
REDESAIN PEMBANGUNAN RESERVOAR DI DESA SONOWANGI KECAMATAN AMPELGADING KABUPATEN MALANG

Dafid Irawan^{1*}, Riman², Abdul Halim³, Anis Purwaningsih⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

*Email Korespondensi: dafidirawan@widyagama.ac.id

Submitted : 1 Oktober 2022; Revision : 10 Oktober 2022; Accepted : 25 Oktober 2022

ABSTRAK

Desa Sonowangi Kecamatan Ampelgading Kabupaten Malang memiliki daerah layanan 3 dusun dengan kondisi topografi yang berbukit-bukit, dimana posisi mata air lebih rendah dari posisi daerah pemukiman penduduk. Tempat penampungan air bersih atau dikenal dengan reservoir pada sistem penyediaan air bersih umumnya diperlukan untuk melayani kebutuhan desa/daerah layanan tersebut. Reservoir merupakan bangunan yang fungsinya sebagai tempat untuk penampungan air guna disalurkan ke pipa distribusi menuju rumah-rumah warga. Fungsi utama bangunan ini adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air bersih. Selain itu juga untuk menambah tekanan dan mengatur tekanan air. Reservoir di Desa Sonowangi terletak di atas bukit serta diketahui tidak aman stabilitas strukturnya yaitu terhadap sliding/kelongsoran. Sehingga perlu dilakukan redesain atau desain ulang bangunan reservoir ini. Metode redesain bangunan Reservoir Desa Sonowangi ini dilakukan dengan memperhitungkan stabilitas struktur dengan perbaikan struktural Reservoir agar tidak terjadi kasus sliding. Analisis stabilitas lereng di lokasi pekerjaan reservoir dilakukan dengan perhitungan menggunakan Software Geostudio V.12 dan analisis struktur Reservoir dilakukan dengan menggunakan Software SAP 2000. Hasil perhitungan volume reservoir Sonowangi yaitu sebesar 240 m³ dengan debit yang dialirkan sebesar 4 liter/detik. Hasil analisis redesain bangunan reservoir, didapatkan dimensi reservoir adalah 10m x 6m x 4,15m masing-masing. Dengan ambang bebas minimum 30 cm di atas permukaan air tertinggi dan dasar bak minimum 15 cm dari muka air terendah dengan kedalaman *strouss* yaitu 4 m dengan jumlah 20 buah dan diameter sebesar 25 cm.

Kata kunci : Redesain, Reservoir, Sliding.

ABSTRACT

*Sonowangi Village, Ampelgading District, Malang Regency has a service area of 3 hamlets with hilly topography, where the position of the springs is lower than the position of the residential area. Clean water reservoirs or known as reservoirs in the clean water supply system are generally needed to serve the needs of the village/service area. A reservoir is a building whose function is as a place for water storage to be channeled to distribution pipes to people's homes. The main function of this building is to balance production discharge and clean water usage discharge. In addition, it increases pressure and regulates water pressure. The reservoir in Sonowangi Village is located on a hill, and it is known that its structural stability is not safe, namely against sliding. So it is necessary to redesign this reservoir building. The method of redesigning the Sonowangi Village Reservoir building is carried out by taking into account the stability of the structure with structural improvements to the reservoir so that there is no sliding case. Slope stability analysis at the reservoir work site was carried out by calculations using Gaestudio V.12 software, and reservoir structure analysis was carried out using SAP 2000 software. The Sonowangi reservoir volume calculation results were 240 m³ with a flow rate of 4 liters/second. The reservoir building redesign results found that the reservoir dimensions are 10m x 6m x 4.15m for each. A minimum free threshold is 30 cm above the highest water level and 15 cm from the bottom of the lowest water level with a *strouss* depth of 4 m with a total of 20 pieces and a diameter of 25 cm.*

Keywords : Redesign, Reservoir, Sliding.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kebutuhan akan air baku dari waktu ke waktu semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk. Sedangkan perubahan iklim global juga mempengaruhi ketersediaan air baku untuk masyarakat (Umum, 2007). Salah satu kabupaten di WS Brantas yang memiliki potensi kekeringan adalah Kabupaten Malang. Persoalan kekeringan yang membuat perlunya pasokan air bersih di wilayah-wilayah yang sudah tidak memiliki sumber air lagi karena kemarau. Di wilayah Kabupaten Malang ada beberapa Kecamatan yang mengalami kekeringan, diantaranya tercatat empat kecamatan mengalami kekeringan pada puncak musim kemarau, seperti saat ini. Sebanyak empat kecamatan tersebut yaitu Sumberpucung, Sumawe, Donomulyo, dan Pagak (Statistik, 2021). Melalui strategi pengembangan air bersih yang baik, harus memprioritaskan ketersediaan air di wilayah sulit air.

Kondisi Mitra

Hasil survey dan analisa lapangan di simpulkan bahwa kondisi topografi di daerah Sonowangi adalah berbukit-bukit. Posisi mata air lebih rendah dari posisi daerah pemukiman penduduk. Kebutuhan air penduduk di Desa Sonowangi dan Desa Wirotaman dimana sumber air baku yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air baku masing-masing adalah Sumber Mata Air Bedengan dan Sumber Mata Air Mbah Umbul. Dalam pendistribusian air dari Sumber Mata Air Bedengan ke Desa Sonowangi direncanakan Bangunan Bendung, Bangunan Broncap, Rumah Pompa, dan Bangunan Reservoir. Reservoir merupakan bangunan yang fungsinya sebagai tempat untuk penampungan air guna disalurkan ke pipa distribusi menuju rumah-rumah warga (Nasional, 2011). Fungsi utama bangunan ini adalah untuk menyeimbangkan antara debit produksi dan debit pemakaian air bersih. Selain itu juga untuk menambah tekanan dan mengatur tekanan air (Prasetya, Umam dan Rochmanto, 2021).

Permasalahan Mitra

Permasalahan yang dihadapi oleh Desa Sonowangi dari segi fungsi bangunan yaitu terletak pada bangunan Reservoir. Bangunan Reservoir di Desa Sonowangi terletak di atas bukit dimana struktur eksistingnya tidak memperhitungkan adanya resiko sliding/kelongsoran dan hanya diperhitungkan kekuatan struktur terhadap daya dukung (Lake dan Carroll, 1986). Hal tersebut dapat menjadi boomerang dan berpengaruh terhadap jalannya sistem distribusi air bersih di Desa Sonowangi.

Kebaruan IPTEKS

IPTEKS yang akan diimplementasikan kepada mitra sasaran berupa paparan dan hasil dari program kegiatan ini. Ilmu pengetahuan terkait bangunan reservoir dan hasil redesain bangunan reservoir (Hermawan dan Luthfianto, 2022).

METODE

Metode redesain bangunan Reservoir Desa Sonowangi ini dilakukan dengan memperhitungkan stabilitas struktur dengan perbaikan struktural Reservoir maupun pondasinya agar tidak terjadi kasus sliding/kelongsoran (Usmaningtia, 2019). Analisis stabilitas lereng di lokasi pekerjaan reservoir dilakukan dengan perhitungan menggunakan Software Gaestudio V.12 dan analisis struktur Reservoir dilakukan dengan menggunakan Software SAP 2000 (Wiharsa, Anwar dan Pudyono, 2016). Analisa stabilitas dilakukan dengan memperhatikan kondisi topografi lereng serta kondisi tanah di sekitar pekerjaan perhitungan serta input data yang dimasukkan sesuai dengan kondisi lapangan. Analisa dilakukan dengan metode kesetimbangan (*limit equilibrium*) dimana metode ini memperhitungkan semua jenis metode yang telah ada sebelumnya.

Pembuatan Jadwal

Pembuatan jadwal ditampilkan dalam Tabel 1 yaitu tabel jadwal pelaksanaan kegiatan redesain bangunan Reservoir Desa Sonowangi. Tabel 1 menunjukkan kegiatan redesain bangunan reservoir dilakukan selama 5 bulan.

Tabel 1. Tabel jadwal pelaksanaan

No	Nama Kegiatan	Bulan				
		1	2	3	4	5
1	Survey kondisi eksisting bangunan reservoir. Mendapatkan data primer dan sekunder					
2	Perhitungan dan analisis untuk mendapatkan desain baru sesuai dengan solusi dari permasalahan yang terjadi.					
3	Pembuatan <i>Detail Engineering Desain</i> (DED) bangunan reservoir baru					
4	Paparan dan evaluasi hasil redesain dengan mitra					

Pembuatan desain dan penentuan material

Pembuatan desain dilakukan dengan pertama-tama menghitung debit rencana dan volume reservoir. Dilanjutkan dengan analisis stabilitas tanah/lereng dengan Software Geostudio V.12 dan menghitung dimensi rencana reservoir, analisis reservoir baik secara manual maupun melalui software SAP 2000. Kemudian dilakukan analisis pembesian dan analisis pondasi. Tahap akhir adalah pembuatan desain 2D berdasarkan analisis-analisis yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pendistribusian air dari Sumber Mata Air Bedengan ke Desa Sonowangi direncanakan redesain bangunan reservoir. Debit rencana yang akan disalurkan dari Sumebr Mata Air Bedengan ke Desa Sonowangi adalah sebesar 4 lt/dt didasarkan pada kebutuhan air penduduk di Desa Sonowangi untuk proyeksi 20 tahun kedepan yaitu tahun 2041 dengan tahun dasar adalah tahun 2021. Reservoir merupakan bangunan yang fungsinya sebagai tempat untuk penampungan air guna disalurkan ke pipa distribusi menuju rumah-rumah warga. Adapun analisis yang direncanakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis volume reservoir

Perhitungan kebutuhan volume reservoir dilakukan dengan menjumlahkan kekurangan debit kebutuhan air harian. Berdasarkan koefisien perencanaan pemakaian air di wilayah pelayanan, jam puncak pemakaian oleh pelanggan terjadi pada pukul 06.00-07.00. Perhitungan volume reservoir dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2, rencana reservoir Sonowangi dibangun pada elevasi +505 mdpl, sedangkan jenis reservoir ini adalah ground reservoir. Perencanaan kapasitas reservoir didasarkan pada kebutuhan jam-jam puncak dengan perhitungan jumlah dari kelebihan air yang melewati pompa sebagai pertimbangan untuk menyimpan cadangan air pada reservoir. Hasil perhitungan volume reservoir Sonowangi yaitu 240 m³.

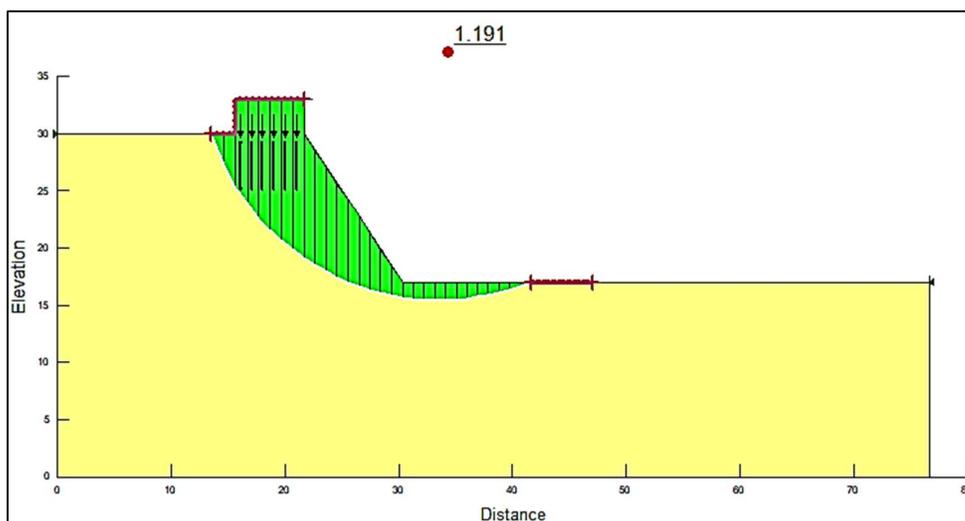
2. Analisa Stabilitas

Analisa Stabilitas Lereng di lokasi pekerjaan reservoir yaitu di lokasi kegiatan pengembangan air baku dilakukan dengan perhitungan menggunakan software Geostudio V.12. Analisa stabilitas dilakukan dengan memperhatikan kondisi topografi lereng serta kondisi tanah di sekitar pekerjaan. Perhitungan serta input data yang dimasukan sesuai dengan kondisi lapangan. Analisa dilakukan dengan metode

Kesetimbangan (limit Equilibrium) dimana metode ini memperhitungkan semua jenis metode yang telah ada sebelumnya. Hasil analisis stabilitas Geostudio dengan panjang 4 meter dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan hasil analisa kondisi normal didapat hasil SF 1.19>1.5.

Tabel 2. Rincian perhitungan volume reservoir Sonowangi

Waktu	Load Factor	Inflow		Outflow		Surplus (m ³)	Defisit (m ³)	Akumulasi Defisit
		(L/s)	(m ³)	(L/s)	(m ³)			
00.00 - 01.00	0,30	4,00	14,40	1,88	6,75	7,65	-	
01.00 - 02.00	0,37	4,00	14,40	2,31	8,33	6,08	-	
02.00 - 03.00	0,45	4,00	14,40	2,81	10,13	4,28	-	
03.00 - 04.00	0,64	4,00	14,40	4,00	14,40	-	-	
04.00 - 05.00	1,15	4,00	14,40	7,19	25,88	-	-11,48	231,30
05.00 - 06.00	1,40	4,00	14,40	8,75	31,50	-	-17,10	
06.00 - 07.00	1,53	4,00	14,40	9,56	34,43	-	-20,03	
07.00 - 08.00	1,56	4,00	14,40	9,75	35,10	-	-20,70	
08.00 - 09.00	1,42	4,00	14,40	8,88	31,95	-	-17,55	
09.00 - 10.00	1,38	4,00	14,40	8,63	31,05	-	-16,65	
10.00 - 11.00	1,27	4,00	14,40	7,94	28,58	-	-14,18	
11.00 - 12.00	1,20	4,00	14,40	7,50	27,00	-	-12,60	
12.00 - 13.00	1,14	4,00	14,40	7,13	25,65	-	-11,25	
13.00 - 14.00	1,17	4,00	14,40	7,31	26,33	-	-11,93	
14.00 - 15.00	1,18	4,00	14,40	7,38	26,55	-	-12,15	
15.00 - 16.00	1,22	4,00	14,40	7,63	27,45	-	-13,05	
16.00 - 17.00	1,31	4,00	14,40	8,19	29,48	-	-15,08	
17.00 - 18.00	1,38	4,00	14,40	8,63	31,05	-	-16,65	
18.00 - 19.00	1,25	4,00	14,40	7,81	28,13	-	-13,73	
19.00 - 20.00	0,96	4,00	14,40	6,00	21,60	-	-7,20	
20.00 - 21.00	0,62	4,00	14,40	3,88	13,95	0,45	-	
21.00 - 22.00	0,45	4,00	14,40	2,81	10,13	4,28	-	
22.00 - 23.00	0,37	4,00	14,40	2,31	8,33	6,08	-	
23.00 - 00.00	0,25	4,00	14,40	1,56	5,63	8,78	-	



Gambar 1. Hasil analisis stabilitas dengan software Geostudio v.12

3. Dimensi rencana reservoir

Dimensi rencana reservoir meliputi dimensi tangki reservoir, tebal dinding beton, dan pradimensi slab dasar, dinding dan atap tangki yang ditunjukkan pada Tabel 3. Tabel

3 menunjukkan informasi data tanah yang telah diperoleh dengan hasil perhitungan pradimensi pada plat dasar, dinding dan atap tangki.

4. Analisis reservoir

Informasi data yang didapatkan pada analisis reservoir dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan data analisis reservoir meliputi berat total reservoir, jumlah gaya dan momen serta data gempa.

5. Analisis SAP reservoir

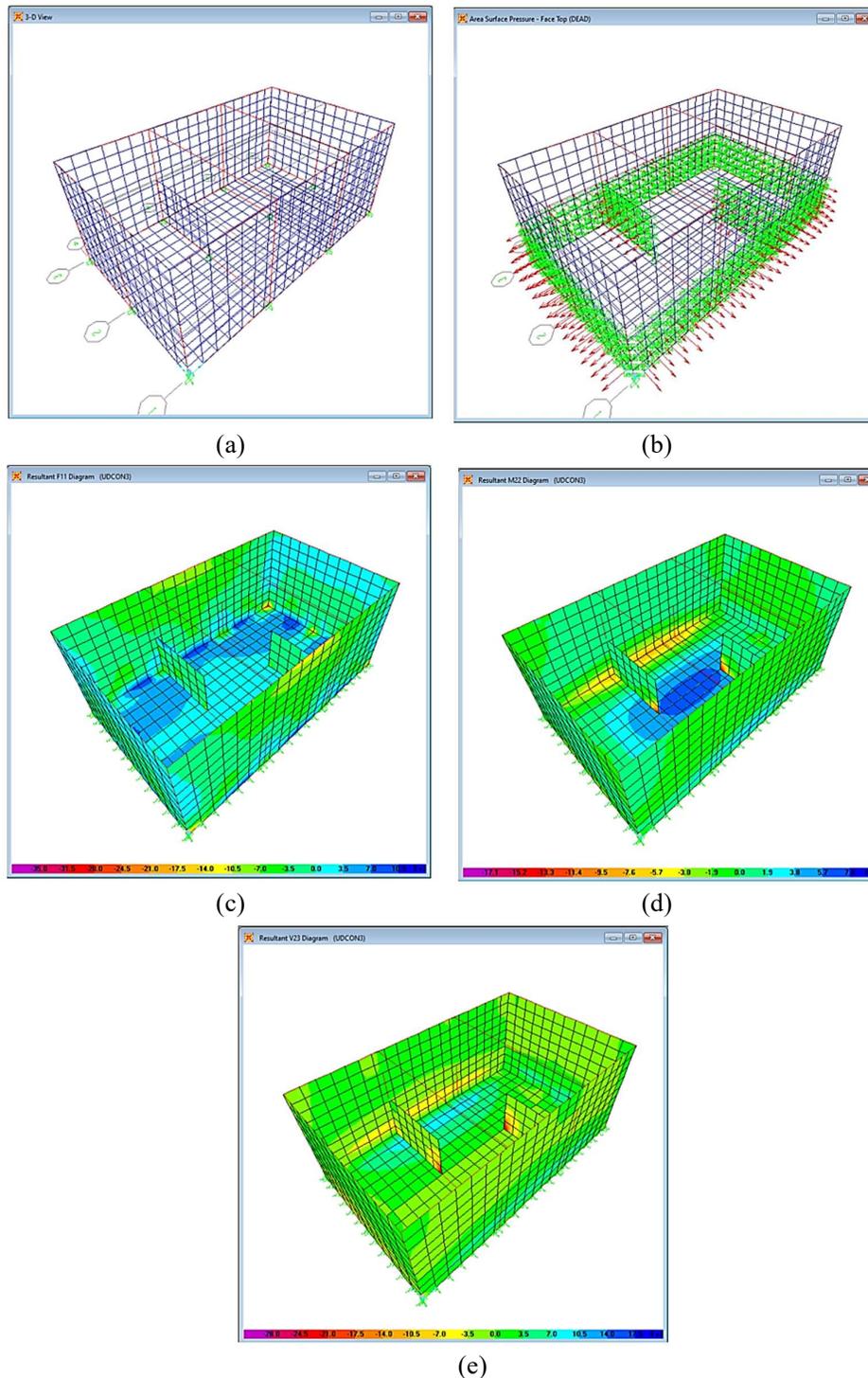
Hasil analisis SAP 2000 dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.

Tabel 3. Pembesian Reservoir

Item	Hasil analisis
Dimensi tangki reservoir	Panjang tangki (L) = 10 m Lebar tangki (B) = 6 m Tinggi tangki (H) = 4,15 m Dinding tangki dalam (h) = 3,5 m Tinggi air rencana (hw) = 3,5 m Kedalaman dasar tangki (h') = 1 m Lebar slab dasar = 6,8 m Panjang slab dasar = 11,2 m
Tebal dinding beton	Minimal 250 mm (berdasarkan SNI 2847-2013) pasal 14.5.3
Pradimensi slab dasar, dinding, dan atap tangki	Tebal slab dasar = 250 mm Selimut bawah (s1) = 75 mm (beton dicor di atas dan selalu terkena tanah) Selimut atas = 40 mm Tebal dinding tangki = 250 mm Selimut (s1) = 40 mm Selimut atas (s2) = 40 mm Tebal atap tangki = 120 mm Selimut (s1) = 20 mm Selimut atas (s2) = 20 mm
Data tanah	<i>Specific Gravity</i> (Gs) = 2,678 <i>Saturated density</i> (Ysat) = 1753 kg/m <i>Dry density</i> (YD) = 1202 kg/m Sudut geser (Φ) = 360 $Nc' = 5,7$ $Nq' = 1$ $Ny' = 0$

Tabel 4. Pembesian Reservoir

Item	Hasil analisis
Analisis reservoir	Berat total reservoir (terisi air) = 353,74 ton K aktif = 0,26 K pasif = 3,852 Jumlah gaya aktif horizontal = 6125 kg Jumlah momen aktif = 7145,83 kgm Jumlah gaya pasif = 5064,21 kg Jumlah momen pasif = 1336,39 kgm Gempa periode 1 detik = 0,357 SDS = 0,67 SD1 = 0,402



Gambar 2. Pemodelan struktur tangki reservoir (a), beban air pada dinding tangki reservoir (b), beban nominal tangki reservoir (c), gaya geser tangki reservoir (d)

Gambar 2 merupakan hasil analisis SAP 2000 yang meliputi pemodelan struktur tangki reservoir, beban air pada dinding tangki, beban nominal dan gaya geser pada tangki reservoir.

6. Analisis pembesian reservoir

Hasil perhitungan pembesian reservoir di tunjukkan pada Tabel 5. Pada Tabel 5 secara lengkap menampilkan hasil perhitungan pembesian atap, dinding, slab dasar, kolom 1, kolom 2, sloof, dan pondasi *strauss* pada reservoir.

Tabel 5. Pembesian Reservoir

Item	Hasil analisis
Pembesian atap reservoir	As perlu tulangan arah x dan y = 262,5 mm ² Jarak tulangan = 200 mm
Pembesian dinding reservoir	As perlu tulangan utama = 842,34 mm ² Jarak tulangan utama = 150 mm As tulangan geser 1 sisi = 195 mm ² Jarak tulangan geser = 140 mm
Pembesian slab dasar reservoir	As perlu tulangan arah x dan y = 1468,06 mm ² Jarak tulangan = 70 mm
Pembesian kolom 1 (400x400)	Jumlah tulangan utama = 14 buah Luas tulangan pakai (Ast) = 1582,56 mm ² Jumlah tulangan pada tiap sisi kolom = 3 buah Jarak tulangan geser pakai = 100 mm
Pembesian kolom 2 (300x400)	Jumlah tulangan utama = 12 buah Luas tulangan pakai (Ast) = 1366,48 mm ² Jumlah tulangan tiap sisi kolom = 3 buah Jarak tulangan geser pakai = 70 mm
Pembesian sloof (300x400)	Jumlah tulangan (n) = 4 buah Jarak tulangan geser pakai = 120 mm
Pondasi <i>strauss</i> reservoir	Jumlah tiang <i>strauss</i> pakai = 20 buah Tulangan utama (d1) = 12 mm Tulangan geser (d2) = 6 mm D efektif = 232 mm Jumlah tulangan utama (n) = 1,66 Jumlah tulangan pakai = 4D13 Jarak sengkang pakai = 100 mm.

7. Analisis pondasi *Strauss* reservoir

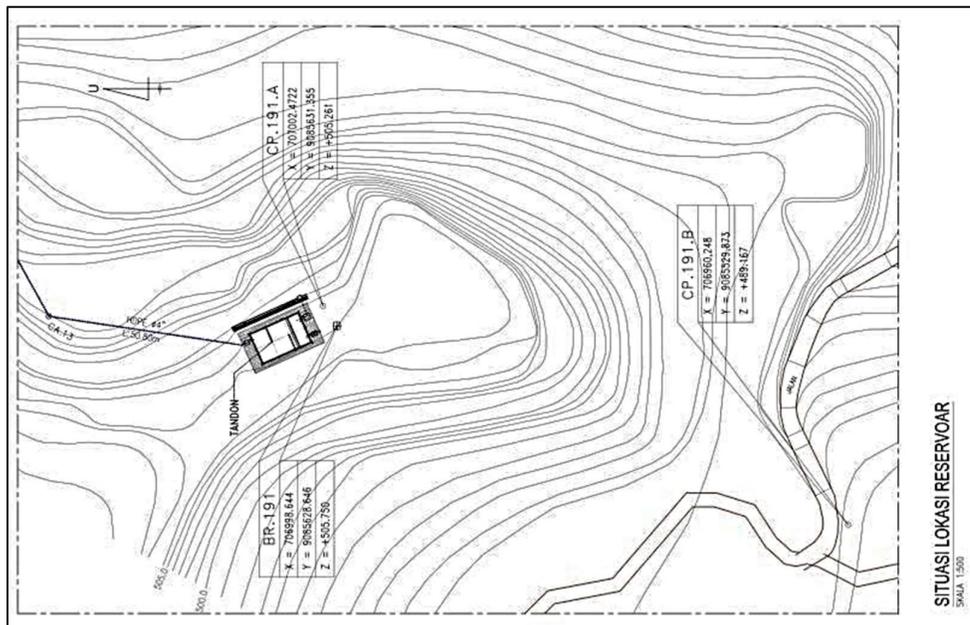
Hasil analisis pondasi *strauss* reservoir dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut. Pada Tabel 6 menampilkan hasil analisis struktur pondasi *strauss* pada bangunan reservoir.

8. Desain Reservoir

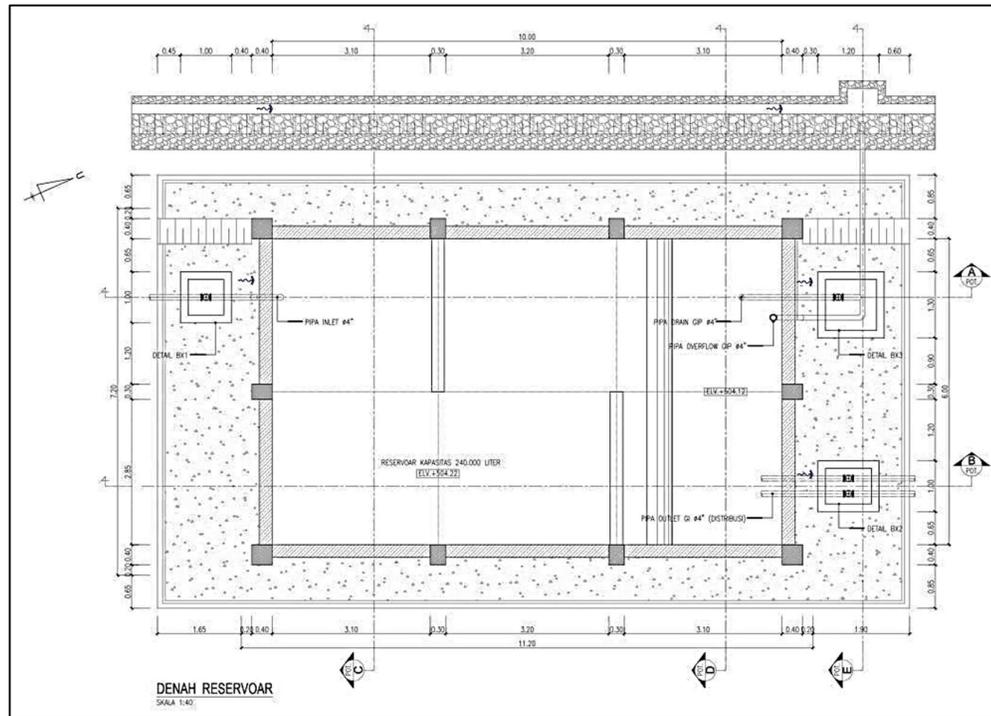
Volume reservoir Sonowangi yaitu 240 m³. Dimensi reservoir Sonowangi yang akan dibangun adalah 10m x 6m x 4m, masing-masing dengan ambang bebas minimum 30 cm di atas muka air tertinggi dan dasar bak minimum 15 cm dari muka air terendah. Batas atas direncanakan untuk menjadi batas maksimum ketinggian air pada reservoir agar tidak terjadi peluapan, sedangkan batas bawah direncanakan untuk menjadi batas minimum ketinggian air pada reservoir agar tidak terjadi kekosongan air pada reservoir. Berikut adalah desain reservoir yaitu berupa situasi lokasi, denah, tampak dan potongan reservoir yang ditunjukkan pada Gambar 3, 4, dan 5. Pada Gambar 3 menampilkan situasi lokasi reservoir dan denah struktur reservoir Desa Sonowangi. Pada Gambar 4 menampilkan tampak atas reservoir Desa Sonowangi. Pada Gambar 5 menampilkan beberapa potongan struktur reservoir Desa Sonowangi.

Tabel 6. Pondasi *Strauss*

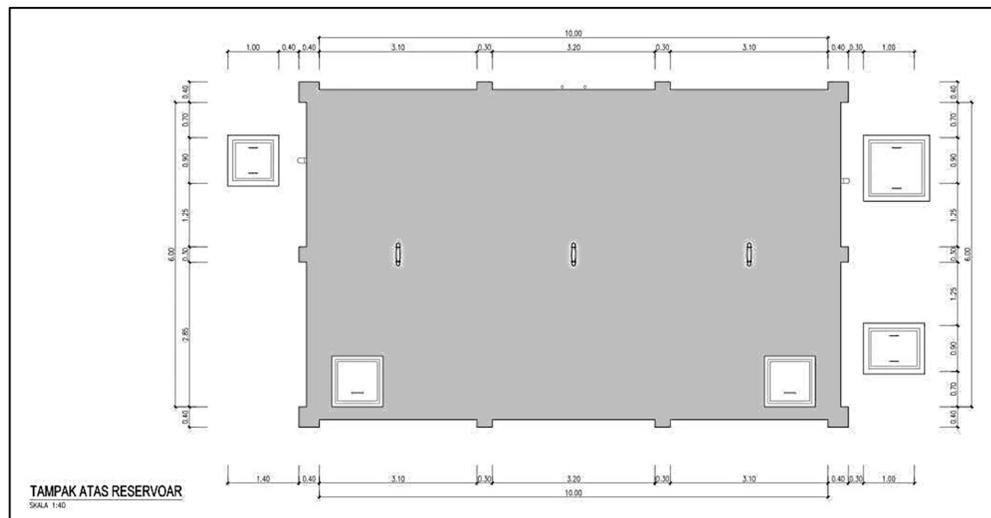
Item	Hasil analisis
Dimensi	Panjang slab dasar (L') = 11,2 m Lebar slab dasar (B') = 6,8 m Tebal slab (D) = 0,25 m Berat total tangki = 353736 kg
Dimensi pondasi <i>strauss</i>	Diameter (d) = 0,25 m Panjang (h) = 4 m Luas penampang (A _{tip}) = 0,05 m ² Keliling (K) = 0,79 m Luas permukaan (A _p) = 3,14 m ²
Daya dukung tiang <i>strauss</i>	Q _s = 18139,8 (per 1 tiang <i>strauss</i>)
Kebutuhan tiang <i>strauss</i>	20 buah
Pembesian tiang <i>strauss</i>	Mutu beton (f' _c) = 18,6 MPa Mutu baja (f _y) = 400 MPa Tulangan utama (d ₁) = 12 mm Tulangan geser (d ₂) = 6 mm D efektif = 232 mm
Tulangan utama <i>strauss</i>	Luas tulangan perlu (A _s) = 187,38 mm ² Luas 1 tulangan = 113,04 mm ² Jumlah tulangan (n) = 1,66 Jumlah tulangan pakai = 4D13
Tulangan geser <i>strauss</i>	S1 = 116 mm S2 = 556,85 mm Jarak sengkang = 100 mm



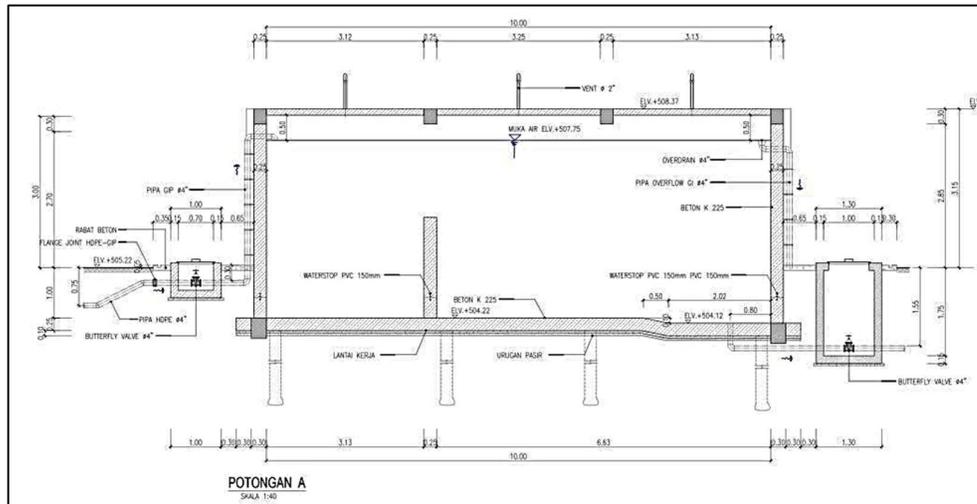
(a)



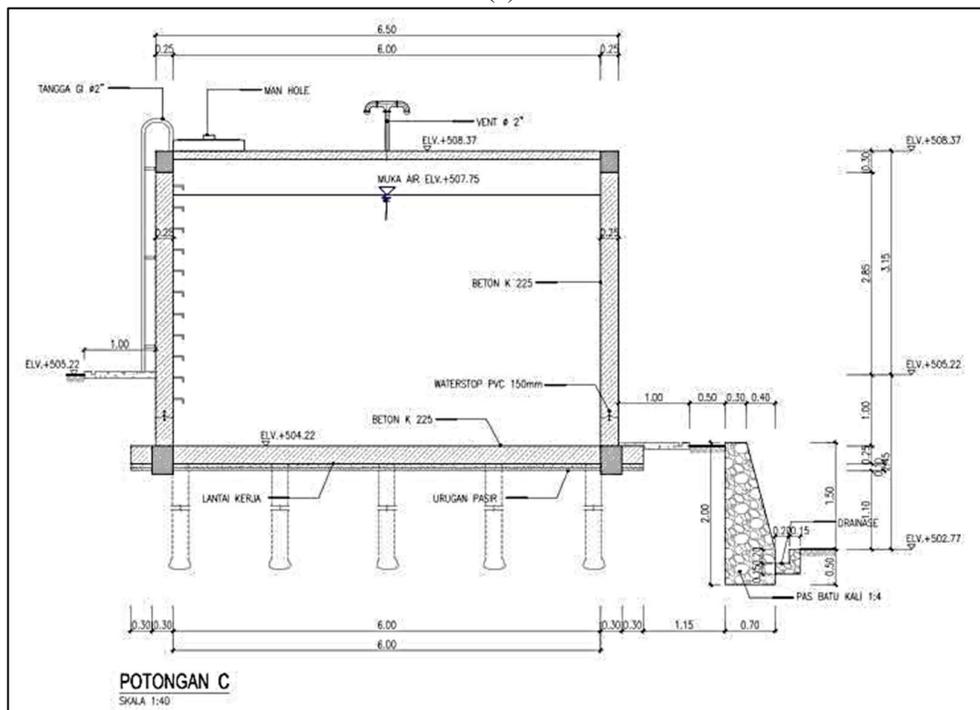
(b)
Gambar 3. Denah Reservoar



Gambar 4. Tampak Reservoar



(a)



(b)

Gambar 5. Potongan Reservoir

DAMPAK DAN MANFAAT

Dampak dan manfaat dari usulan program pengabdian kepada masyarakat ini adalah didapatkannya *Detail Engineering Design (DED)* Bangunan Reservoir yang baru sesuai dengan hasil analisis stabilitas struktur sehingga dapat dimanfaatkan oleh pihak Desa Sonowangi dalam membangun kembali bangunan Reservoir yang sudah ada namun beresiko terhadap sliding/longsor. Dengan desain bangunan reservoir yang memanfaatkan sumber yang sesuai dengan kaidah-kaidah perencanaan, masa layan tinggi, memiliki daya dukung yang baik serta tidak rentan terhadap resiko sliding atau kelongsoran.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan bahwa hasil desain yang baru ini merupakan desain dengan memperhitungkan resiko longsor/sliding sehingga dapat digunakan oleh pihak desa agar memiliki desain bangunan yang awet dan dapat berfungsi dengan baik dengan masa layan yang tinggi tanpa resiko longsor/sliding.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada penulis, pelaksana, dan pihak desa atas berjalannya kegiatan ini dengan baik dan semoga dapat bermanfaat demi kelangsungan kehidupan yang lebih baik kedepannya.

REFERENSI

- Hermawan, O. H. dan Luthfianto, S. (2022) "Pelatihan Desain Site Plan Reservoir untuk Menampung Sumber Mata Air di Wisata Bukit Tangkeban Kabupaten Pematang," *TRIMAS: Jurnal Inovasi dan Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Lake, L. W. dan Carroll, H. B. (1986) *Reservoir Characterization*. Elsevier.
- Nasional, B. S. (2011) "Tata Cara Perencanaan Teknik Jaringan Distribusi dan Unit Pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum," *SNI*, 7509.
- Prasetya, H. P., Umam, K. dan Rochmanto, D. (2021) "Reservoir Perencanaan Struktur Reservoir Air Bersih Desa Pecangaan Kulon, Kecamatan Pecangaan, Kabupaten Jepara," *Journal Civil Engineering Study*, 1(01), hal. 1-7.
- Statistik, B. P. (2021) "Kabupaten Malang Dalam Angka 2021," in *Kabupaten Malang: Badan Pusat Statistik*.
- Umum, P. M. P. (2007) "Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum," *Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum*.
- Usmaningtia, A. (2019) *Analisis Kelongsoran Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah dan Kemiringan Lereng Menggunakan Software Geoslope/W V. 12 (Studi Kasus di Lereng Guntur Macan Lombok Barat)*. Universitas Mataram.
- Wiharsa, I. A., Anwar, M. R. dan Pudyono, P. (2016) "Perencanaan Bangunan Reservoir dan Jaringan Pipa Distribusi Air Bersih di Desa Randugading Kecamatan Tajinan Malang." Brawijaya University.