan utama / main dam.....	28
2.6.5.1 Tinggi main dam	28
2.6.5.2 Dimensi kemiringan tubuh main dam	31
2.6.5.3 Dimensi kedalaman pondasi main dam	32
2.6.5.4 Perencanaan sayap	32
2.6.6 Perencanaan struktur bangunan pendukung.....	33
2.6.6.1 Perencanaan kolam olak / apron	33
2.6.6.2 Perencanaan sub dam.....	34
2.6.6.3 Perencanaan proteksi depan bangunan	35
2.6.6.4 Perencanaan dimensi celah / lubang alir.....	36

2.6.7 Analisa stabilitas bangunan sabo dam	37
2.6.7.1 Stabilitas main dam pada saat kondisi banjir	37
2.6.7.2 Stabilitas main dam pada saat kondisi normal	38
2.6.8 Analisatampung sedimen	39
BAB III METODELOGI	41
3.1 Lokasi Penelitian.....	41
3.2 Surve Pendahuluan.....	42
3.3. Studi Literatur	42
3.4. Pengumpulan Data	42
3.5. Perumusan Konsep Pengerjaan.....	43
3.6. Bagan Alir Perencanaan.....	45
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Analisa Data	46
4.1.1 Data peta topografi.....	47
4.1.2 Data geometri sungai	47
4.1.3 Analisa data hidrologi	48
4.1.3.1 Sumber data	48
4.1.3.2 Curah hujan daerah studi	48
4.1.3.3 Uji kosistensi dan hujan	49
4.1.3.4 Analisa frekuensi curah hujan rencana	52
4.1.3.5 Uji kecocokan sebaran / uji keselarasan distribusi	58
4.1.3.6 Perhitungan curah hujan rancangan	62
4.1.3.7 Kofesien pengaliran	64
4.1.3.8 Distribusi hujan tiap jam	65
4.1.3.8.1 Perhitungan debit banjir rancangan	67
4.2 Analisa Sedimen	77
4.2.1 Perhitungan volume sedimen sekali banjir	77
4.2.2 Perhitungan debit dan volume aliran debris.....	78
4.2.3 Perhitungan dimensi aliran debris.....	79

4.3	Perencanaan Kontruksi Bangunan Sabo Dam	82
4.3.1	Pemilihan jenis jaterial kontruksi.....	82
4.3.2	Perencanaan struktur bangunan utama / main dam.....	83
4.3.2.1	Tinggi main dam	83
4.3.2.2	Dimensi kemiringan tubuh main dam.....	87
4.3.2.3	Dimensi kedalaman pondasi main dam	89
4.3.2.4	Perencanaan sayap	90
4.4.3	Perencanaan struktur bangunan pendukung.....	92
4.4.3.1	Perencanaan kolam olak / apron	92
4.4.3.2	Perencanaan sub dam.....	95
4.4.3.3	Perencanaan proteksi depan bangunan	96
4.4.3.4	Perencanaan dimensi celah / lubang alir.....	97
4.5	Analisa Stabilitas Bangunan Sabo Dam	99
4.5.1	Stabilitas main dam pada saat kondisi banjir.....	99
4.5.2	Stabilitas main dam pada saat kondisi normal.....	105
4.5	Analisa Tampung Sedimen.....	110
BAB VI PENUTUP		113
6.1	Kesimpulan	113
6.2	Saran	114
DAFTAR PUSTAKA.....		115
LAMPIRAN.....	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n}	10
Tabel 2.2 Parameter statistic untuk menentukan jenis distribusi	16
Tabel 2.3 Nilai Kritis Derajat Kebebasan <i>Smirnov – Kolmogorov</i>	18
Tabel 2.4. Nilai Kritis Derajat Kebebasan Chi Square	19
Tabel 2.5. Koefisien Pengaliran	21
Tabel 2.6. Nilai Koefisien Limpasan (a)	29
Tabel 2.7. Tinggi Jagaan (<i>Freeboard</i>) Pada Pelimpah Sabo Dam	30
Tabel. 2.8. Tebal Pelimpah	30
Tabel. 2.9. Tebal Apron Untuk Lapisan Dasar Pasir Dan Kerikil	34
Tabel. 2.10. Standar Penetrasi Pondasi Kedalaman Tanah (D)	35
Tabel 4.1.Data Curah Hujan HarianMaksimum Stasiun Sambelia	49
Tabel 4.2. Uji RAPS Stasiun Sambelia	50
Tabel 4.3. Parameter Statistik Curah Hujan	53
Tabel 4.4. Parameter Statistik Curah Hujan Dengan Data Log	55
Tabel 4.5. Macam Distribusi dan Kriteria Pemilihannya	57
Tabel 4.6. Uji Keselarasan Sebaran Smirnov – Kolmogorov	59
Tabel 4.7. Uji Keselarasan Sebaran Dengan <i>Chi Square</i>	61
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Person Tipe III	62
Tabel 4.9. Distribusi Sebaran Metode Log Person Tipe III	64
Tabel 4.10. Koefisien Pengaliran Berdasarkan Tataguna Lahan	64
Tabel 4.11. Distribusi sebaran hujan jam – jaman	67
Tabel 4.12. Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	70
Tabel 4.13. Ordinat Banjir Rancangan 5 Tahun	72
Tabel 4.14. Ordinat Banjir Rancangan 10 Tahun	73
Tabel 4.15. Ordinat Banjir Rancangan 25 Tahun	74
Tabel 4.16. Ordinat Banjir Rancangan 50 Tahun	75
Tabel 4.17. Ringkasan Hasil Perhitungan Volume Dan Dimensi Aliran Debris Pada Bangunan Sabo Dam Sungai Nangka	82
Tabel 4.18. Tinggi Jagaan (<i>Freeboard</i>) Pada Pelimpah Sabo Dam	85

Tabel 4.19. Tebal Pelimpah	86
Tabel 4.20. Tebal Apron Untuk Lapisan Dasar Pasir Dan Kerikil	94
Tabel 4.21. Standar Penetrasi Pondasi Kedalaman Tanah (D)	96
Tabel 4.22. Data Saat Kondisi Banjir	100
Tabel 4.23. Gaya Horizontal Saat Kondisi Banjir	101
Tabel 4.24. Gaya Vertikal Saat Kondisi Banjir	102
Tabel 4.25. Data Sabo Dam Pada Saat Kondisi Normal	106
Tabel 4.26. Gaya Horizontal Pada Kondisi Normal	106
Tabel 4.27. Gaya Vertikal Pada Kondisi Normal	107



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Polygon Thiessen	19
Gambar 3.1. Pulau Lombok Dan Lokasi Sabo Dam	41
Gambar 3.2. Bagan Alur Perencanaan	45
Gambar 4.1. Pulau Lombok Dan Lokasi Sabo Dam	46
Gambar 4.2. Lokasi Sabo Dam	47
Gambar 4.3. Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	71
Gambar 4.4. Kurva Debit Banjir Rancangan Dengan Kala Ulang	76
Gambar 4.5. Sketsa Lebar Pelimpah, Tinggi Pelimpah Dan Tinggi Jagaan	86
Gambar 4.6. Sketsa Penampang Main Dam	89
Gambar 4.7. Sketsa Penampang Sayap Bangunan Sabo Dam	92
Gambar 4.8. Gaya Yang Bekerja Pada Main Dam Pada Saat Banjir	100
Gambar 4.9. Gaya Yang Bekerja Pada Main Dam Pada Saat Normal	105
Gambar 4.10. Sketsa Potongan Melintang Sungai Lokasi Sabo Dam	111
Gambar 4.11. Sketsa Potongan Memanjang Tampungan Sedimen	111

DAFTAR NOTASI

γ_c	= berat jenis batu kali (ton/m^3)
γ_w	= berat jenis air (ton/m^3) = $\tan^2\left(4,5 - \frac{\sigma}{2}\right)$
b_1	= lebar/tebal pelimpah bangunan sabo (m)
b_l	= lebar mercu <i>main dam</i> (m)
B_2	= Lebar dasar main dam (m)
B_d	= Lebar Aliran Debris (m^3)
C	= nilai cohesi tanah (Ton/m^2)
C_d	= Konsentrasi Sedimen Aliran Debris (m^3/dt)
D	= kedalaman pondasi (m)
d	= diameter maksimum bolder (m)
f	= Koefisien gesekan dasar main dam
f	= koefisien geser = 0,6
h_1	= tinggi muka air diatas pelimpah (m)
H_1	= tinggi tubuh bendung utama = $h_m + h_p$ (m)
H_d	= tinggi efektif sabo rencana (m)
hd	= Kedalaman Aliran Debris (m^3/dt)
H_d	= tinggi efektif bangunan sabo dam (m)
H_{debris}	= Tinggi Aliran Debris (m)
h_e	= tinggi efektif <i>main dam</i> (m)
h_p	= kedalaman pondasi (m)
h_p	= Kedalaman pondasi main dam (m)
h_u	= Tinggi Up Rush (m)
i	= <i>slope</i> / kemiringan alur sungai
K_a	= koefisien tekanan sedimen
K_a	= Kondisi tanah aktif
m	= kemiringan hulu <i>main dam</i> (ton)
m	= Kemiringan hulu main dam

m_1, m_2	= kemiringan talud kiri dan kanan pelimpah
M_g	= momen guling (Tm)
M_t	= momen tahan (Tm)
n	= kemiringan di hilir tubuh main dam (ton/m^3)
n	= kemiringan hilir <i>main dam</i> (ton)
n	= Kemiringan hilir main dam
P_{eh}	= tekanan sedimen arah horizontal (ton)
P_{ev}	= tekanan sedimen arah vertikal (ton)
$P_{H1,2}$	= tekanan air arah horizontal (ton)
$P_{V1,2}$	= tekanan air arah vertikal (ton)
q_d	= Debit Aliran Debris Per Satuan Lebar ($\text{m}^3/\text{dt}/\text{m}$)
Q_d	= Debit Puncak Aliran Debris (m^3/dt)
Q_d	= debit puncak bangunan sabo dam (m^3/dt)
Q_p	= debit rancangan kala ulang (m^3/dt)
Q_{ult}	= daya dukung ultimate tanah (Ton^2)
ΣH	= jumlah gaya-gaya horizontal (Ton)
ΣV	= jumlah gaya-gaya vertikal (Ton)
U	= Kecepatan Aliran Debris (m)
V_d	= Volume Aliran Debris (m)
V_{ec}	= Volume Sedimen Sekali Banjir (m)
$W_{1,2,3}$	= berat sendiri konstruksi (ton)
γ_m	= berat jenis material konstruksi (ton/m^3)
γ_s	= berat jenis sedimen (ton/m^3)
γ_{sub}	= berat jenis sedimen basah = $\gamma_s - \gamma_w$ (ton/m^3)
γ_w	= berat jenis air (ton/m^3)
γ	= rapat massa (Ton/m^3)
γ_m	= Berat jenis bahan konstruksi (t/m)
γ_s	= Berat jenis sedimen (t/m)
γ_{sub}	= Berat jenis sedimen submerged

γ_w	= Berat jenis air (t/m)
θ	= sudut geser ($^{\circ}$)
b_2	= lebar dasar pondasi Main Dam (m)
h_w	= tinggi air diatas peluap (m)
F_d	= gaya tumbukan aliran debris terhadap main dam (ton)



ABSTRAK

Sungai Nangka terletak di Desa Belanting, Kecamatan Sambalia, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Terjadinya hujan di daerah aliran sungai Nangka selama sehari-hari menyebabkan kelongsoran lereng perbukitan di daerah aliran sungai Nangka bagian hulu. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menanggulangi aliran debris secara efektif, efisien dan terarah, mengarahkan dan meredam aliran banjir debris, menganalisis debit banjir rancangan, menganalisis debit banjir dengan sedimen pada sungai Nangka di Kawasan Belanting serta untuk merencanakan Konstruksi Sabo Dam.

Ketersediaan data curah hujan dari tahun 2004 – 2018. Untuk uji data konsistensi hujan di gunakan metode RAPS. Pemilihan jenis sebaran atau distribusi menggunakan Log Pearson Type III selanjutnya di lakukan uji keselarasan distribusi dengan dua metode yaitu Smirnov-Kolmogorov dan Chi Square. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakyasu. Analisa sedimen untuk mengetahui volume sedimen dan debit aliran debrisnya kemudian di lakukan perencanaan untuk konstruksi main dam, sub dam dan kolam olak.

Dari hasil analisa maka di dapatkan nilai dari tinggi curah hujan rancangan periode ulang 50 tahun sebesar 754,393 mm dengan Luas daerah aliran sungai untuk Sabo Dam ini sebesar 35,34 km² dan di peroleh debit banjir rancangan sebesar 383,72 m³/det. Kemudian Hasil perencanaan Main Dam berupa : tinggi efektif Main Dam 11 m, kedalaman pondasi 4 m, tebal mercu Main Dam 3 m, lebar dasar Main Dam 15,75 m dengan kemiringan badan Main Dam arah hulu 0,6 dan arah hilir 0,25. Konstruksi Main Dam, Sub Sabo Dam dan Apron menggunakan pasangan batu dangan campuran 1 Pc : 4 Pcr.

Kata kunci : Debit, Aliran debris, Sedimen, Sungai Nangka, Sabo Dam

ABSTRACT

Nangka river is located in Belanting Village, Sambalia District, East Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province. The occurrence of rain in the watershed of the Nangka River for days caused the sliding of the hilly slopes in the upper of Nangka river basin. The purpose of this planning is to control the debris flow effectively, efficiently and directed, direct and reduce the flow of debris flood, analyze designed flood discharge, analyze flood discharge with sediment on the Nangkariver in the Belanting area, and to plan the Sabo Dam construction.

Availability of rainfall data from 2004 – 2018 to test the consistency of rain data, the RAPS method is used. Log Pearson Type III is used to select the type of distribution then checked the distribution alignment with two methods, namely Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square. The design of flood discharge calculations used the Nakyasu synthetic unit hydrograph method. Sediment analysis is to determine the volume of sediment and debris flow, then planning for the construction of the main dam, sub dam, and Olakpond.

Based on the results of the analysis, the value of the high rainfall design for the return period of 50 years is 754,393 mm. The area of the river basin for this Sabo Dam is 35.34 km², and the design flood discharge is 383.72 m³ / s. Then the results of the Main Dam planning are: Main Dam effective height is 11 m, foundation depth 4 m, Main Dam lighthouse thickness 3 m, Main Dam bottom width 15.75 m with Main Dam body slope 0.6 upstream and downstream 0.25. The construction of Main Dam, Sub Sabo Dam and Apron used masonry with a mixture of 1 Pc: 4 Pcr.

Keywords: Discharge, Debris flow, Sediment, Nangka River, Sabo Dam



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Nangka terletak di Desa Belanting, Kecamatan Sambalia, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Daerah pengaliran sungai Nangka seluas 35,34 km², sungai Nangka mempunyai utilitas cukup tinggi, yaitu pemanfaatan untuk pertanian, air baku dan tambak. Kondisi sungai memiliki morfologi sangat curam di bagian hulu dan landai di bagian hilir. Tata guna lahan pada daerah aliran sungai Nangka terdiri dari hutan, sawah, kebun, ladang dan pemukiman. (Sumber, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam pekerjaan Master Plan Penanggulangan Sedimen dan Detail Desain Bangunan Pengendali Sedimen Di Kawasan Belanting Kabupaten Lombok Timur, Tahun 2019).

Terjadinya hujan di daerah aliran sungai Nangka selama hari berturut-turut menyebabkan kelongsoran lereng perbukitan di daerah aliran sungai Nangka bagian hulu. Material longsoran berupa tanah, pasir batu dari ukuran kecil sampai besar, dan batang-batang pohon bercampur dengan air mengalir ke hilir mengakibatkan bencana pada daerah yang di lalunya.

Bencana ini terjadi pada tanggal 13 Maret 2012 (detikNews, Rabu 14 Maret 2012, jam 12:50 WIB, <http://m.detik.com/news/berita/d-1866911/banjir-bandang-terjang-lombok-timur-1000-jiwa-diungsikan>).

Dengan dampak negatif: korban jiwa, kerugian material, kerugian non materi, rusak infrastruktur, dan kerusakan hebat pada lingkungan sungai dan masyarakat. Perubahan morfologi sungai berupa pendangkalan, pemindahan alur, bahkan hilangnya alur sungai lama akan sangat berbahaya jika tidak di tagani secara seksama dan secepat mungkin.

Dalam Tugas Akhir ini, direncanakan Sabo Dam dengan tipe terbuka (tipe lubang). Kelebihan Sabo Dam tipe terbuka, aliran debris akan

tertahan sementara kemudian secara berangsur-angsur sedimen yang terendap akan mengalir ke hilir pada saat banjir besar maupun banjir kecil. Dengan mengalirnya sedimen ke hilir secara perlahan, maka akan mengurangi jumlah sedimen yang tertampung sehingga Sabo Dam tersebut masih mampu untuk menahan sedimen akibat banjir lahar berikutnya. Sabo Dam merupakan salah satu upaya untuk mengendalikan atau mengamankan erosi dan banjir lahar dingin.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini yang berlokasi di kawasan Belanting – Sambalia adalah sebagai berikut:

1. Berapa besarnya debit banjir rancangan yang di rencanakan dengan priode kala ulang 50 tahun pada sungai nangka di kawasan belanting?
2. Berapa besar debit banjir dengan sedimen pada sungai nangka di kawasan belanting?
3. Bagaimana dimensi sabo dam yang direncanakan untuk pengendalian banjir pada sungai Nangka kawasan Belanting?

1.3 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Untuk menganalisis debit banjir rancangan yang di rencanakan dengan priode kala ulang 50 tahun pada sungai nangka di kawasan belanting.
2. Untuk menganalisis debit banjir dengan sedimen pada sungai Nangka di kawasan Belanting.
3. Untuk merencanakan Sabo Dam sebagai pengendalian banjir pada sungai Nangka kawasan Belanting

1.4 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi ini dilakukan di kawasan Belanting Lombok Timur
Analisa perhitungan debit air hujan menggunakan periode kala ulang 50 tahun.
2. Menganalisa debit yang mengalir pada sungai Nangka kawasan Belanting Lombok Timur.
3. Merencanakan bangunan banjir dengan menggunakan bangunan Sabo Dam.
4. Tidak menghitung biaya konstruksi Sabo Dam (RAB).
5. Tidak memperhitungkan kapasitas bangunan pengendali sedimen yang sudah ada (eksisting).

1.5 Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat yang diharapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis sebagai syarat pengajuan tugas akhir semester dan mampu untuk merencanakan sabo dam.
2. Bagi pembaca, agar hasil penelitian ini dapat menambah wawasan tentang perencanaan sabo dam dan menjadikan sebuah referensi bagi yang ingin meneliti tentang perencanaan sabo dam di kemudian hari.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Bab tinjauan pustaka ini membahas beberapa teori yang berkaitan dengan perencanaan Sabo Dam di Sungai Nangka Kabupaten Lombok Timur. Pada perencanaan Sabo Dam, selain diperlukan tinjauan mengenai desain Sabo Dam, diperlukan juga tinjauan mengenai pola tindakan pengendalian aliran debris untuk menentukan lokasi perencanaan Sabo Dam yang sesuai. Ada beberapa penelitian atau perencanaan terdahulu yang serupa antara lain :

Efendi (2007) dalam tugas akhirnya dengan judul “Perencanaan Sabo Dam dan Bendung di Kali Putih Kabupaten Magelang Propinsi Jawa Tengah”. Pada perencanaan ini data hujan yang dipakai menggunakan metode rata-rata aljabar. Perhitungan debit banjir rencananya mengambil periode dengan kala ulang 50 tahun dan pada rencana pembebanan memperhitungkan stabilitas sabo dam yang aman terhadap gaya penggulingan, geser, dan penurunan (*settlement*) saat kondisi banjir, normal dan akibat gempa.

Widiyanto (2010) dalam tugas akhirnya dengan judul “Perencanaan Sabo Dam di Kali Cepe Kabupaten Bangka- Bangka Belitung”. Perencanaan peluap Sabo Dam di desain untuk mampu melewati debit banjir rancangan (Qrancangan). Dari data hujan yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan metode analisis frekuensi sehingga di peroleh curah hujan dengan periode ulang 2,5,10,25,50 dan 100 tahun. Desain debit banjir rancangan dihitung dengan menggunakan 3 metode yaitu Metode HSS Gama I, Metode HSS Nakayasu dan Metode Rasional. Perhitungan perencanaan *main dam*, sub dam, apron, fondasi dan dinding tepi di hitung berdasarkan manual perencanaan Sabo dan mengacu pada SNI 1991 tentang bendung penahan sedimen.

Langkah awal dari setiap perencanaan suatu proyek khususnya untuk perencanaan bangunan-bangunan air, didahului dengan perhitungan analisa curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk merencanakan bangunan, baik dimensinya maupun usia gunanya, dengan pertimbangan bahwa setiap proyek atau bangunan direncanakan untuk keperluan dimasa yang akan datang.

Pada analisa ini data curah hujan yang digunakan adalah data hujan selama 15 (lima belas) tahun pengamatan. Analisa curah hujan dalam perencanaan bangunan air diperlukan untuk menghitung debit banjir rencana yang mungkin terjadi selama masa efektif dari bangunan tersebut.

2.2. Bangunan Sabo

2.2.1 Pengertian bangunan sabo

Menurut Zaini (2005), dalam pengertiannya, Sabo adalah suatu terminologi teknik berasal dari bahasa Jepang “Sa” dan “Bo” yang dalam pengertian secara luas berarti *erosion and sediment control works* atau pengendalian erosi dan sedimen. Istilah Sabo berarti penanggulangan pasir dan kerikil yang pada hakekatnya merupakan usaha untuk mencegah lahan pegunungan terhadap kerusakan akibat erosi, melindungi penduduk dan infrastruktur dibagian hilir terhadap ancaman bencana akibat erosi dan sedimen.

Menurut Yokota (1971) fungsi dasar berbagai fasilitas bangunan pengendalian sedimen (Sabo) adalah sebagai berikut:

1. Berfungsi menangkap aliran debris sehingga debit aliran berkurang.
2. Berfungsi mengarahkan dan memperlambat kecepatan aliran debris.
3. Berfungsi sebagai tempat pengendapan aliran debris.
4. Penyediaan lahan (hutan) berfungsi sebagai tempat untuk penyebaran dan penghambat aliran debris.
5. Berfungsi sebagai pengarah aliran untuk mencegah penyebaran aliran debris.
6. Berfungsi untuk membatasi terjadinya aliran debris.

2.2.2 Sabo dam

Sabo Dam merupakan salah satu dari macam-macam fasilitas bangunan Sabo. Fungsi utama Sabo Dam adalah untuk menahan dan mengendalikan aliran sedimen yang akan mengalir ke hilir. Berdasarkan mekanisme pengendalian aliran debris, Sabo Dam dapat dibedakan menjadi dua yaitu Sabo Dam tipe tertutup dan Sabo Dam tipe terbuka (Cahyono, 2000).

Sabo dam tipe tertutup akan segera dipenuhi sedimen, sekali pun terjadi banjir aliran debris sedimen/lahar yang kecil. Sehingga saat terjadi banjir aliran debris sedimen / lahar yang besar dimana sangat membahayakan dan merusak, kemampuan sabo dam mengurangi volume sedimen sudah sangat terbatas.

Sabo dam tipe terbuka dapat dibedakan menjadi tipe saluran dan tipe kisi-kisi. Tipe saluran dapat dibedakan menjadi tipe lubang dan tipe slit. Sabo dam tipe terbuka dengan kisi-kisi yang terbuat dari pipa-pipa baja belum pernah dibuat di Indonesia. Karena harganya relative mahal. Prinsip sabo dam terbuka adalah main dam diberi lubang sesuai dengan persyaratan agar mampu mengalirkan sedimen ke hilir secara perlahan dan bertahap pada saat banjir.

2.3. Analisa Data

2.3.1. Peta topografi DAS

Peta topografi diperlukan untuk menentukan batas Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berkontribusi terhadap aliran di sungai di lokasi letak Sabo dam berada. Semua anak sungai yang mengalir kedalam sungai di hulu Sabo dam merupakan bagian dari DAS.

Peta topografi juga digunakan untuk menentukan lokasi stasiun hujan, *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) dan stasiun meteorologi yang ada yang akan dipakai dalam Analisis apakah letaknya di dalam atau di sekitar DAS. Selain itu peta topografi juga digunakan untuk menentukan karakteristik DAS seperti panjang sungai utama, kemiringan rata-rata, dan ketinggian titik-titik dalam DAS.

2.3.2. Data geometri sungai

Berdasarkan dari data sekunder yang diperoleh mengenai data geometri pada Sungai Nangka seperti, luas daerah aliran sungai (DAS), panjang sungai, kemiringan dasar sungai dan besarnya aliran dasar atau *base flow*. Untuk kondisi penggunaan lahan di lokasi perencanaan (DAS Nangka) umumnya didominasi oleh areal Hutan kemudian sisanya merupakan areal perkebunan, areal semak/belukar, areal tegalan/ladang, areal persawahan dan areal permukiman.

2.4. Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidrolik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya.

2.4.1 Sumber data

Data curah hujan merupakan data yang sangat penting dalam analisis hidrologi, karena data ini merupakan masukan (*input*) air di suatu wilayah atau daerah aliran sungai.

2.4.2 Curah hujan daerah studi

Data curah hujan diambil dari data curah hujan yang tercatat pada stasiun – stasiun penakar hujan yang berpengaruh terhadap daerah aliran sungai (DAS) yang berada di daerah studi.

2.4.3 Perhitungan curah hujan rerata

Curah hujan rerata dapat ditentukan dengan menggunakan metode polygon thessen. Dengan menyediakan suatu faktor pembobot bagi masing- masing stasiun. Cara penggambaran polygon Thiesen adalah sebagai berikut :

- 1) Stasiun diplot pada suatu peta kemudian hubungkan masing-masing stasiun dengan stasiun yang lain dengan sebuah garis bantu.

- 2) Tentukan titik potong polygon dengan garis bantu dengan cara membagi dua sama panjang setiap garis bantu yang menghubungkan dua stasiun tersebut.
- 3) Kemudian tarik garis polygon tegak lurus terhadap garis bantu yang menghubungkan dua stasiun melalui dua titik potong tadi yang terbagi sama panjang. Kemudian rangkaikan garis-garis yang tegak lurus tersebut hingga membentuk suatu polygon.

Sisi-sisi setiap poligon merupakan batas luas daerah efektif daerah tangkapan air hujan yang diasumsikan untuk stasiun tersebut. Luas masing-masing poligon ditentukan dengan Planimetri dan dinyatakan dalam prosentase dari luas keseluruhan tangkapan air hujan.

Cara polygon thiessen ini berdasarkan rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung diantara dua buah pos penakar dapat dihitung dengan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2. (Sumber: Harto, 1993).

Seperti contoh berikut $A_1 + A_2 + \dots + A_n = A$, merupakan jumlah luas daerah/seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

$$C = \frac{A}{\sum A'} \quad (2.1)$$

Dengan :

C = Koefisien Thiessen pos penakar pada suatu titik

A = Luas pengaruh stasiun pengamatan pada suatu titik

$\sum A$ = Total luas pengaruh stasiun pengamatan di semua titik

Jika pos penakar 1 menakar tinggi hujan R_1 , pos penakar 2 menakar hujan R_2 hingga pos penakar n menakar hujan R_n , maka

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n}{A_{total}} \quad (2.2)$$

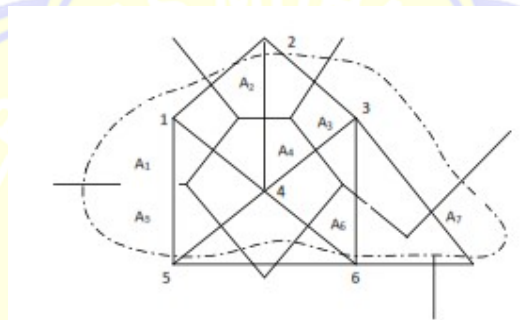
Dengan :

\bar{R} = Curah hujan daerah

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di titik pengamatan

A_1, A_2, \dots, A_n = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan

Cara polygon thiessen dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luar daerah yang diwakili. Dengan menggunakan cara thiesen ini akan memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aljabar contoh peta polygon thiessen dapat dilihat pada gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4. Peta Polygon Thiessen

(Sumber: Harto, 1993)

2.4.4 Uji konsistensi data hujan

Salah satu cara yang dilakukan untuk mendeteksi penyimpangan data hujan adalah dengan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Metode RAPS merupakan pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan komulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya dapat di hitung menggunakan persamaan 2.3, samapi dengan persamaan 2.7. (Harto, 1993) berikut:

Persamaan umum yang digunakan adalah:

$$Sk^* = (X - \bar{X}) \quad (2.3)$$

$$Dy^2 = \frac{(X - \bar{X})^2}{n} \quad (2.4)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, n$$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{\sqrt{\sum Dy^2}} \quad (2.5)$$

Dengan:

n = banyak tahun
 X = data curah hujan ke- i
 \bar{X} = rata-rata curah hujan

Sk*, Sk**, Dy = nilai statistic

Nilai Statistik (Q)

$$Q = |Sk^{**}| \text{ maks} \quad (2.6)$$

Nilai Statistik (R)

$$R = Sk^{**} \text{ maks} - Sk^{**} \text{ min} \quad (2.7)$$

Dengan melihat nilai statistik di atas, maka dicari nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n} . Hasil yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai kritis. Jika hasilnya lebih kecil dari tabel, maka data masih dalam batasan konsisten dan data dapat digunakan. Nilai Q dan R dapat dilihat pada tabel 2.1. (Sumber: Harto, 1993) berikut ini.

Tabel 2.1 Nilai Q/\sqrt{n} dan R/\sqrt{n}

N	Q/\sqrt{n}			R/\sqrt{n}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
>100	1,22	1,36	1,53	1,62	1,75	2,00

(Sumber: Harto, 1993)

2.4.5 Analisis distribusi frekuensi curah hujan rencana

Berdasarkan curah hujan tahunan, perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian maksimum tersebut untuk menentukan debit banjir rencana. Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya dispersi adalah dengan pengukuran dispersi.

1. Pengukuran Dispersi

Untuk memudahkan perhitungan dispersi maka dilakukan perhitungan parameter statistik untuk nilai $(X-\bar{X})$, $(X-\bar{X})^2$, $(X-\bar{X})^3$ dan $(X-\bar{X})^4$ terlebih dahulu, Dengan : X = besarnya curah hujan daerah (mm)

\bar{X} = rata-rata curah hujan daerah (mm).

Berikut ini adalah macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Devisiasi Standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

(2.8)

2. Koefisien Skeweness

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Perhitungannya digunakan Persamaan 2.9. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_s = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.9)$$

3. Pengukuran Kutosis (Ck)

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Perhitungannya digunakan Persamaan 2.10. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) S^4} \quad (2.10)$$

4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi. Perhitungannya menggunakan Persamaan 2.11. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.11)$$

2. Pengukuran Dispersi Dengan Data Log

Untuk memudahkan perhitungan dispersi maka dilakukan perhitungan parameter statistik untuk nilai $(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})$, $(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^2$, $(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^3$ dan $(\text{Log}X - \text{Log}\bar{X})^4$ terlebih dahulu, dengan :

X = besarnya curah hujan daerah (mm)

\bar{X} = rata-rata curah hujan daerah (mm).

Berikut ini adalah macam pengukuran dispersi antara lain sebagai berikut :

1. Devisiasi Standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (2.12)$$

2. Koefisien Skeweness

Kemencengan (*Skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Perhitungannya digunakan Persamaan 2.13. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.13)$$

3. Pengukuran Kutosis (Ck)

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Perhitungannya digunakan Persamaan 2.14. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^4}{(n-1)(n-2) S^4} \quad (2.14)$$

4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi. Perhitungannya menggunakan Persamaan 2.15. (Sumber: Harto, 1993) berikut :

$$C_v = \frac{S}{\log \bar{x}} \quad (2.15)$$

3. Pemilihan Jenis Sebaran

Dalam statistik dikenal beberapa jenis distribusi, diantaranya yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Gumbel Tipe I
3. Distribusi Log Pearson Tipe III

1. Distribusi Normal

Persamaan umum yang digunakan 2.16. (Sumber: Triatmodjo, 2008) adalah:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.16)$$

Dengan:

X_T = besarnya curah hujan rancangan (mm),

\bar{X} = nilai rata-rata curah hujan (mm),

K_T = faktor frekuensi,

S = standar deviasi

1. Distribusi Log Normal

Persamaan umum yang digunakan 2.17. (Sumber: Triatmodjo, 2008) adalah:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (2.17)$$

Dengan:

X_T = besarnya curah hujan rancangan (mm),

\bar{X} = nilai rata-rata curah hujan (mm),

K_T = faktor frekuensi,

S = standar deviasi

2. Distribusi Gumbel

Persamaan umum yang digunakan 2.18 sampai dengan persamaan 2.21.

(Sumber: Triatmodjo, 2008) berikut:

$$X_T = b + \left(\frac{1}{a}\right) Y_T \quad (2.18)$$

$$\frac{1}{a} = \frac{S}{S_n} \quad (2.19)$$

$$b = \bar{X} - \frac{S}{S_n} Y_n \quad (2.20)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.21)$$

Dengan :

\bar{X} : rata-rata curah hujan (mm),

Y_n : reduced variate sebagai fungsi periode T,

Y_t : $\ln(\ln(T-1)/T)$,

S_n : *reduced standard deviation* sebagai fungsi dari

banyaknya data.

3. Distribusi Log Pearson Tipe III

Langkah-langkah perhitungan dengan cara ini dan menggunakan persamaan 2.22 sampai dengan persamaan 2.25. (Sumber: Triatmodjo, 2008) adalah sebagai berikut:

a. Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (2.22)$$

b. Hitung harga standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.23)$$

c. Hitung koefisien kepencengan (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log \bar{X})^3} \quad (2.24)$$

d. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T :

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.S \quad (2.25)$$

e. Hitung anti log X_T untuk mendapatkan curah hujan rencana dengan kala ulang T.

Dengan :

X_T : curah hujan harian maksimum pada periode ulang T tahun,

S : standar deviasi,

$\log \bar{X}$: harga rata-rata log dari curah hujan harian maksimum,

C_s : koefisien kepencengan,

n : jumlah t yang diobservasi,

X_T : curah hujan yang diperkirakan dengan periode ulang tertentu

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien skewness (kecondongan atau kemencengan) dan koefisien kurtosis. Parameter statistik yang diperlukan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data maka di gunakan persamaan 2.26 sampai dengan persamaan 2.30. (Triatmodjo, 2008) berikut:

a. Rata-rata hitung (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2.26)$$

Dengan:

\bar{X} = nilai rerata curah hujan (mm)

X_i = data curah hujan (mm)

n = jumlah data

b. Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.27)$$

c. Koefisien variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.28)$$

d. Koefisien kemencengan (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.29)$$

e. Koefisien kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (2.30)$$

Dalam penentuan distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel 2.2. (Sumber: Triatmodjo, 2008) berikut:

Tabel 2.2 Parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0, C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = 3 C_v$
3	Gumbel	$C_s = 1,14, C_k = 5,4$
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai di atas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.4.6 Uji kecocokan sebaran / uji keselarasan distribusi

Uji kecocokan dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang terpilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada. Untuk melakukan uji ini, maka data dan hasil yang diperoleh secara teoritik harus diplot pada kertas distribusi frekuensi sesuai dengan metode yang digunakan (Triatmodjo, 2008).

1. Uji Sebaran *Smirnov – Kolmogorov*

Uji keselarasan Smirnov – Kolmogorov, sering juga uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu maka, Untuk melakukan uji Smirno-Kolmogorov, data curah hujan harian maksimum tahunan di susun dari angka terkecil ke angka terbesar. Sedangkan untuk menghitung probabilitasnya digunakan persamaan 2.31 sampai dengan persamaan 2.36 dan nilai kritisnya menggunakan tabel 2.3 (Sumber: Triatmodjo, 2008) berikut:

$$P(x_t) = \frac{m_l}{n+1} \quad (2.31)$$

$$P(x_{<}) = 1 - P(x_t) \quad (2.32)$$

$$F(t) = \frac{X - X_{rt}}{S} \quad (2.33)$$

$$P'(x_t) = \frac{m_l}{n-1} \quad (2.34)$$

$$P'(x_{<}) = 1 - P(x_t) \quad (2.35)$$

$$D = P(x_{<}) - P'(x_{<}) \quad (2.36)$$

Dengan:

- P = Probabilitas
- X = Nilai curah hujan yang ke 1
- Xrt = rata-rata curah hujan
- S = standar deviasi
- n = Jumlah data
- m_l = Nomer urut data dari seri data yang telah disusun
- D = Nilai hasil probabilitas

Tabel 2.3 Nilai Kritis Derajat Kebebasan *Smirnov – Kolmogorov*

a \ n	0,200	0,100	0,050	0,010
5	0,450	0,510	0,560	0,670
10	0,320	0,370	0,410	0,490
15	0,270	0,300	0,340	0,400
20	0,230	0,260	0,290	0,360
25	0,210	0,240	0,270	0,320
30	0,190	0,220	0,240	0,290
35	0,180	0,200	0,230	0,270
40	0,170	0,190	0,210	0,250
45	0,160	0,180	0,200	0,240
50	0,150	0,170	0,190	0,230
n > 50	$\frac{1,07}{n^{0,5}}$	$\frac{1,22}{n^{0,5}}$	$\frac{1,36}{n^{0,5}}$	$\frac{1,63}{n^{0,5}}$

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2. Uji Sebaran *Chi Square*

Metode ini digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal, yang ditentukan menggunakan persamaan 2.37 sampai dengan persamaan 2.41. dan menggunakan nilai kritis derajat kebebasan pada tabel 2.4. (Sumber: Triatmodjo, 2008)

$$X = \frac{\sum(Ef - Of)^2}{Ef} \quad (2.37)$$

a. Penentuan jumlah kelas

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (2.38)$$

b. Penentuan interval kelas

$$IK = \frac{\text{nilai data terbesar} - \text{nilai data terkecil}}{n} \quad (2.39)$$

c. Penentuan jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke- i, (Ef)

$$Ef = \frac{n}{K} \quad (2.40)$$

d. Pembagian interval kelas

$$P1 = \text{nilai data terkecil} + (IK \times Ef)$$

$$P2 = \text{batas akhir kelas I} \times (IK \times Ef)$$

$$P3 = \text{batas akhir kelas II} (IK \times Ef)$$

$$P4 = \text{batas akhir kelas III} (IK \times Ef)$$

$$P5 = \text{batas akhir kelas IV} (IK \times Ef)$$

e. Derajat kebebasan

$$DK = K - (P + 1) \quad (2.41)$$

Dimana:

K = Jumlah Kelas

IK = Interval kelas

Ef = nilai teoritis

DK = derajat kebebasan

P = parameter chi square = 1

n = jumlah data

Tabel 2.4. Nilai Kritis Derajat Kebebasan Chi Square

Derajat Bebas (g)	0,200	0,100	0,050	0,010	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	7,289	9,236	11,070	15,086	20,517
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,987	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.4.7 Perhitungan curah hujan rancangan

Curah hujan rancangan atau curah hujan rencana merupakan besaran hujan dengan kala ulang tertentu, misal X_{100} merupakan besaran hujan dengan kala ulang 100 tahun dengan pengertian bahwa hujan sebesar itu atau lebih diprediksi akan terjadi sekali selama kurun waktu 100 (seratus) tahun.

Berdasarkan dari hasil perhitungan analisis frekuensi curah hujan didapat bahwa syarat distribusi sebaran yang memenuhi syarat adalah distribusi dengan metode Log Pearson Type III

1. Devisiasi Standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (2.42)$$

2. Koefisien Skeweness

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } x - \text{Log } \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (2.43)$$

Perhitungan curah hujan dengan cara analitis log pearson tipe III. Untuk periode ulang menggunakan persamaan 2.44. (Sumber: Triatmodjo, 2008)

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X + K. x \text{ Sd}_{\text{Log}X_t} \quad (2.44)$$

2.4.8 Koefisien pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan penyebab limpasan. Pada studi ini, koefisien pengaliran ditetapkan berdasarkan kondisi tata guna lahan. Bila tidak terdapat pengukuran limpasan yang terjadi maka untuk DPS tertentu besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.5. (Sosrodarsono, 1978: 145) :

Harga koefisien pengaliran ditentukan berdasarkan penggunaan lahan pada lokasi perencanaan. Berdasarkan dari lampiran Tabel 2.5 menunjukkan nilai koefisien pengaliran yang berbeda untuk setiap tipe daerah berdasarkan penggunaan lahannya.

Tabel 2.5. Koefisien Pengaliran

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran
Daerah pegunungan berlereng terjal	0,75 – 0,90
Daerah perbukitan	0,70 – 0,80
Daerah bergelombang yang bersemak-semak	0,50 – 0,75
Daerah dataran yang digarap	0,45 – 0,60
Daerah persawahan irigasi	0,70 – 0,80
Sungai di daerah pegunungan	0,75 – 0,85
Sungai kecil di daerah dataran	0,45 – 0,75
Sungai besar dengan wilayah pengaliran yang lebih dari seperduanya terdiri dari dataran	0,50 – 0,75

Sumber : Sosrodarsono, 1978: 145

Koefisien pengaliran

$$(C) = \frac{(A1 \times C1)(A2 \times C2)(A3 \times C3)(A4 \times C4)(A5 \times C5)A6 \times C6}{A}$$

Dengan :

A = luas lahan (km²)

C_{1,2,3.....4} = koefisien pengaliran

C = nilai koefisien

2.4.9 Distribusi hujan tiap jam

Untuk mentransformasikan curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan diperlukan curah hujan jam-jaman. Pembagian curah hujan tiap jam dihitung berdasarkan persamaan 2.45 sampai 2.48. (Suyono, 1989). Adapun langkah perhitungannya sebagai berikut:

a. Persamaan rata-rata curah hujan sampai jam ke-t

$$R_t = \frac{R_{24}}{T} \left(\frac{T}{t} \right)^{2/3} \quad (2.45)$$

Dengan :

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

R₂₄ = curah hujan harian maksimal dalam 24 jam (mm),

T = periode hujan (jam),

t = jumlah jam-jaman (jam).

b. Curah hujan pada jam ke-t

$$R_t = T \times R_{24} - (T-1) \times R(t-1) \quad (2.46)$$

Dengan :

t = waktu hujan (jam)

c. Curah hujan efektif

$$R_e = R_t \times R_n \quad (2.47)$$

$$R_n = C \times RT \quad (2.48)$$

Dengan :

R_e = hujan efektif pada jam ke-t (mm),

- C = koefisien pengaliran,
 R_n = kemungkinan hujan pada T tahun (mm)
 R_T = curah hujan Tahun ke-

2.4.10 Debit banjir rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan menggunakan persamaan 2.49 sampai 2.55 berikut (Soemarto, 1987):

$$Q_p = \frac{A R_o}{3,6 (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad (2.49)$$

Dengan:

- Q_p = debit puncak banjir (m^3/dtk)
 A = luas DAS (Km^2)
 R_o = hujan satuan (1 mm)
 T_p = selang waktu terakhir sampai puncak banjir (jam)
 $T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

$$\text{Aliran dasar sungai} = 0.4751 A^{0.644} D^{0.943} \quad (2.50)$$

- dengan: D = kerapatan jaringan kuras (L/A)
 A = luas DAS (Km^2)
 L = panjang sungai (Km)

Bagian lengkung naik (*rising limb*) mengikuti persamaan berikut:

$$Q_a = \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.4} \quad (2.51)$$

Dengan:

- Q_a = limpasan sebelum mencapai puncak (m^3/dtk)
 T_p = selang waktu terakhir sampai puncak banjir (jam)

Bagian lengkung turun (*decreasing limb*) mengikuti persamaan berikut:

$$- Q_d > 0,3 Q_p$$

$$Q_d = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \quad (2.52)$$

$$- 0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p$$

$$Q_d = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5 \times T_{0,3}}{1,5 \times T_{0,3}}\right)} \quad (2.53)$$

$$- 0,3^2 Q_p > Q_d$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5 \cdot T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}}\right)} \quad (2.54)$$

Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak (T_p)

$$T_p = T_g + 0,8 T_r \quad (2.55)$$

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

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

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \text{ (jam)}$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g \text{ (jam)}$$

Nilai α (koefisien limpasan) (Soemarto,1987) :

- Untuk daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$
- Untuk bagian naik hidrograf lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1.5$
- Untuk bagian naik hidrograf cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

2.5. Analisis Sedimen

2.5.1. Perhitungan volume sedimen sekali banjir

Didalam perhitungan analisis sedimen diantaranya untuk menentukan jumlah volume sedimen yang terjadi berdasarkan debit rencana yang digunakan,

maka di perlukan beberapa data yang dapat mempermudah pada saat melakukan

perhitungan. Data-data tersebut diantaranya merupakan hasil perhitungan dari

analisis hidrologi dan data sekunder dari data geometri sungai dan data laporan

hasil penyelidikan tanah yang didapat dari instansi terkait serta dari

sumber

referensi yang ada.

- a. Perhitungan konsentrasi sedimen aliran debris (C_d) dapat digunakan persamaan 2.56. (Mizuyama, 1988).

$$C_d = \frac{\rho_w \times \text{tg}\theta}{(\rho_s - \rho_w) \times (\text{tg}\phi - \text{tg}\theta)} \quad (2.56)$$

Syarat = Jika $C_d < 0,3$ maka diambil 0,3

- b. Perhitungan volume sedimen sekali banjir (V_{ec}).

Volume sedimen yang dapat diangkut dalam satu kali banjir debris dapat dihitung dengan menggunakan persamaan empiris 2.57. (Mizuyama, 1988) berikut :

$$V_{ec} = \frac{R_{24} A 10^3}{l K v} \frac{C_d}{1 - C_d} f_r \quad (2.57)$$

2.5.2. Perhitungan debit dan volume aliran debris

Dalam perhitungan debit rencana aliran debris digunakan adalah gabungan antara massa air dan massa sedimen dengan menggunakan debit banjir rencana periode kala ulang yang didapatkan dari hasil perhitungan.

- a. Perhitungan Debit Puncak Aliran Debris (Q_d) dapat digunakan persamaan 2.58. (SNI 03-2415-2004, Tata cara perhitungan debit banjir) berikut:

$$Q_d = \alpha \times Q_p \quad (2.58)$$

$$Q_d = \frac{c}{c - c_d} \times Q_p$$

- b. Volume Aliran Debris

Untuk perhitungan volume aliran debris dapat digunakan persamaan 2.59. (SNI 03-2415-2004, Tata cara perhitungan debit banjir) berikut :

$$V_d = 500 \times Q_d \quad (2.59)$$

2.5.3. Perhitungan dimensi aliran debris

Melalui penelitian yang telah dilakukan terhadap model fisik aliran debris, maka lebar maksimum aliran debris dapat di estimasi dengan mengalikan

kofisien nilai luasan suatu DAS dengan besarnya debit rencana kala ulang yang digunakan persamaan 2.60 sampai dengan persamaan 2.68. (SNI 03-2415-2004, Tata cara perhitungan debit banjir).

a. Lebar maksimum aliran debris (B_d)

$$B_d = 5 \times Q_p^{0,5} \quad (2.60)$$

b. Debit aliran debris per satuan lebar

$$q = \frac{Q_d}{B_d} \quad (2.61)$$

$$q_d = \alpha \times q$$

$$q_d = \frac{c}{c - c_d} \times q$$

c. Kecepatan aliran debris (U)

$$U = k_1 \times \left(\frac{q_d^2}{g \cdot d^2} \right)^{0,2} \times g \times d \quad (2.62)$$

- Konstanta kecepatan aliran (k₁)

$$k_1 = \frac{0,693 \cdot \sin \theta^{0,2} \left\{ \left(\frac{c^*}{c_d} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right\}^{0,4} \cdot \left\{ c_d + (1 - c_d) \cdot \left(\frac{\rho}{\sigma} \right) \right\}^{0,2}}{(K \cdot \sin \varphi)^{0,2} \cdot (1 - c_d)^{0,6}} \quad (2.63)$$

Dari nilai konstanta kecepatan aliran debris (k₁) yang di dapat maka besarnya kecepatan aliran debris adalah sebagai berikut.

$$U = k_1 \times \left(\frac{q_d^2}{g \cdot d^2} \right)^{0,2} \times g \times d \quad (2.64)$$

d. Tinggi aliran debris (H_{debris})

$$H_{debris} = h_d + h_u \quad (2.65)$$

- Konstanta aliran debris

$$k_2 = \frac{1.443 \cdot (K \cdot \sin \varphi)^{0,2}}{\sin \theta^2 \left\{ \left(\frac{c^*}{c_d} \right)^{1/3} - 1 \right\}^{0,4} \times \left\{ c_d + (1 - c_d) \left(\frac{\rho}{\sigma} \right)^{0,2} \right\} \cdot (1 - c_d)^{0,4}} \quad (2.66)$$

- Kedalaman aliran debris (h_d)

$$h_d = k_2 \times \left(\frac{qd}{g \cdot d^2} \right)^{0,3} \times d \quad (2.67)$$

- Tinggi *Up rush* (h_u)

$$h_u = \frac{qd}{U} \quad (2.68)$$

Dari nilai konstanta aliran sedimen (k_2) yang di dapat dari hasil perhitungan , maka kedalaman aliran (h_d) dan tinggi *up rush* (h_u) dapat diketahui, sehingga untuk mengetahui total tinggi aliran debris di dapatkan melalui pejumlahan dari kedalaman aliran dengan tinggi *up rush* dari aliran tersebut.

2.6. Perencanaan Konstruksi Bangunan Sabo Dam

2.6.1. Pengertian dan fungsi sabo dam

Sabo Dam adalah bangunan melintang sungai yang berfungsi menampung dan menahan sedimen dalam jangka waktu sementara atau tetap dan harus tetap melewatkan aliran air baik dari mercu atau lubang drainase.

Sabo merupakan dua buah kata yang berasal dari bahasa Jepang yang masing-masing artinya adalah Sa = pasir, dan Bo = pengendalian. Dengan demikian secara harafiah mengandung pengertian Pengendalian Pasir. Sabo juga dapat diterapkan sebagai sistem penanggulangan bencana erosi dan sedimentasi. Termasuk di dalamnya erosi dan sedimentasi yang disebabkan oleh adanya lahar hujan, sedimen luruh (*Debris*), tanah longsordan lain-lain. Dengan demikian teknik sabo tidak hanya dapat diterapkan di daerah vulkanik saja tetapi juga dapat diterapkan di daerah non vulkanik, teknologi sabo di Indonesia dikenalkan oleh seorang ahli sabo dari Jepang, YOKOTA, tahun 1970 sejak saat itu teknologi sabo mulai berkembang di Indonesia. Teknologi sabo yang semula di Jepang digunakan untuk menanggulangi bencana akibat letusan gunung berapi kini di Indonesia dikembangkan penerapannya selain digunakan sebagai bangunan

penahan lahar dari letusan gunung berapi juga di gunakan sebagai bangunan pengendali sedimen di sungai akibat erosi lahan dan gerusan dasar sungai guna melindungi bangunan persungai lain yang berada di hilir seperti bending, embung, bendungan (waduk) dan lain-lain.

2.6.2. Dasar-dasar perencanaan sabo dam

Dari beberapa buku, karya ilmiah dan studi-studi yang telah dilakukan dalam usaha pengendalian sedimen di sungai yang berlokasi di beberapa daerah, maka dapat diambil cara dan dasar-dasar dalam perencanaan bangunan pengendali sedimen atau sabo dam, yaitu meliputi:

2.6.3. Pemilihan lokasi

Mengingat fungsi dari sabo dam, maka dalam pemilihan lokasi harus dipilih yang terbaik dari beberapa calon lokasi pada peta topografi serta survei ke lapangan dimana sabo dam akan dibangun. Sehingga nantinya dapat di pertanggungjawabkan dari segi teknis maupun social ekonomi, pertimbangan- pertimbangan yang perlu diperhatikan dalam pemilihan lokasi adalah meliputi (Anonim E,1993; 1-3):

1. Pertimbangan teknik

Dalam pertimbangan teknik ini lokasi sabo dam dipilih pada kondisi:

- Penampang sungai yang sempit, sehingga bangunan sabo dam tidak panjang.
- Palung sungai yang dalam, sehingga konstruksi memiliki volume tampungan sedimen yang besar.
- Tanah dasar sungai cukup kuat sebagai pondasi, sehingga bangunan aman terhadap gaya-gaya yang bekerja terutama terjadinya penurunan yang tidak seragam sehingga keadaan geologi dasar sungai perlu dan mutlak untuk diketahui
- Tersedianya material yang ada di lokasi, kemungkinan pengangkutan material dari luar dan jarak pencapaian

lokasi, panjang jalan masuk (*Inspection*) dan untuk pemilihan tipe konstruksi yang direncanakan.

2. Pertimbangan sosial ekonomi

Dengan dipilihnya lokasi berdasarkan pemilihan di atas maka biaya pembangunan relative murah. Selain itu diharapkan agar dengan dibangunnya sabo dam tersebut masyarakat di sekitar lokasi pembangunan mendapatkan kesempatan untuk memperoleh lapangan pekerjaan secara terbuka baik pada saat pelaksanaan pembangunan maupun setelah bangunan selesai dibangun.

2.6.4. Pemilihan tipe sabo dam

Ada dua sabo dam yaitu tipe Open dan Tipe Close, dimana dalam pemakaiannya kedua tipe tersebut dipilih berdasarkan pada jenis sedimen yang akan dikendalikan. Tipe Open biasanya digunakan untuk mengendalikan sedimen dengan diameter yang besar atau sedimen akibat letusan gunung dan aliran debris yang mengangkut batu-batuan, umumnya dibangun di daerah hulu sungai terutama pada alur sungai yang kemiringan dasar sungainya besar.

Sedangkan Tipe Close adalah untuk mengendalikan sedimen dengan diameter kecil atau pasir (*sand*), biasanya dibangun di daerah hilir sungai atau di hilir bangunan pengendali sedimen lain.

2.6.5. Perencanaan struktur bangunan stama/ main dam

2.6.5.1. Tinggi main dam

Perencanaan tinggi main dam didasarkan pada tinggi tebing yang berada di sebelah kiri atau kanan sungai yang ada di lokasi rencana bangunan akan dibangun, dengan posisi berada di bawah tinggi tebing sungai, agar apabila tampungan sedimen telah penuh maka aliran air masih mampu ditampung oleh alur sungai. Pada perencanaan ini tinggi efektif main dam bangunan sabo

direncanakan dengan acuan pada data sekunder yang di dapat dari Peta Situasi pada pekerjaan. Diketahui elevasi tebing di sebelah kiri arah sungai dan elevasi pada As dasar sungai.

- Q_p = debit rancangan kala ulang (m^3/dt)
- Q_d = debit puncak bangunan sabo dam (m^3/dt)
- H_d = tinggi efektif bangunan sabo dam (m)
- m_1, m_2 = kemiringan talud kiri dan kanan pelimpah
- d = diameter maksimum bolder (m)
- i = *slope/* kemiringan alur sungai

Jenis tanah = Pasir dan Kerikil

a. Lebar pelimpah bangunan sabo (B_1)

Perencanaan pelimpah pada suatu bangunan sabo sebaiknya direncanakan selebar mungkin dengan maksud untuk mengurangi resiko terjadinya gerusan di bagian hilirnya dapat di gunakan persamaan 2.69. (SNI 2851:2015). dan nilai koefisien limpasan pada tabel 2.6. (Sumber :Tim proyek pengendalian banjir lahar gunung merapi yogyakarta, 1988).

$$B_1 = a \sqrt{Qd} \tag{2.69}$$

Tabel 2.6. Nilai Koefisien Limpasan (a)

Luas Daerah Aliran	Koefisien Limpasan (a)
$A \leq 1 \text{ km}^2$	2 – 3
$1 \text{ km}^2 \leq A \leq 10 \text{ km}^2$	3 – 4
$10 \text{ km}^2 \leq A \leq 100 \text{ km}^2$	3 – 5
$A \geq 100 \text{ km}^2$	3 – 6

dalam Tim Proyek Pengendalian Banjir Lahar Gunung Merapi Yogyakarta, 1988

b. Perhitungan debit yang melalui pelimpah (Q_{pelimpah})

Debit rencana yang akan melewati suatu pelimpah bangunan sabo di dasarkan terhadap rasio konsentrasi sedimen, maka persamaan yang digunakan di dalam menghitung besarnya debit rencana tersebut dapat digunakan persamaan 2.70. (SNI 2851:2015) berikut :

$$Q_{\text{Pelimpah}} = (1 + 0,50) \times Q_p \quad (2.70)$$

c. Tinggi muka air diatas pelimpah (h_1)

Tinggi aliran pada suatu pelimpah bangunan sabo dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.71. (SNI 2851:2015) berikut :

$$Q_p = \left(\frac{2}{15}\right) \times C \times \sqrt{2g} (5B_1 + 2h_1 \cdot m_1 + 2h_1 \cdot m_2) \times h_1^{3/2} \quad (2.71)$$

Dengan cara *trial and error*, maka akan didapat nilai h_1 .

d. Tinggi jagaan pada pelimpah bangunan sabo

Tinggi jagaan pada suatu bangunan sabo dam ditentukan tergantung dari pada besarnya debit banjir rencana seperti pada tabel 2.7 . (Sumber : Anonim, 2004)

Tabel 2.7. Tinggi Jagaan (*Freeboard*) Pada Pelimpah Sabo Dam

Debit desain (m^3/dt)	50	50 -100	100 -200	200 -500	500 -2000
Tinggi Jagaan (meter)	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50

(Sumber : Anonim, 2004)

Berdasarkan dari ketentuan tabel di atas maka diketahui besar debit banjir rencana dan dipilih nilai tinggi jagaan pada bangunan sabo dam.

e. Tinggi pelimpah (H_c)

Tinggi pelimpah pada bangunan sabo dam ditentukan dari penjumlahan antara ketinggian aliran diatas pelimpah (h_1) dengan tinggi jagaan pada pelimpah bangunan sabo (h_2) dapat di gunakan persamaan 2.72. (SNI 2851:2015) berikut.

$$H_c = h_1 + h_2 \quad (2.72)$$

f. Lebar bagian atas pelimpah (B_2) dapat di gunakan persamaan 2.72. (SNI 2851:2015) berikut.

$$B_2 = B_1 + h_c \cdot m_1 \cdot m_2 \quad (2.73)$$

g. Ketebalan pelimpah bangunan sabo dam

Tebal pelimpah pada suatu bangunan sabo dam ditetapkan berdasarkan kondisi material dasar sungai serta kondisi aliran sedimen dan besarnya debit sedimen yang akan melewati bangunan sabo dam tersebut dapat di tentukan menggunakan tabel 2.8. (Sumber : Anonim, 2004) berikut.

Tabel. 2.8. Tebal Pelimpah

Lebar mercu : b	1,50 – 2,00 meter	3,00 -4,00 meter
Sedimen	Pasir dan kerikil atau kerikil dan batu-batu kecil	Batu-batu besar
Sifat hidrolik aliraan	Gerakan mandiri (lepas)	Gerakan massa (debris flow)

(Sumber : Anonim, 2004)

2.6.5.2. Dimensi kemiringan tubuh main dam

Kemiringan tubuh main dam terdiri dari kemiringan pada hulu dan hilir, dimana kemiringan pada hilir lebih kecil daripada kemiringan pada hulu, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya benturan akibat batu-batuan yang melimpas dari pelimpah yang dapat menyebabkan terjadinya abrasi pada bagian hilir main dam. Selain hal tersebut di atas, kemiringan tubuh main dam juga sangat mempengaruhi kestabilan dari main dam.

a. Kemiringan hilir

Kemiringan hilir tubuh main dam diambil lebih kecil daripada kemiringan di hulu main dam dengan tujuan untuk menghindari terjadinya kerusakan akibat benturan dan gesekan dengan material sedimen.

b. Kemiringan hulu

Kemiringan hulu tubuh main dam dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.74. (SNI 2851:2015) berikut :

$$m = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4.a.c}}{2.a} \quad (2.74)$$

$$m = (1 + \alpha). m^2 + [2(n + \beta) + n.(4 \alpha + \gamma) + 2.\alpha.\beta]. m - [(1 + 3\alpha) + \alpha.\beta.(4n + \beta) + \gamma. (3.n \beta + \beta^2 + n^2)] = 0$$

$$\alpha = \frac{h_l}{Hd} \quad ; \quad \beta = \frac{b_l}{Hd} \quad ; \quad \gamma = \frac{\gamma c}{Hd}$$

dengan :

- a = $(1 + \alpha)$
- b = $\{2 (n + \beta) + n.(4 \alpha + \gamma) + 2 \alpha \beta \}$
- c = $-(1 + 3 \alpha) + \alpha \beta (4 n + \beta) + \gamma (3 n \beta + \beta^2 + n^2)$
- h_1 = tinggi muka air diatas pelimpah (m)
- D = kedalaman pondasi (m)
- Hd = tinggi efektif sabo rencana (m)
- b_1 = lebar/tebal pelimpah bangunan sabo (m)
- γ_c = berat jenis batu kali (ton/m^3)
- γ_w = berat jenis air (ton/m^3)
- n = kemiringan di hilir tubuh main dam (ton/m^3)

2.6.5.3. Dimensi kedalaman pondasi main dam

Kedalaman pondasi main dam bangunan sabo dihitung menggunakan

persamaan 2.75. (SNI 2851:2015) berikut.

$$h_p = (1/3 s/d^{1/4}) (h_1 + Hd) \quad (2.75)$$

Dengan :

h_1 = Tinggi Muka Air Diatas Pelimpah (m)

Hd = Tinggi efektif main dam (m)

h_p = Kedalaman pondasi main dam (m)

Sehingga dimensi tinggi total dan lebar bawah dasar pondasi main dam bangunan sabo dapat ditentukan pada perhitungan sebagai berikut:

- a. Tinggi Tubuh Utama Bangunan Sabo (H)

$$H = Hd + D$$

- b. Lebar Kaki Pondasi Bagian Hilir (L_n)

$$L_n = H \times n$$

- c. Tumit Pondasi Bagian Hilir (L_{n1})

$$L_{n1} = L_n - (Hd \times n)$$

- d. Lebar Kaki Pondasi Bagian Hulu (L_m)

$$L_m = H \times m$$

- e. Tumit Pondasi Bagian Hulu (L_{m1})

$$L_{m1} = L_m - (Hd \times m)$$

2.6.5.4. Perencanaan sayap

a. Kemiringan sayap (i_w)

Kemiringan sayap bangunan sabo dam ditentukan sesuai dengan kemiringan dasar sungai pada lokasi tersebut.

b. Panjang kemiringan sayap (L_w)

Ketentuan panjang kemiringan sayap dari suatu bangunan sabo di dapat dari (*inverse*) kemiringan dasar sungai dikalikan dengan kemiringan talud sayap pelimpah digunakan persamaan 2.76. (SNI 2851:2015) berikut.

$$n = \frac{l}{i} \quad (2.76)$$

$$L_w = n \times m_1$$

c. Tebal mercu sayap (w)

Tebal sayap bangunan sabo dam diambil sama dengan lebar mercu pelimpah main dam.

d. Penetrasi sayap

Kedalaman penetrasi sayap bangunan sabo dam direncanakan masuk kedalam tebing yang berfungsi sebagai faktor pengaman terhadap gaya *impact* yang diakibatkan oleh aliran debris maupun limpasan banjir yang dapat merusak permukaan sayap. Untuk bangunan Sabo yang terletak pada wilayah lereng tebing yang curam dan terletak pada lapisan tanah pasir dan kerikil maka permukaan galian dibuat secara bertangga dan besarnya penetrasi sayap yang masuk kedalam tebing dapat direncanakan sesuai keadaan kontur tebing.

2.6.6. Perencanaan struktur bangunan pendukung

2.6.6.1. Perencanaan kolam olak/ *apron*

Permukaan kolam olak / *apron* biasanya dibuat datar, namun apabila kemiringan dasar sungai sangat curam, maka permukaan kolam olak / *apron* dibuat miring yaitu dengan kemiringan $\frac{1}{2}$ dari kemiringan dasar sungai.

a. Panjang kolam olak/ *apron* (L_a)

Panjang kolam olak / *apron* dapat dihitung dengan menggunakan dua persamaan yaitu persamaan empiris 2.77 dan hidrolis 2.78 (SNI 2851:2015) berikut.

Persamaan empiris :

$$L_a = 1,5 \times (H_d + h_1) - n \times H \quad (2.77)$$

Persamaan Hidrolis

$$L = l_w \times b_2 \quad (2.78)$$

dengan :

H_d = tinggi efektif main dam (m)

D = kedalaman pondasi main dam (m)

B_1 = lebar pelimpah main dam (m)

h_1 = tinggi air di atas pelimpah main dam (m)

Q_p = debit banjir rencana (m^3/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt)

b. Tebal lantai kolam olak / *apron* (t_a)

Untuk menghitung besarnya ketebalan lantai kolam olak/ *apron*, dapat digunakan melalui persamaan 2.79. (SNI 2851:2015) dan Tabel 2.9.

(Sumber : Pitoyo, 2010) sebagai berikut :

$$t_a = 0,1 ((0,6 \times H_1) + 3h_1 - 1) \quad (2.79)$$

Tabel. 2.9. Tebal Apron Untuk Lapisan Dasar Pasir Dan Kerikil

Tinggi Dam Utama	11 m	12 m	13 m	14 m	15 m
Tebal Kolom Olak/ Apron (t_a)	1,5 m	1,5 m	1,5 m	1,5 m	2,0 m

(Sumber : Pitoyo, 2010)

2.6.6.2. Perencanaan sub dam

Sub dam merupakan struktur bangunan pendukung yang berada di depan

Dam utama yang berfungsi untuk melindungi Dam utama terhadap

gerusan maupun penurunan pada dasar sungai. Sub dam dan bagian-bagiannya seperti ambang pelimpah, tubuh dam, pondasi serta sayap di buat serupa dengan dam utama (main dam). Untuk menentukan tinggi sub dam dapat digunakan persamaan 2.80. (SNI 2851:2015) berikut :

$$H_2 = \frac{1}{4} \times H \quad (2.80)$$

Kedalaman pondasi suatu sub dam ditentukan berdasarkan jenis material tanah bawah permukaan dengan diketahui bahwa jenis lapisan bawah tanah permukaan terdiri dari pasir, dan kerikil maka besarnya kedalaman pondasi dapat ditentukan berdasarkan table 2.10. (Sumber : Anonim, 2010) berikut.

Tabel. 2.10. Standar Penetrasi Pondasi Kedalaman Tanah (D)

Jenis Tanah	Kedalaman pondasi Sub Dam
Pasir dan Kerikil	1,50 m
Batuan Lunak	1,00 m
Batuan Keras	0,50 m

(Sumber : Anonim, 2010)

2.6.6.3. Perencanaan proteksi depan bangunan

Untuk mencegah kemungkinan terjadinya pengerusan pada dasar sungai yang mana dapat membahayakan kondisi struktur bangunan sabo, maka diperlukan suatu upaya untuk melindungi dasar sungai tersebut dengan cara meletakkan batu-batu besar atau blok beton dibagian hilirnya. Untuk mengetahui apakah bangunan sabo dam pada perencanaan ini aman terhadap gerusan yang terjadi dibagian hilirnya dapat diketahui berdasarkan perhitungan sebagai berikut.

a. Kedalaman gerusan lokal (*Local Scouring*) (R)

Kedalaman gerusan lokal pada bagian hilir sub dam Bangunan sabo dapat diketahui dengan menggunakan Rumus *Schotklist* pada persamaan 2.81. (SNI 2851:2015) berikut:

Kedalaman gerusan (R)

$$R = 0,457 \times \frac{h_1^{0,2} \times b b q^{0,5}}{D_s^{0,32}} - \frac{2}{3} \times h_1 \quad (2.81)$$

Dengan:

h_1 = tinggi air di atas pelimpah main dam (m)

Q_{pelimpah} = debit yang melalui pelimpah (m^3/dt)

B_1 = lebar pelimpah bangunan sabo (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt)

D_s = diameter butiran material pelindung yang lolos 60 % (m)

c = koefisien "BRAY" untuk pasir, batu, dan kerikil = 6

$D_{\text{sub dam}}$ = kedalaman pondasi sub dam m

Perhitungan Debit Spesifik (q)

$$q = Q_{\text{Pelimpah}} / B_1$$

b. Panjang pelindung dasar sungai (L)

Panjang bangunan pelindung dasar sungai ditentukan berdasarkan persamaan 2.82 dan 2.83. (SNI 2851:2015) berikut:

Rumus *Hokkaido*

$$L = 3,2 \times R + 0,5 \quad (2.82)$$

Rumus *BRAY*

$$L = 0,67 \times c \times \sqrt{q \times R} \quad (2.83)$$

Dari kedua perhitungan diatas diambil nilai terbesar untuk panjang pelindung dasar sungai.

2.6.6.4. Perencanaan dimensi celah/ lubang alir

Salah satu fungsi utama dari dibuatnya celah ataupun lubang didalam pekerjaan sabo adalah selain untuk mengalirkan air dari bagian hulu selama waktu pelaksanaan diharapkan juga dapat meneruskan sebagian sedimen / debris ke wilayah hilir bersamaan dengan aliran tersebut. Hal tersebut dilakukan untuk menjaga kestabilan alur dibagian hilirnya agar tidak terjadi degradasi pada alur tersebut.

d = diameter rata-rata material debris/boulder (m)

C = koefisien debit

Q_p = debit rancangan kala ulang 50 tahun (m^3/dt)

g = gravitasi bumi m/dt

h_c = beda tinggi antara celah dengan lantai *apron* (m)

a. Perhitungan dimensi lebar celah (B_c)

Besarnya dimensi celah ditentukan berdasarkan diameter rata-rata material *bolder* yang ada pada lokasi bangunan dan ditetapkan sebesar 0,75 sampai 1,75 kali berdasarkan material tersebut dengan tujuan agar pada saat pelaksanaan nanti celah atau lubang tersebut tidak mudah tersumbat oleh aliran. Dari data kondisi lapangan yang diperoleh pada lokasi bangunan sabo diketahui bahwa diameter rata-rata material *boulder* pada lokasi perencanaan dengan tujuan agar material sedimen yang berada dikawasan hulu dapat dialirkan melalui celah tersebut. Sehingga kapasitas tampungan bangunan sabo tetap terjaga dan terkontrol dapat menggunakan persamaan 2.84 sampai dengan persamaan 2.87. (SNI 2851:2015) berikut:

b. Luas penampang (A)

$$A_c = b_c \times l_c \quad (2.84)$$

Kecepatan Aliran Dalam Celah atau Lubang (V_c)

$$V_c = C_d \times \sqrt{2 \times g \times h_c} \quad (2.85)$$

c. Debit tiap celah/lubang (Q_c)

$$Q_c = A \times V \quad (2.86)$$

d. Jumlah celah/lubang (n_c)

$$n_c = Q_p / Q_c \quad (2.87)$$

2.6.7. Analisa stabilitas bangunan sabo dam

Analisa stabilitas diperlukan untuk memperoleh kedudukan tubuh dam terhadap gaya berat yang stabil pada saat menerima gaya-gaya luar. besarnya gaya-gaya luar yang dperhitungkan di dalam analisa stabilitas tubuh main dam sabo dapat dibagi menjadi 2 kondisi yaitu pada kondisi banjir dan kondisi normal.

2.6.7.1. Stabilitas main dam pada saat kondisi banjir

Stabilitas ain dam pada saat kondisi banjir harus diperhitungkan gaya-gaya yang bekerja seperti berikut:

- Gaya akibat berat sendiri konstruksi
- Gaya akibat tekanan air statik
- Gaya akibat tekanan tanah sedimen
- Gaya akibat tekanan air ke atas (uplift pressure)

Akibat pengaruh gaya gaya diatas maka tubuh main dam harus aman terhadap antara lain:

- Gulingan
- Geser
- Penurunan (settlement)

Dengan angka keamanan harus melebihi dari yang diisyaratkan.

Untuk mempermudah perhitungan stabilitas maka data-data yang akan digunakan pada saat perhitungan harus dilengkapi terlebih dahulu.

2.6.7.2. Stabilitas main dam pada saat kondisi normal

Stabilitas main dam pada saat kondisi normal harus diperhitungkan, untuk sungai pada daerah gunung berapi, pada saat kondisi aliran normal akan terjadi tumbukan pada dinding bagian hulu main dam oleh aliran debris, oleh sebab itu maka gaya tumbukan tersebut perlu diperhitungkan dalam perencanaan main dam. Besarnya gaya tumbukan adalah sebagai berikut :

Debit banjir	$Q_d = Q_p \times \alpha = m/det$
Kecepatan aliran debris	$V_d = 1/n \cdot h_d^{2/3} \cdot I^{1/2} = m/det$
Percepatan gravitasi	$g = m/det$
Gaya akibat aliran debris	$F' = \gamma_a \cdot (\gamma_s/g) \cdot V_d^2 =$
Ton/m	

- Stabilitas terhadap gulingan

Dalam perhitungan stabilitas terhadap guling digunakan persamaan 2.88. (SNI 2851:2015) berikut:

$$S_f = \frac{Mt}{Mg} > 1,5 \quad (2.88)$$

Dengan :

M_t = momen tahan (Tm)

M_g = momen guling (Tm)

- Stabilitas terhadap geser

Dalam perhitungan ini stabilitas terhadap geser digunakan persamaan 2.89. (SNI 2851:2015) berikut:

$$S_f = \frac{f \sum V}{\sum H} > 1,5 \quad (2.89)$$

Dengan :

f = koefisien geser = 0,6

$\sum V$ = jumlah gaya-gaya vertikal (Ton)

$\sum H$ = jumlah gaya-gaya horizontal (Ton)

- Kontrol terhadap penurunan

Dalam perhitungan kontrol terhadap penurunan digunakan persamaan 2.90. (SNI 2851:2015) berikut:

$$Q_{ult} = 1,3.C.N_c + h_p.\gamma.N_q + 0,4.B_2.\gamma.N_\gamma \quad (2.90)$$

Dengan :

Q_{ult} = daya dukung ultimate tanah (Ton)²

C = nilai kohesi tanah (Ton/m²)

h_p = kedalaman pondasi (m)

B_2 = Lebar dasar main dam (m)

γ = rapat massa (Ton/m³)

θ = sudut geser (°)

N_c, N_q, N_γ = koefisien tanah berdasarkan sudut gesernya.

$$Q_{ult} = 1,3.C.N_c + h_p.\gamma.N_q + 0,4.B_2.\gamma.N_\gamma \quad (2.91)$$

$$Q_{ijin} = Q_{ult}/S_f$$

Sedangkan tegangan yang terjadi akibat beban dapat dihitung dengan persamaan 2.92 dan 2.93. (SNI 2851:2015) berikut:

$$Q_{\text{maks/min}} = \left(\frac{\Sigma V}{B_2} \right) \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B_2} \right) < Q_{\text{ult}} \quad (2.92)$$

Dengan :

e = eksentrisitas gaya akibat berat main dam (m)

$$= x - \frac{1}{2} B_2$$

$$X = \frac{M_t - M_g}{V} \quad (2.93)$$

syarat : $\frac{1}{3} B_2 \leq x \leq \frac{2}{3} B_2$ dan $e \leq \frac{1}{6} B_2$

2.6.8. Analisa tampungan sedimen

Dalam suatu perencanaan sabo dam untuk penanggulangan sedimen atau aliran yang membahayakan perlu dianalisis meliputi :

1. Analisa aliran sedimen yang harus di cegah dari sumber produksi.
2. Analisa pengendalian sedimen akibat bangunan
3. Analisa taransportasi sedimen pada aliran sungai terhadap aliran stabil

Untuk menghitung daya tampung dam pengendali sedimen data-data sebagai berikut :

- Kemiringan sungai asli
- Kemiringan dasar stabil sungai
- Tinggi efektif main dam
- Sketsa potongan melintang sungai

Dari data-data tersebut dapat ditentukan besarnya volume sedimen yang dapat ditampung oleh sabo dam. Menghitung luas penampang tampungan sedimen dan panjang penampang sungai digunakan persamaan 2.94. (SNI 2851:2015) berikut:

$$V = A \times L \quad (2.94)$$

Dengan:

V = volume tampungan sedimen

A = luas main dam efektif

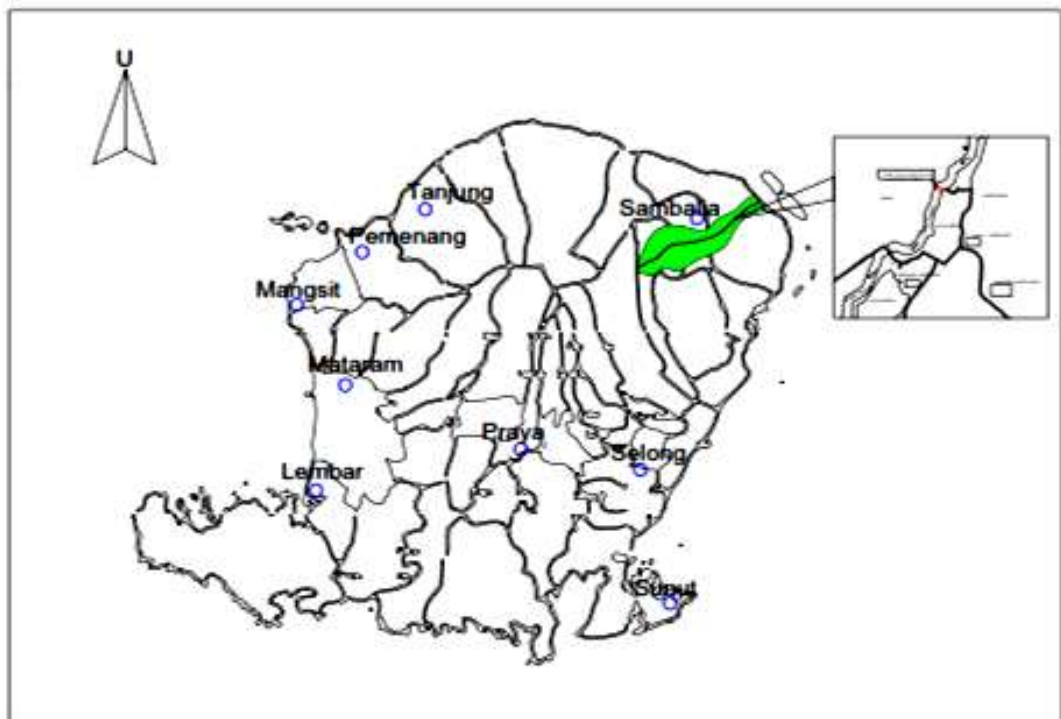
L = panjang Tampungan sedimen

BAB III METODOLOGI

Metode analisa disusun untuk memudahkan pelaksanaan studi, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan tujuan. Metode yang digunakan pada perencanaan Sabo Dam Sungai Nangka ini merujuk pada beberapa literatur. Metode penelitian yang dilakukan pada Tugas Akhir ini meliputi survey pendahuluan, studi literatur, pengumpulan data, perumusan konsep pengerjaan berupa analisa data dan perhitungan, serta kesimpulan yang didapat dari hasil analisa data dan perhitungan tersebut.

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan bangunan sabo berada pada wilayah DAS Nangka yang merupakan salah satu kawasan yang terletak di wilayah Kabupaten Lombok Timur, Kecamatan Sambelia, Desa Belanting dan dapat dilihat pada gambar 3.1. berikut:



Gambar 3.1. Pulau Lombok Dan Lokasi Sabo Dam
(Sumber : Penulis (*Autocad*), 2020)

3.2 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan dilaksanakan untuk mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada pada lokasi studi. Survei ini juga bertujuan untuk mengetahui kondisi *existing* lapangan. Pelaksanaan survei pendahuluan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a) Meninjau daerah studi Kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran mengenai perencanaan Sabo Dam berdasarkan kondisi lapangan yang sebenarnya.
- b) Wawancara dengan petugas dan pejabat setempat Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui perencanaan Sabo Dam yang sudah ada sehingga bisa menjadi referensi untuk perencanaan Sabo Dam pada Tugas Akhir ini.

Hal ini dimaksudkan agar perencanaan Sabo Dam pada Tugas Akhir ini sesuai dengan kebutuhan untuk mengatasi permasalahan di daerah studi.

3.3 Studi Literatur

Yaitu mempelajari dan memahami teori-teori umum hidrologi, sedimen dan desain Sabo Dam yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan setiap permasalahan dalam tugas akhir ini.

3.4 Pengumpulan Data

Di dalam melakukan suatu perencanaan, data merupakan faktor yang sangat penting, oleh sebab itu diusahakan semua data yang berkaitan dengan proses perencanaan harus sudah tersedia. Dalam perencanaan ini semua data yang digunakan merupakan data-data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Adapun data-data tersebut adalah sebagai berikut :

1. Data peta topografi pada lokasi perencanaan digunakan untuk menetapkan lokasi dan besarnya ketinggian dari bangunan *sabodam*, serta untuk mencari Daerah Pengaliran Sungai (DPS) terhadap stasiun – stasiun hujan yang yang bersangkutan

2. Data geometri sungai, digunakan untuk mengetahui luas DAS, panjang sungai, lebar sungai dan kemiringan dasar sungai,
3. Data geologi dan mekanika tanah, digunakan untuk mengetahui kondisi geologi batuan dan sifat fisik lapisan tanah pada lokasi perencanaan,
4. Data hidrologi digunakan, untuk menentukan besarnya curah hujan rencana dan besarnya debit banjir rencana yang akan digunakan pada perencanaan dan perhitungan konstruksi bangunan sabo,
5. Data teknis kondisi eksisting bangunan *sabo dam* pada lokasi perencanaan, digunakan sebagai pembandingan dari hasil perhitungan.
 - a. Konstruksi Utama : Pasangan Batu
 - b. Jenis Tipe Sabo : Terbuka Tipe Lubang
 - c. Tinggi Dam Utama : 13,5 m
 - d. Lebar pelimpah : 2,1 m
 - e. Panjang Sayap : 10 m
 - f. Panjang Pelimpah : 52 m
 - g. Jumlah Lubang : 10 buah
 - h. Diameter Lubang : 0,4 m
 - i. Debit Lewat Celah : 369,425 m³/dt
 - j. Volume tampungan : 201.465 m³

3.5 Perumusan Konsep Pengerjaan

Menentukan langkah-langkah pengerjaan dalam penyusunan tugas akhir agar dapat dikerjakan secara sistematis. Dalam perumusan konsep ini meliputi analisa data dan perhitungan dengan rincian sebagai berikut:

- a) Penentuan lokasi kedudukan Sabo Dam

Perencanaan Bangunan Sabo ini dilakukan di Desa Belanting, Kecamatan Sambelia, Kabupaten Lombok Timur

- b) Analisa hidrologi

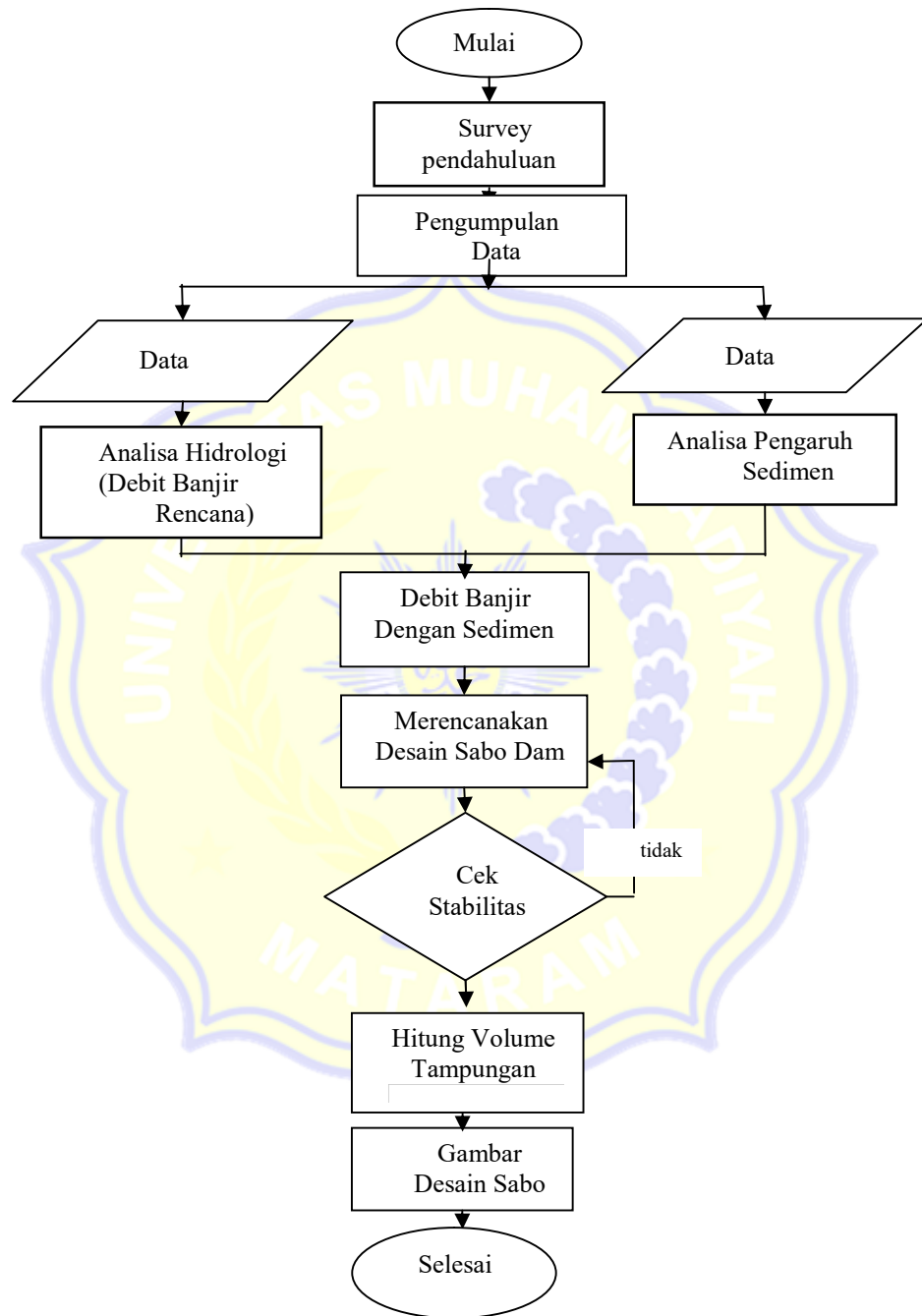
Analisa hidrologi meliputi perhitungan debit banjir rencana dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Analisa curah hujan
- Perhitungan curah hujan rencana

- Uji kecocokan distribusi hujan
- Perhitungan intensitas curah hujan
- Perhitungan debit banjir
- c) Analisa pengaruh sedimen meliputi perhitungan koefisien sedimen yang digunakan untuk mendapatkan debit banjir dengan sedimen.
- d) Perencanaan dan perhitungan konstruksi bangunan *sabo dam* pada perencanaan ini meliputi :
 1. Perencanaan dimensi pelimpah
 2. Perhitungan kemiringan tubuh *main dam*
 3. Penentuan kedalaman pondasi *main dam*
 4. Perhitungan dimensi sayap *main dam*
 5. Perhitungan dimensi tebal dan panjang kolam olak/ *apron*
 6. Perhitungandimensisub *dam*
 7. Perhitungan dimensi dan jumlah lubang / celah (*drain holes*)
 8. Perhitungan stabilitas mian dam
 - a. Stabilitas Main Dam pada saat kondisi banjir
 - b. Stabilitas Main Dam pada saat kondisi normal
 9. Perhitungan volume tampungan sedimen

3.6 Bagan Alir Perencanaan

Tahapan alur perencanaan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Bagan Alur Perencanaan