

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN SISTEMDISTRIBUSI AIR BERSIHDAN AIRLIMBAH DIGEDUNG NEO HOTEL MALANG

Kiki Ayu Adelia¹, Bambang Suprpto², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam
Malang, email :kikiayu20.kk@gmail.com

² Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email :
bambang.suprpto@unisma.ac.id

³ Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email :
anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Gedung Neo merupakan salah Hotel yang berada pada kota Malang. Perencanaan distribusi air bersih pada hotel ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air sehingga dapat diketahui kapasitas tampungan, jaringan pipa, diameter pipa dengan kehilangan energinya, besarnya tekanan serta kapasitas dan daya pompa yang digunakan. Sedangkan perencanaan system pembuangan air limbah akan diketahui jumlah debit air limbah, kapasitas bak ekualisasi (sum pit), jaringan pipa, diameter pipa serta kapasitas pompa air limbah. Sistem distribusi air bersih yang digunakan adalah sistem tangki atap dan dari hasil perhitungan didapatkan total kebutuhan air bersih adalah 103,92m³/hari, kapasitas tangka bawah yang didistribusikan ke tangka atap yaitu berkapasitas 12m³. Sedangkan pipa yang digunakan adalah pipa PVC dengan diameter 15 mm sampai 65 mm. Untuk sistem pipa air kotor dan air buangan dipisahkan. Air kotor ditampung oleh Bio Septic Tank. Air kotor dan air buangan dialirkan menuju pipa shaft yang berdiameter antara 65 mm(2 ½ inchi)sampai 100 mm (4 inchi). Air kotor dan air buangan dari pipa shaft kemudian melewati pipa utama yang berdiameter 100 mm(4 inch) samapai 200 (8 inch).

Kata Kunci : *Sistem Distribusi Air Bersih dan Sistem Pembuangan Air Limbah*

ABSTRACT

Neo Building is one of the hotels located in the city of Malang. The planning for the distribution of clean water at this hotel aims to determine the amount of water needed so that it can know the storage capacity, pipeline network, pipe diameter with energy loss, the amount of pressure and the capacity and power of the pump used. While planning the waste water disposal system, it will be known the amount of wastewater discharge, the capacity of the equalization tank (sum pit), pipe network, pipe diameter and capacity of the waste water pump. The clean water distribution system used is the roof tank system and the calculation results show that the total need for clean water is 103.92 m³/day, the lower tank capacity is distributed to the roof tangka with a capacity of 12 m³. While the pipe used is PVC pipe with a diameter of 15 mm to 65 mm. For the sewerage system, sewerage and sewage are separated. Dirty water is accommodated by the Bio Septic Tank. Dirty water and waste water are channeled into a pipe shaft with a diameter of between 65 mm (2 inches) to 100 mm (4 inches).

Keywords: *Cleam Water Distribution, System and Wastewater Disposial System*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Proyek pembangunan NEO Hotel ini, terletak di kota Malang Jawa Timur dan berada di ketinggian 70 meter di atas permukaan laut, tepatnya di kelurahan Belimbing. Neo Hotel ini akan diperuntukan bagi wisatawan kota Malang. Neo Hotel memiliki Investasi Properti menggunakan iklim sejuk dan berada di pertengahan kota Malang. Neo Hotel ini memiliki luas tanah sebanyak $\pm 7.840 \text{ m}^2$.

Sistem distribusi air bersih dirancang untuk memenuhi kebutuhan akan air bersih serta diperlukan dapat didistribusikan secara merata keseluruhan bagian hotel guna menjamin ketersediaan air higienis bagi para pengguna hotel. Pada perencanaan sistem distribusi air bersih ada beberapa hal yang penting yang diperhatikan yaitu tentang kualitas air yang akan didistribusikan, laju dan kecepatan aliran pada pipa, kerugian didalam sepanjang sirkulasi pipa, tekanan air di pipa dan kapasitas tampungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Prinsip Dasar Sistem Air Bersih

Sistem distribusi air bersih merupakan sistem pemipaan yang disiapkan di dalam bangunan maupun di luar bangunan guna mengalirkan air bersih dari sumbernya hingga menuju outlet (keluaran).

Analisa Air Bersih

Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping.

Rumus Perhitungan Jumlah Penghuni

$$Q_h = \frac{Q_d}{T}$$

Dimana :

Q_d = Jumlah penghuni x pemakaian air per orang/hari

Q_h = Pemakaian air rata-rata (m^3/hari)

Q_d = Pemakaian air rata-rata sehari (m^3/hari)
 T = jangka waktu pemakaian (h)

Rumus Kerugian Head Mayor (Mayor Loose)

$$R_e = \frac{v \times D}{v}$$

Dimana :

Keterangan :

H_f = Kerugian head karena gesekan (m)

f = Faktor gesekan (didapat dari diagram moody)
 D = Diameter pipa (m)

L = Panjang pipa (m)

v = Kecepatan rata-rata aliran dalam pipa (m/s)
 g = Percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

Metodologi Penelitian

Deskripsi Daerah Studi

Penelitian dilakukan di pembangunan Gedung Neo Hotel Malang yang berada di Jalan Jendral Ahmad Yani No. 12, Malang.



Gambar 1. Lokasi Gedung
(Sumber : *Google Earth Pro*, 2021)

Data Penelitian

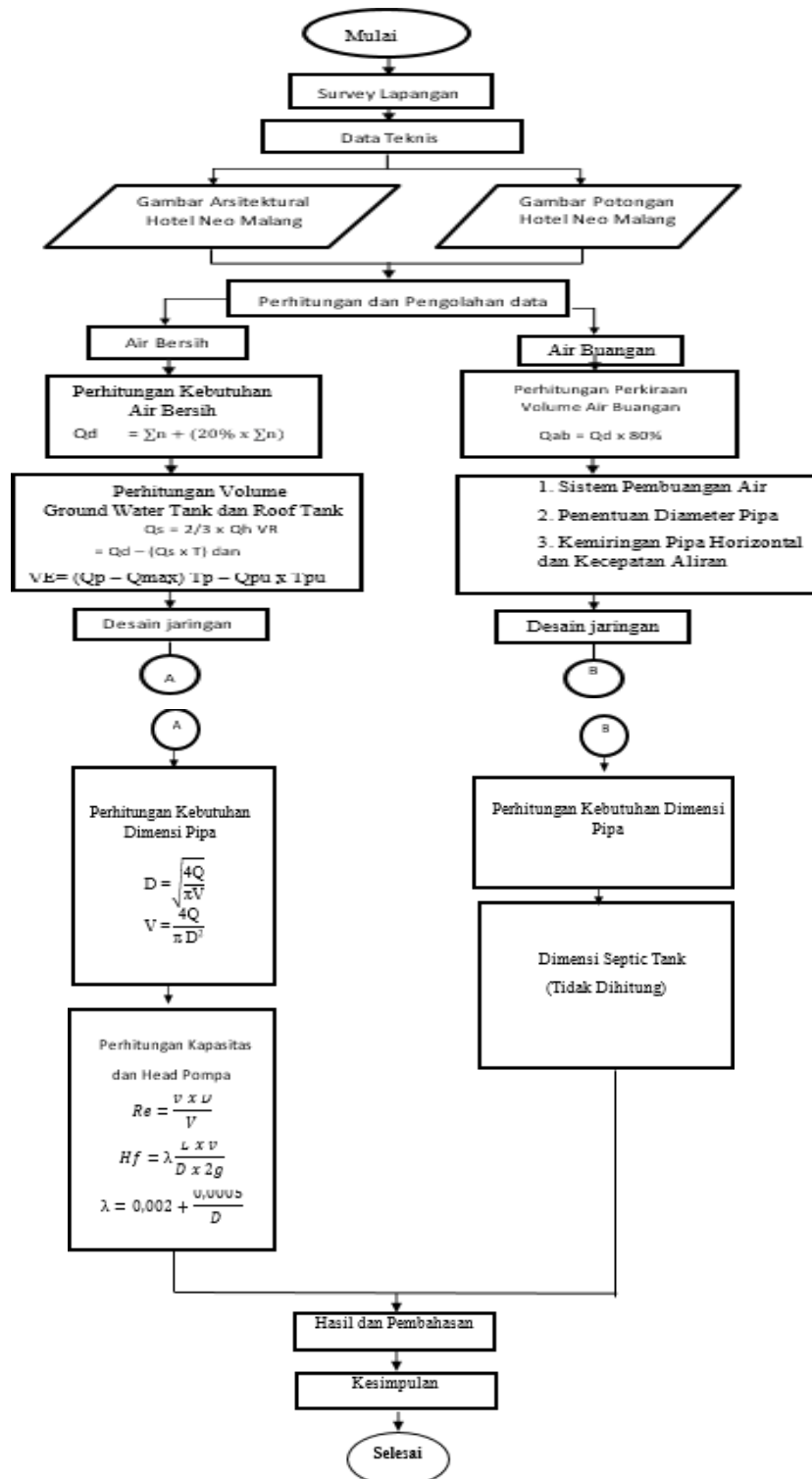
- *Site Plan* hotel
Denah Struktural dan arsitektural setiap lantai hotel beserta detail potongannya.
Sumber air darim Deep Wheel

Tahap Perencanaan

- Melakukan pemetaan distribusi air bersih mulai dari reservoir bawah tanah menuju reservoir atas untuk kemudian disalurkan ke tiap tower.
- Melakukan pemetaan buat penyaluran air kotor dari tiap tower sampai ke septic tank sebagai tampungan sementara.

- Menghitung kebutuhan air bersih yang dibutuhkan dan perkiraan jumlah air kotor yang dihasilkan.
- Menghitung volume tampungan air bawah, tampungan air atas serta *septictank*.
- Menghitung kapasitas serta *head* pompa.
- Menghitung kebutuhan dimensi (diameter) pipa yang diperlukan yang disesuaikan dengan yang berada dipasaran.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir

(Sumber : Penulis, 2022)

PEMBAHASAN

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih dan Kapasitas Tangki

Jumlah kebutuhan air telah ditentukan menurut SNI 03-7065-2005 tentang tata cara perencanaan sistem plambing yaitu kebutuhan air 250 liter/orang/hari untuk tamu hotel berbintang, sedangkan 120 liter/orang/hari untuk staf atau karyawan. Berdasarkan ketentuan yang telah ditetapkan dapat diketahui jumlah kebutuhan air lainnya berdasarkan jumlah kapasitas kamar yang tersedia.

Tabel 1. Jumlah Kebutuhan Air

Jenis Kamar	Jumlah Kamar	Kapasitas (Orang)	Total Kapasitas	Kebutuhan Air (Liter/Kamar/Hari)
<i>Deluxe Room</i>	111	2	222	55500
<i>Premiere</i>	34	2	68	17000
<i>Suite Room</i>	6	2	12	3000
<i>Penthouse</i>	1	6	6	1500
			Jumlah	77000

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Diasumsikan jumlah staf atau karyawan hotel sebanyak 80

orang : $80 \times 120 \text{ liter/hari} = 9600 \text{ liter/hari}$

Sehingga jumlah total kebutuhan air untuk hotel adalah :

$77000 \text{ Liter/Hari} + 9600 \text{ Liter/Hari} = 86600 \text{ liter/hari} = 86,6 \text{ m}^3/\text{hari}$.

- **Kebutuhan Harian Maksimum**
 $Q_d = 86,6 \text{ m}^3/\text{hari} + (20\% \times 86,6 \text{ m}^3/\text{hari})$
 $Q_d = 103,92 \text{ m}^3/\text{hari}$
- **Kebutuhan Rerata**
 $Q_h = Q_d / T$
 $Q_h = 103,92 / 10$
 $Q_h = 10,392 \text{ m}^3/\text{jam}$
- **Kebutuhan Air pada Jam Puncak**
 $Q_h - \text{max} = C_1 Q_h$
 $Q_h - \text{max} = (2) \times (10,392)$
 $Q_h - \text{max} = 20,784 \text{ m}^3/\text{jam}$
- **Kebutuhan Air pada Menit Puncak**
 $Q_m - \text{max} = (C_2 \times Q_h) / 60$
 $Q_m - \text{max} = (4 \times 10,392) / 60$
 $Q_m - \text{max} = 6,928 \text{ m}^3/\text{menit}$

Perhitungan Kapasitas Tangki

- **Kapasitas Tangki Air Bawah**
 $Q_s = 2/3 \times Q_h$
 $= 2/3 \times 10,392 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $= 6,928 \text{ m}^3/\text{jam} + 20\% \text{ (penambahan pendingin gedung dsb)}$

$$\begin{aligned}
 &= 7,128 \text{ m}^3/\text{jam VR} &= Q_d - (Q_s \times T) \\
 &= 103,92 \text{ m}^3/\text{hari} - (7,128 \text{ m}^3/\text{Jam} \times 10) \\
 &= 32,640 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka volume tangki air bawah adalah $32,6 \text{ m}^3 = 33 \text{ m}^3$, perencanaan dimensi $5 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 40 \text{ m}^3$

- Kapasitas Tangki Air Atas**

$$\begin{aligned}
 Q_p &= Q_m \text{ max} \\
 &= 0,421 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{max}} &= Q_h \text{ max} / 60 \\
 &= 31,560 / 60 = 0,526 \text{ m}^3/\text{menit} \quad Q_{pu} = Q_{\text{max}}
 \end{aligned}$$

Sehingga kapasitas efektif tangki air atas adalah :

$$\begin{aligned}
 V_E &= (Q_p - Q_{\text{max}}) T_p - Q_{pu} \times T_{pu} \\
 &= (0,421 \text{ m}^3/\text{menit} - 0,526 \text{ m}^3/\text{menit}) 60 - 0,526 \text{ m}^3/\text{menit} \times 10 \\
 &= 11,56 \text{ m}^3 = 12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perencanaan kapasitas tangki 12 m^3 jadi untuk volume tangki air atas adalah $12 \text{ m}^3 = 12.000$

LDimensi Roof Tank A = D: 3 m , H: 2,5 m

Dimensi Roof Tank B = D: 3 m , H: 1,5 m

Perhitungan Perkiraan Debit Air Limbah

$$\begin{aligned}
 Q_{ab} &= Q_d \times 80\% = 128,4 \times 80\% \\
 Q_{ab} &= 102,72 \text{ m}^3/\text{hari} = 102720 \text{ liter/hari} \\
 Q_{ab} &= 103 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Perencanaan IPAL**

$$\begin{aligned}
 Q_{ab} &= Q_d \times 80\% = 128,4 \times 80\% \\
 Q_{ab} &= 102,72 \text{ m}^3/\text{hari} = 102720 \text{ liter/hari} \\
 Q_{ab} &= 103 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Penentuan Diameter Pipa Tegak Air Bersih Untuk Shaft

Jenis	WSF U	Laju Aliran Air (l/detik)	Laju Aliran Air (m ³ /detik)	Diameter Perhitungan (mm)	Diameter Pakai (mm)	V (m/s)
<i>Deluxe Room</i>	16	1.14	0.00114	26.95	40	0.908
Lantai 8	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 7	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 6	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 5	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 4	24	1.33	0.00133	29.11	40	1.059
Lantai 3	5	0.59	0,00059	0,0194	20	1.62

Lantai 2	5	0,59	0,00059	0,0194	20	1.62
Lantai 1	5	0,59	0,00059	0,0194	20	1.62

Tabel 2. Perhitungan pipa tegak air bersih shaft tiap lantai

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2022)

Perhitungan Kerugian Head

Kerugian head yang terjadi ini adalah akibat gesekan antara air dengan pipa. Kerugian head akibat gesekan ini digunakan untuk memperhitungkan besarnya tekanan air yang keluar pada alat plambing.

Contoh perhitungan :

- Lantai 1 pada daerah A –

$$BD = 0,40 \text{ m}$$

$$v = 1.43 \text{ m/s}$$

$$\nu = 1.004 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (Viskositas air pada suhu } 20^{\circ}\text{)}$$

$$L = 3,05 \text{ m}$$

Terdapat kerugian peralatan pipa :

- 1 buah belokan 90° (32 mm) = 1.2 m
 - 1 buah T- 90° (32 mm) = 0.36 m
- Sehingga L
total = 2.06 m

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Re} &= \frac{vD}{\nu} \\ &= \frac{1,43 \cdot 0,40}{1,004 \cdot 10^{-6}} \\ &= 5,69 \cdot 10^4 \text{ (Aliran Turbulen)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \lambda &= 0,020 + \frac{0,0005}{D} \\ &= 0,020 + \frac{0,0005}{0,40} = 0,02125 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Hf} &= \lambda \frac{L v^2}{D \cdot 2g} \\ &= 0,02125 \frac{3,05 \cdot 1,43^2}{0,40 \cdot 2 \cdot 9,81} \end{aligned}$$

$$= 0,01688 \text{ m}$$

Tabel 3. Perhitungan Kerugian Head Toilet Lantai 1

Daerah	D (m)	V (m/s)	v (m^2/s)	L total (m)	Re	λ	Hf (m)
A - B	0,40	1,43	0,000001004	2,45	569721	0,02125	0,01356
B - C	0,20	1,88	0,000001004	1,56	374502	0,04500	0,69741
C - D	0,15	1,81	0,000001004	1,07	270418	0,05333	0,06227
D - E	0,15	1,81	0,000001004	5,64	270418	0,05333	0,32824
E - F	0,20	1,62	0,000001004	1,61	322709	0,04500	0,07964
G - GA	0,02	1,62	0,000001004	1,69	322709	0,04500	0,08360
G - GB	0,20	1,62	0,000001004	6,05	3227092	0,02250	0,35076
G - GC	0,20	1,62	0,000001004	4,76	3227092	0,02250	0,27597
G - GD	0,20	1,62	0,000001004	1,35	3227092	0,02250	0,07827
H - HA	0,15	1,81	0,000001004	9,48	2704183	0,02333	0,52961
H - HB	0,15	1,81	0,000001004	4,65	2704183	0,02333	0,25978

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)

Perhitungan Tekanan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Tekanan Air Tiap Lantai Gedung Neo (*Full Tank*)

Lantai	Head Statik (m)	Kerugian Head (m)	Tekanan (N/m^2)
Lantai 11	4,50	2,54	24941,84
Lantai 10	3,65	1,09	10739,80
Lantai 9	3,25	1,00	98379,05
Lantai 8	2,85	3,90	38251,34
Lantai 7	2,45	3,80	37270,54
Lantai 6	2,05	3,60	35308,93
Lantai 5	1,65	3,50	34328,13
Lantai 4	1,25	3,30	32366,52
Lantai 3	8,50	1,08	10641,72
Lantai 2	4,50	7,05	69146,66
Lantai 1	0,50	3,30	63156,27

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)

Penentuan Diameter Pipa Air Kotor dan Air Buangan

Tabel 5. Hasil Perhitungan Diameter Pipa Pembuangan Air Kotor dan Air Buangan Toilet *PremierRoom* dan *Deluxe Room*

Daerah Pipa	Alat Plambing	Unit Beban Kumulatif	Diameter Minimum Alat Plambing (mm)	Diameter Beban Maksimum (mm)	Diameter Perencanaan (mm)
<i>Pipa Air Kotor</i>					
a - b	-	8	-	65	100
b - c1	Kloset	4	75	50	75
b - d	-	4	75	50	100
d - d1	Kloset	4	75	50	75
<i>Pipa Air Buangan</i>					
A - B	-	10	-	65	65
B - C1	Lavatory	1	32	32	32
B - D	-	5	-	50	50
D - I1	FloorDrain	2	50	40	50
D - J	FloorDrain	2	50	40	50
D - F1	Lavatory	1	32	32	32
D - G	-	4	-	50	50
G - G1	FloorDrain	2	50	40	50
G - H	FloorDrain	2	50	40	50

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2022)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jumlah total kebutuhan air bersih untuk NEO hotel ialah sebesar 103,92 m³/hari Atau 10392 Liter/Hari dan hasil perhitungan yang dibuat Debit air limbah ialah 102,72 m³/hari atau 102720liter/hari.
2. Pada tangki bawah yang memiliki dimensi 5 m x 4 m x 2 m maka volume efektif tangki adalah 60 m³. Dari tangki bawah, lalu air didistribusikan ke tangki atap yang berkapasitas 12 m³ atau 12.000 Liter.
3. Pada pipa shaft berdiameter 40 mm (1 1/2 inch) dan pipa utama terhadap lantai

1 dan lantai 2 berdiameter 50 mm (2 inch). Dari pipashaft lah air didistribusikan ke tiap unit alat plambing. Pada lantai 10 dan lantai 11 tekanan air berada dibawah tekanan perencanaan minimum sebagai yang dapat digunakan pompa booster untuk menambahtekanan air.

4. Air kotor dan air buangan dialirkan menuju pipa shaft yang berdiameter antara 65 mm (2 ½ inchi) sampai 100 mm (4 inchi). Air kotor dan air buangan dari pipa shaft kemudian melewati pipa utama yang berdiameter 100 mm (4 inch) samapai 200 (8 inch). Sistem pipa air kotor dan air buangan dipisahkan, Kemudian air kotor akan ditampung oleh Bio Septic Tank.

Saran

1. Untuk menentukan jenis sistem distribusi air bersih dan pembuangan air limbah diharapkan tinjauan yang berasal dari segi teknis, ekonomis dan estetika atau keindahan sehingga sistem yang dipergunakan menjadi efektif dan efisien serta semua fasilitas dari sistem yang digunakan harus memenuhi standart guna memberikan ketenangan dan keamanan bagi para pengguna gedung.
2. Menggunakan perangkat lunak atau software yang menggunakan dengan perhitungan distribusi air, agar banyaknya referensi cara menjalankan aplikasi tersebut dari step awal hingga step akhir.
3. Diperlukanya pengecekan dan pemeliharaan keseluruhan unit alat plambing di sistem distribusi air bersih maupun juga pembuangan air limbah terencana guna mencegah terjadinya kerusakan pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI-03-6481-2000 *Sistem Plambing*. Bandung: Badan Standardisasi Nasional.
- Rahmawati, A. (2020). *Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang*. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 4(1), 1-8.
- Tri Anugrah, Wisnu. (2018). “*Perencanaan Sistem Distribusi Air Bersih dan Pembuangan Air Limbah Gedung Neo Condotel Batu*” Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah.