

Studi Tinjauan Perencanaan Sistem Plumbing Air Bersih (Studi Kasus: Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab)

Sugiarto Badaruddin¹

¹Jurusan Teknik Sipil Program Teknik Konstruksi Gedung Politeknik Negeri
Ujung Pandang, Makassar, Sulawesi Selatan, 90245, Indonesia. e-
mail: sugibadaruddin@poliupg.ac.id

Abstract. *The clean water piping (plumbing) system in STIBA (Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab) building needs to be carefully considered to ensure that the water demand of the students and staff can be met effectively and efficiently. Calculations show that a water demand of 0.35 m³/min is required, and various existing pipe diameters are used, ranging from 65mm for the main pipes, 60mm and 50mm for the header pipes, to 40mm, 32mm, 30mm, 25mm, 20mm, and 15mm for the shaft pipes. However, after controlling for velocity values using Epanet software, it was found that some pipes had values below 1.8m/s and above 2.4m/s, which could compromise system efficiency. Therefore, the effective pipe diameter for the header pipes was found to be 125mm and 90mm, and for the shaft pipes, it ranged from 90mm to 15mm. The results of this study highlight that the clean water piping system in the STIBA building must be carefully designed and evaluated to meet the clean water demands of the students and staff effectively and efficiently. This can be achieved by selecting effective pipe diameters based on the Epanet calculations and ensuring that the velocity values remain within the specified limits.*

Keywords: *Plumbing System Design, Clean Water, Epanet*

Abstrak. Sistem pemipaan/plumbing air bersih di gedung STIBA perlu dipertimbangkan dengan cermat agar permintaan air para mahasiswa dan staf dapat terpenuhi secara efektif dan efisien. Dalam penelitian ini, perhitungan awal menunjukkan bahwa debit air sebesar 0,35 m³/menit diperlukan, dengan diameter pipa yang digunakan pada kondisi eksisting bervariasi mulai dari 65mm untuk pipa utama, 60mm dan 50mm untuk pipa header, hingga 40mm, 32mm, 30mm, 25mm, 20mm, dan 15mm untuk pipa shaft. Namun, setelah dikontrol untuk nilai kecepatan menggunakan software Epanet, beberapa pipa ditemukan memiliki nilai di bawah 1,8m/s dan di atas 2,4m/s, yang dapat mengorbankan efisiensi sistem. Oleh karena itu, diameter pipa yang efektif untuk pipa header adalah 125mm dan 90mm, dan untuk pipa shaft adalah 90mm hingga 15mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem pemipaan air bersih di gedung STIBA harus dirancang dan dievaluasi dengan cermat untuk memenuhi permintaan air bersih dari para mahasiswa dan staf secara efektif dan efisien. Hal ini dapat dicapai dengan memilih diameter pipa yang efektif berdasarkan perhitungan Epanet dan memastikan bahwa nilai kecepatan tetap dalam batas yang ditentukan.

Kata Kunci: Perencanaan Sistem Plumbing, Air Bersih, Gedung Sekolah, Epanet.

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Tanpa air tidak akan ada kehidupan di muka bumi. Bumi mengandung sejumlah besar air, lebih kurang 1,4 x 10⁶ km³ yang terdiri atas samudera, laut, sungai, danau, gunung es dan sebagainya [1]. Namun dari sekian banyak air yang terkandung di bumi hanya 3 % yang berupa air tawar yang terdapat dalam sungai, danau, dan air tanah. Kebutuhan air baku untuk berbagai keperluan terutama air bersih untuk rumah tangga, tempat-tempat umum, industri, dan lain-lain akan terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan lajunya pembangunan diberbagai sektor dan bidang serta jumlah penduduk yang terus bertambah. Di sisi lain, jumlah penyediaan dan prasarana air baku yang ada saat ini relatif terbatas sehingga belum dapat memenuhi semua kebutuhan tersebut terutama pada saat-saat musim kemarau.

Penanganan akan pemenuhan kebutuhan air bersih dapat dilakukan dengan berbagai cara, disesuaikan dengan sarana dan prasarana yang ada. Di daerah perkotaan, sistem penyediaan air bersih dilakukan dengan sistem perpipaan dan non perpipaan. Sistem perpipaan dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan sistem non perpipaan dikelola oleh masyarakat [2].

Dalam pembangunan gedung bertingkat, dibutuhkan perencanaan matang dari berbagai aspek. Selain perencanaan sistem elektrikal dan perancangan gedung itu sendiri, dibutuhkan pula perencanaan sistem mekanikal gedung yang meliputi sistem ventilasi mekanis, sistem proteksi kebakaran dan sistem plumbing yang layak sehingga penghuni dapat merasakan kenyamanan ketika berada pada sebuah bangunan gedung [3]. Fungsi dari peralatan plumbing adalah pertama, untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan jumlah aliran serta tekanan yang sesuai, dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu dan tetap menjaga kebersihan tempat-tempat yang dilaluinya [4].

Di Indonesia telah diterbitkan peraturan dan standar tentang perencanaan dan pemeliharaan sistem instalasi air bersih sejak tahun 1979. Usaha ini dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan maupun kerusakan yang terjadi pada sistem plumbing. Kegagalan sistem plumbing antara lain disebabkan oleh kurang cermatnya perancangan, kurang baiknya pemasangan, getaran dan kebisingan yang terjadi pada mesin dan sistem perpipaan, serta menyangkut kemampuan teknik yang kurang memadai dan kecerobohan tenaga profesional yang bertanggung jawab atas proses desain dan perancangan sistem plumbing. Dalam perencanaan sistem plumbing air bersih, terdapat hal penting yang harus diperhatikan, yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air, serta permasalahan yang mungkin timbul jika dilakukan penggabungan antara cadangan air untuk air bersih dan pencegahan pemadam kebakaran [5]. Pada instalasi plumbing sering ditemukan tekanan air yang kurang sehingga debit pengaliran air bersih mengalir dengan debit yang kecil terutama pada lantai teratas dari bangunan, dikarenakan tekanan air bersih yang digunakan dibawah tekanan minimal yang dipersyaratkan. Pada perancangan sistem plumbing ini diperlukan sistem distribusi air bersih yang sesuai dengan jenis bangunan sehingga tekanan dan debit pengaliran air bersih pada masing-masing lantai dapat terpenuhi [6].

Perancangan distribusi air bersih di Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA) Makassar sebaiknya juga memperhatikan hal-hal tersebut untuk mendapatkan sistem distribusi air bersih yang optimal, karena kesalahan dalam perencanaan dan perancangan sistem pendistribusian air bersih juga merupakan salah satu faktor penyebab yang mungkin terjadi di gedung tersebut. Perancangan dan perhitungan hidrolika tersendiri diperlukan untuk menganalisis tercapainya pendistribusian air bersih yang optimal ke seluruh lantai gedung dengan tingkat elevasi, kebutuhan air bersih dan tekanan yang berbeda-beda. Pada penelitian ini dilakukan studi tinjauan perancangan sistem distribusi air bersih gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA) Makassar dengan menggunakan aturan SNI system plumbing yang terbaru yaitu SNI 8153 Tahun 2015 [7].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi pustaka terhadap referensi-referensi terkait dengan tema penelitian dan selanjutnya dilakukan pengumpulan data secara langsung dengan memperoleh data dari konsultan di lapangan serta melakukan pengamatan dan pencatatan terhadap sumber data yang telah diperoleh. Selanjutnya dilakukan pengkajian model eksisting system plumbing yang digunakan pada Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang dimiliki oleh konsultan proyek gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab. Data yang dikumpulkan meliputi (1) Denah setiap lantai gedung beserta potongannya dapat dilihat pada Gambar 2. (2) Data sumber-sumber air yang melayani sistem distribusi wilayah gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab.

Dalam perhitungan kebutuhan air bersih dalam system plumbing air bersih digunakan persamaan 1 sebagai berikut:

Pemakaian air dalam satu hari :

$$Q_d = \text{jumlah penghuni} \times \text{pemakaian air orang perhari} \quad (1)$$

Dimana :

$$Q_d = \text{Pemakaian air rata-rata m}_3/\text{hari}$$

Untuk memperkirakan adanya kebocoran, pancuran air, mesin pendingin dan penyiraman taman maka perlu di tambah 20% untuk mengantisipasi kekurangan debit (Noerbambang dan Morimura, 1993:69). Pemakaian air orang per hari :

$$Q_{dtot} = (100\% + 20\%) \times Q \quad (2)$$

Dimana :

$$Q_{dtot} = \text{Total keseluruhan pemakaian air rata-rata}$$

$$Q = \text{Kebutuhan air org/hari}$$

Kebutuhan air rata-rata pemakaian per hari selama 8 (Noerbambang dan Morimura, 1993:69)

$$Q_h = \frac{Q_{dtot}}{t} \quad (3)$$

Dimana :

$$Q_h = \text{pemakaian air rata-rata (m}_3/\text{jam)}$$

$$Q_{dtot} = \text{pemakaian air rata-rata (m}_3/\text{hari)}$$

$$t = \text{pemakaian rata-rata (jam/hari)}$$

Pemakaian air pada jam puncak

$$Q_{h-maks} = C1 \times Q_h \quad (4)$$

Dimana :

Q_{h-max} = pemakaian air (m³/jam)
 C_1 = konstanta 1.5 untuk bangunan rumah tinggal, 1.7 untuk bangunan perkantoran, 2.0 untuk bangunan hotel/apartemen.

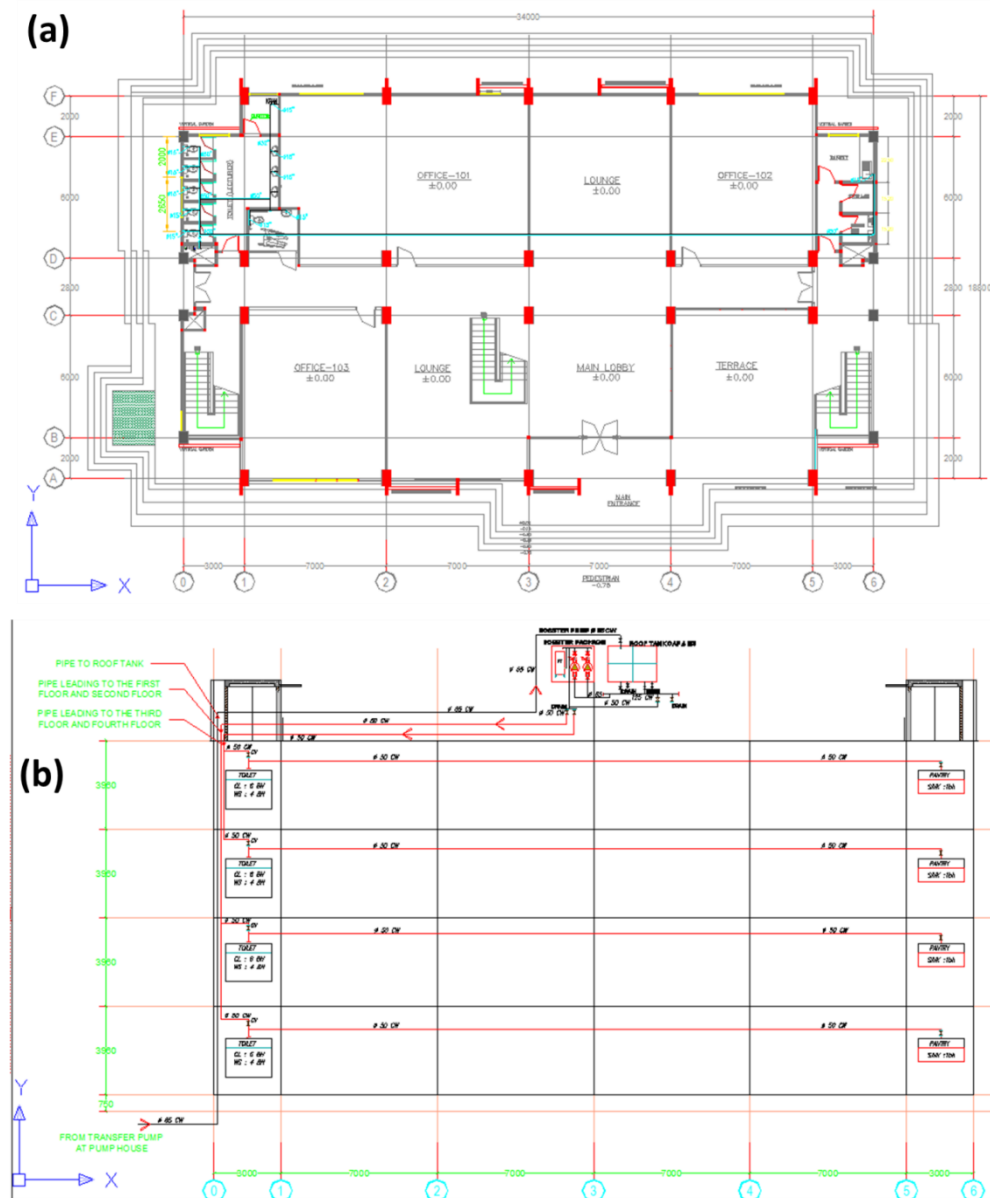
Q_h = pemakaian rata-rata (m³/jam)
 Pemakaian air pada menit puncak [8]

$$Q_{m-maks} = C_2 \times \left(\frac{Q_h}{60}\right) \tag{5}$$

Dimana :

Q_{m-max} = pemakaian air (m³/menit)
 C_2 = konstanta 3.0 untuk bangunan rumah tinggal, 3.5 untuk bangunan perkantoran, 4.0 untuk bangunan hotel/apartemen.

Q_h = pemakaian rata-rata (m³/jam)



Gambar 2. (a) Denah dan (b) Potongan gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab

Untuk perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing digunakan persamaan berikut:

$$Q_b = \text{Jumlah alat plumbing} \times \text{unit beban alat plumbing} \tag{6}$$

Dimana:

Q_b = pemakaian air serentak berdasarkan alat plumbing (liter/menit)

Metode ini digunakan apabila jenis alat plumbing yang digunakan diketahui jumlahnya. Misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya. Berikut adalah tabel pemakaian air tiap alat plumbing [4]:

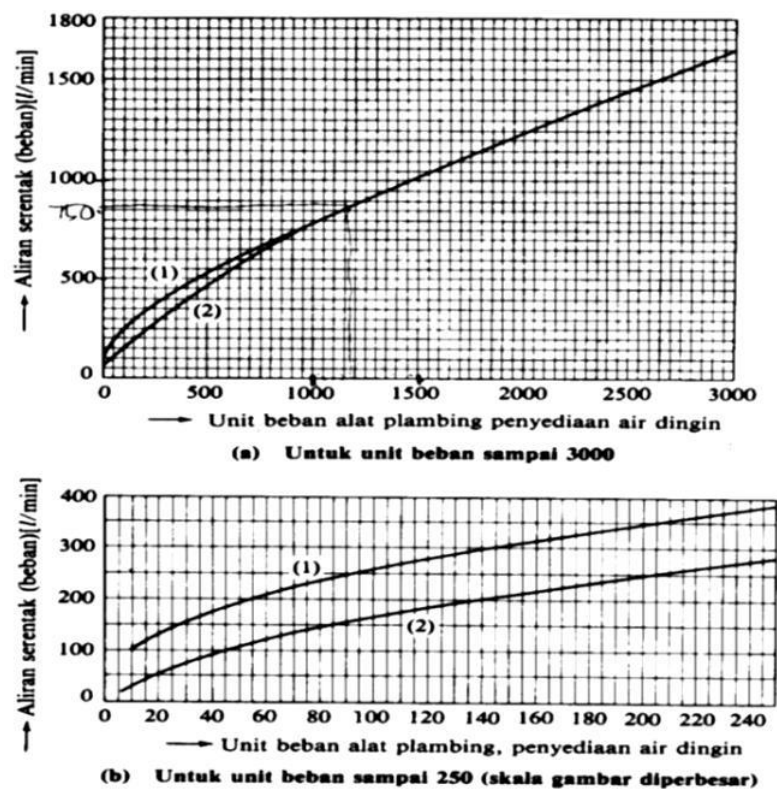
Tabel 1. Pemakaian Air Tiap Plumbing

No.	Nama Alat Plumbing	Setiap Pemakaian (liter)	waktu pengisian (detik)
1	kloset, katup gelontor	15	100
2	kloset, tangki gelontor	14	60
3	peturasan, katup gelontor	5	10
4	peturasan, tangki gelontor	14	300
5	bak cuci tangan kecil	10	18
6	bak cuci tangan biasa	10	40
7	bak cuci dapur, dengan keran 13 mm	15	16
8	bak cuci dapur, dengan keran 20 mm	16	17
9	bak mandi rendam (bathtub)	125	250
10	pancuran mandi (shower)	42	210

Rumus perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan jenis dan jumlah alat plumbing dengan menghitung kebutuhan air yaitu:

$$\text{Kebutuhan air bersih} = \text{jumlah alat plumbing} \times \text{kebutuhan air alat plumbing} \times \text{beban pemakaian} \tag{7}$$

Untuk perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan unit beban alat plumbing [4], setiap bagian pipa akan dijumlahkan dengan unit beban dari semua alat plumbing yang dipakai kemudian besarnya laju aliran air didapatkan pada kurva seperti pada Gambar 3, Tabel 2 dan Tabel 3. Kurva ini memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat plumbing dengan laju aliran air dengan memasukkan faktor kemungkinan penggunaan serempak dari alat-alat plumbing.



Gambar 3. Hubungan antara unit beban alat plumbing dengan laju aliran

Tabel 2. Unit Beban Alat Plumbing (UBAP)

No	Jenis Alat Plumbing	UBAP	UBAP
		Pribadi	Umum
1	Bak mandi	2	4
2	Bedpan washer	-	10
3	Bidet	2	4
4	Gabungan bak cuci dan dulang cuci pakaian	3	-
5	Unit dental atau peludahan	-	1
6	Bak cuci tangan untuk dokter gigi	1	1
7	Pancaran air minum	1	2
8	Bak cuci tangan	1	2
9	Bak cuci dapur	2	2
10	Bak cuci pakaian (1 atau 2 kompartemen)	2	4
11	Dus, setiap kepala	2	4
12	Service Sink	2	4
13	Peturasan pedestal berkaki	-	10
14	Peturasan, wall lip	-	5
15	Peturasan, palung	-	5
16	Peturasan dengan tangki penggelontor	-	3
17	Bak cuci bulat atau jamak	-	2
18	Kloset dengan katup gelontor	6	10
19	Kloset dengan tangki gelontor	3	5

Tabel 3. Perkiraan Kebutuhan Air

Supply Systems Predominantly for Flush Tanks		Supply Systems Predominantly for Flush Tanks	
Jumlah UBAP	Kebutuhan liter/detik	Jumlah UBAP Kebutuhan	Kebutuhan liter/detik
1	0,19	70	3,66
2	0,32	80	3,86
3	0,41	90	4,06
4	0,51	100	4,26
5	0,95	120	4,61
6	1,10	140	4,86
7	1,25	160	5,11
8	1,40	180	5,39
9	1,55	200	5,68
10	1,70	250	6,37
12	1,80	300	6,81
14	1,91	400	8,01
16	2,01	500	9,02
18	2,11	750	11,17
20	2,21	1000	13,12
25	2,40	1250	15,08
30	2,65	1500	16,97
35	2,78	2000	20,50
40	2,90	2500	23,97
45	3,03	3000	27,32
50	3,15	4000	33,12
60	3,41	5000	37,41

Untuk menentukan diameter pipa dari metode analitis yang dilakukan, Grafik Hazen William [8] digunakan sebagai acuan dalam penentuan diameter berdasarkan nilai debit dan laju aliran air dalam pipa. Selanjutnya, digunakan software Epanet untuk mengontrol perhitungan secara analitis. Epanet adalah program komputer yang dapat mensimulasikan aliran hidrolis dan kualitas air yang mengalir dalam jaringan pipa. Jaringan pipa tersebut terdiri dari pipa, node (titik koneksi), pompa, katup, tangki atau reservoir. Epanet dikembangkan oleh Water Supply and Water Resources Division USEPA'S National Risk Management Research Laboratory dan pertama kali diperkenalkan pada tahun 1993, serta versi terbaru diterbitkan pada tahun 1999. Epanet dapat mengevaluasi aliran air di setiap pipa, tekanan air di setiap titik, dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama periode pengaliran. Software ini bermanfaat untuk menganalisis berbagai aplikasi jaringan distribusi air bersih dengan memasukkan data input berupa desain jaringan pipa dan komponen-komponen penting di dalamnya. Epanet dapat melakukan simulasi dan menampilkan hasil dalam berbagai bentuk, seperti kode warna pada peta, tabel data, grafik, dan citra kontur [9] (Rossman, 2000). Proses secara detail dalam menjalankan software Epanet tidak dijelaskan secara detail dan untuk detailnya dapat dilihat pada referensi terkait.

3. HASIL DAN ANALISA

Secara detail data gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab adalah sebagai berikut. Gedung ini berlantai empat, lantai 1 adalah kantor dan dari lantai 2 hingga lantai 4 adalah gedung kelas. Pada lantai 1 terdapat ruang kantor, lobi utama, toilet dosen, gudang, tempat beristirahat, dapur, dan ruang panel elektrikal. Pada lantai 2 hingga lantai 4 terdapat ruang kelas, toilet mahasiswi, gudang, dapur, dan ruang panel elektrikal. Jumlah ruangan didapatkan berdasarkan data lapangan, pada lantai 1 terdapat 3 ruangan dan pada lantai 2 hingga lantai 4 terdapat 22 ruangan. Sedangkan jumlah mahasiswi dan pekerja (staf dan dosen) didapatkan dari hasil perhitungan dimana jumlah mahasiswi sebanyak 462 orang dan pekerja (staf dan dosen) sebanyak 63 orang. Untuk spesifikasi gedung terdiri dari: tinggi setiap lantai adalah 3.96 m, tinggi gedung adalah 18.54 m, panjang gedung adalah 27 m, lebar gedung 18.8 m dan luas gedung adalah 507.6 m².

Dari perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan beberapa metode, diperoleh hasil seperti dalam Tabel 4. Dalam hal ini digunakan nilai terbesar dengan pertimbangan factor keamanan yang lebih besar yaitu berdasarkan jumlah penghuni sebesar 0.579 m³/menit.

Tabel 4. Hasil perhitungan kebutuhan air puncak secara keseluruhan

Metode Perhitungan	m ³ /menit
Berdasarkan Penghuni	0,579
Berdasarkan Alat Plumbing	0,009
Berdasarkan UBAP	0,400

Dari hasil analisis diperoleh volume bak air bawah (Ground water tank) yaitu sebesar 16,13 m³ dengan ukuran tangki panjang : 3,5 m, lebar : 3,5 m, tinggi : 2 m. Selanjutnya, besarnya volume efektif bak air atas (Roof Tank) sebesar 3,5 m³. Oleh karena itu ukuran tangki yang digunakan, yaitu mampu menampung air sebanyak 3500 liter, maka digunakan 1 buah tangki berkapasitas 4000 liter.

Berdasarkan pada perhitungan analitis dengan menggunakan grafik Hazen William, diperoleh besar diameter pipa plumbing yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan diameter pipa menggunakan metode analitis.

Jenis pipa	UBAP	Q (debit)			Diameter yg digunakan (mm)	V (kecepatan air dalam pipa, m/s)
		(liter/sec)	(liter/min)	(m ³ /hour)		
1. Pipa Utama						
U	300	6,81	408,6	24,516	65	2,0
2. Pipa Heaader						
H1-A	150	4,98	298,8	17,928	60	2,0
H1-B						
H2-A	75	3,86	231,6	13,896	50	2,0
H2-B						
3. Pipa Shaft						
a. Lantai 4						
S4	75	3,86	231,6	13,896	50	2,0
S4.1	70	3,66	219,6	13,176	50	2,0
S4.2	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S4.2A						
S4.3						
S4.3A						
S4.4						
S4.4A						
S4.5						
S4.5A						
S4.6						
S4.6A						
S4.7	60	3,41	204,6	12,276	50	2,0
S4.8	50	3,15	189	11,34	50	2,0
S4.9	30	2,65	159	9,54	40	2,0
S4.10	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S4.11	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S4.12	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S4.13	8	1,40	80	4,8	25	2,0
S4.14	6	1,10	66	3,96	25	2,0
S4.15	4	0,51	30,6	1,836	20	2,0
S4.16	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S4.17						
S4.17B						
S4.18						
S4.18B						
S4.19						
S4.19B						
S4.20						
S4.20B						
S4.21	12	1,80	108	6,48	30	2,0
S4.22	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S4.23	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S4.23B						
S4.24	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S4.24B						
S4.25	5	0,95	57	3,42	20	2,0
S4.26						
S4.27						
S4.28						
B. Lantai 3						
S3	75	3,86	231,6	13,896	50	2,0
S3.1	70	3,66	219,6	13,176	50	2,0
S3.2	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S3.2A						

S3.3						
S3.3A						
S3.4						
S3.4A						
S3.5						
S3.5A						
S3.6						
S3.6A						
S3.7	60	3,41	204,6	12,276	50	2,0
S3.8	50	3,15	189	11,34	50	2,0
S3.9	30	2,65	159	9,54	40	2,0
S3.10	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S3.11	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S3.12	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S3.13	8	1,40	80	4,8	25	2,0
S3.14	6	1,10	66	3,96	25	2,0
S3.15	4	0,51	30,6	1,836	20	2,0
S3.16						
S3.17						
S3.17B						
S3.18						
S3.18B	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S3.19						
S3.19B						
S3.20						
S3.20B						
S3.21	12	1,80	108	6,48	30	2,0
S3.22	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S3.23						
S3.23B	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S3.24						
S3.24B	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S3.25						
S3.26						
S3.27	5	0,95	57	3,42	20	2,0
S3.28						
C. Lantai 2						
S2	75	3,86	231,6	13,896	50	2,0
S2.1	70	3,66	219,6	13,176	50	
S2.2						
S2.2A						
S2.3						
S2.3A						
S2.4						
S2.4A	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S2.5						
S2.5A						
S2.6						
S2.6A						
S2.7	60	3,41	204,6	12,276	50	2,0
S2.8	50	3,15	189	11,34	50	2,0
S2.9	30	2,65	159	9,54	40	2,0
S2.10	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S2.11	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S2.12	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S2.13	8	1,40	80	4,8	25	2,0
S2.14	6	1,10	66	3,96	25	2,0
S2.15	4	0,51	30,6	1,836	20	2,0
S2.16	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0

S2.17						
S2.17B						
S2.18						
S2.18B						
S2.19						
S2.19B						
S2.20						
S2.20B						
S2.21	12	1,80	108	6,48	30	2,0
S2.22	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S2.23	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S2.23B						
S2.24	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S2.24B						
S2.25	5	0,95	57	3,42	20	2,0
S2.26						
S2.27					2,0	
S2.28						
D. Lantai 1						
S1	75	3,86	231,6	13,896	50	2,0
S1.1	70	3,66	219,6	13,176	50	2,0
S1.2	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S1.2A						
S1.3						
S1.3A						
S1.4						
S1.4A						
S1.5						
S1.5A						
S1.6						
S1.6A						
S1.7	60	3,41	204,6	12,276	50	2,0
S1.8	50	3,15	189	11,34	50	2,0
S1.9	30	2,65	159	9,54	40	2,0
S1.10	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S1.11	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S1.12	20	2,21	132,6	7,956	32	2,0
S1.13	8	1,40	80	4,8	25	2,0
S1.14	6	1,10	66	3,96	25	2,0
S1.15	4	0,51	30,6	1,836	20	2,0
S1.16	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S1.17						
S1.17B						
S1.18						
S1.18B						
S1.19						
S1.19B						
S1.20						
S1.20B						
S1.21	12	1,80	108	6,48	32	2,0
S1.22	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S1.23	2	0,32	19,2	1,152	15	2,0
S1.24						
S1.25	10	1,70	102	6,21	32	2,0
S1.25B						
S1.26	5	0,95	57	3,42	20	2,0
S1.27						
S1.28						
S1.29						

Sebagai pembanding, Tabel 6 menampilkan besar diameter pipa yang telah digunakan dalam proyek gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab. Hal ini akan memberikan informasi mengenai efektivitas dan efisiensi yang telah diterapkan dalam proyek pembangunan gedung tersebut.

Tabel 6. Diameter Pipa yang digunakan pada Proyek STIBA

Jenis Pipa	D analitis (diameter)	D yang digunakan
	(mm)	(mm)
Pipa Utama		
U	65	60 (2")
Pipa Header		
H1	50	60 (2")
H2	50	60 (2")
Pipa Shaft		
S4.1, S4.7, S4.8, S4.9, S4.10, S4.12, S4.11, S4.13, S4.14, S4.15, S4.16, S4.21, S4.22, S4.25,	50	60 (2")
S4.2, S4.3, S4.4, S4.5, S4.6, S4.17, S4.18, S4.19, S4.20, S4.23, S4.24, S4.26,	32	32 (1")
S4.2A, S4.3A, S4.4A, S4.5A, S4.6A, S4.17A, S4.18A, S4.19A, S4.20A, S4.23A, S4.24A, S4.26A, S4.27	15	22(1/2")
S3.1, S3.7, S3.8, S3.9, S3.10, S3.12, S3.11, S3.13, S3.14, S3.15, S3.16, S3.21, S3.22, S3.25,	50	60 (2")
S3.2, S43.3, S43.4, S3.5, S3.6, S3.17, S3.18, S3.19, S3.20, S3.23, S3.24, S3.26,	32	32 (1")
S3.2A, S3.3A, S3.4A, S3.5A, S3.6A, S3.17A,	15	22(1/2")

S3.18A, S3.19A, S3.20A, S3.23A, S3.24A, S3.26A, S3.27		
S2.1, S2.7, S2.8, S2.9, S2.10, S2.12, S2.11, S2.13, S2.14, S2.15, S2.16, S2.21, S2.22, S2.25,	50	60 (2")
S2.2, S2.3, S2.4, S2.5, S2.6, S2.17, S2.18, S2.19, S2.20, S2.23, S2.24, S2.26,	32	32 (1")
S2.2A, S2.3A, S2.4A, S2.5A, S2.6A, S2.17A, S2.18A, S2.19A, S2.20A, S2.23A, S2.24A, S2.26A, S2.27	15	22(1/2")
S1.1, S1.7, S1.8, S1.9, S1.10, S1.12, S1.11, S1.13, S1.14, S1.15, S1.16, S1.21, S1.22, S1.25,	50	60 (2")
S1.2, S1.3, S1.4, S1.5, S1.6, S1.17, S1.18, S1.19, S1.20, S1.23, S1.24, S1.26,	32	32 (1")
S1.2A, S1.3A, S1.4A, S1.5A, S1.6A, S1.17A, S1.18A, S1.19A, S1.20A, S1.23A, S1.24A, S1.26A, S1.27	15	22(1/2")

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa ada perbedaan yang cukup signifikan antara diameter yang digunakan oleh proyek Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab dan diameter yang diperoleh dari perhitungan analitis. Sebagai contoh bahwa dari hitungan analitis diperoleh besar diameter 65 mm untuk pipa utama namun dalam proyek digunakan diameter sebesar 60 mm. Hal ini tentu akan

meningkatkan kecepatan air dalam pipa akibat pengecilan diameter pipa. Selanjutnya pada pipa-pipa yang lain, terlihat bahwa dari hitungan analitis diperoleh diameter sebesar 50 mm untuk pipa header sedangkan dalam proyek digunakan pipa dengan diameter 60 mm. namun tidak dapat dipungkiri bahwa secara umum, hasil hitungan yang diperoleh dari metode analitis cukup bersesuaian dengan diameter pipa yang digunakan pada proyek tersebut.

Untuk mengontrol nilai velocity maka digunakan software EPANET. Berikut pada Tabel 7 hasil dari Running program EPANET berdasarkan diameter pipa yang didapatkan dari nilai beban alat plumbing dan grafik Hazen William.

Link ID	Flow (CMH)	Velocity (m/s)
Lantai 1		
Pipe H2-B	46.44	6.57
Pipe S1	46.44	6.57
Pipe S1.1	43.02	6.09
Pipe S1.2	6.21	2.14
Pipe S1.2A	6.21	2.14
Pipe S1.3	6.21	2.14
Pipe S1.3A	6.21	2.14
Pipe S1.4	6.21	2.14
Pipe S1.4A	6.21	2.14
Pipe S1.5	6.21	2.14
Pipe S1.5A	6.21	2.14
Pipe S1.6	6.21	2.14
Pipe S1.6A	6.21	2.14
Pipe S1.7	36.81	5.21
Pipe S1.8	30.6	4.33
Pipe S1.9	18.63	4.12
Pipe S1.10	12.42	4.29
Pipe S1.11	6.21	2.14
Pipe S1.12	11.97	4.13
Pipe S1.13	4.61	2.61
Pipe S1.14	3.46	1.96
Pipe S1.15	2.3	2.04
Pipe S1.16	1.15	1.81
Pipe S1.17	1.15	1.81
Pipe S1.17B	1.15	1.81
Pipe S1.18	1.15	1.81
Pipe S1.18B	1.15	1.81
Pipe S1.19	1.15	1.81
Pipe S1.19B	1.15	1.81
Pipe S1.20	1.15	1.81
Pipe S1.20B	1.15	1.81
Pipe S.21	7.36	2.54
Pipe S1.22	6.21	2.14
Pipe S1.23	1.15	1.81
Pipe S1.24	1.15	1.81
Pipe S1.25	6.21	2.14
Pipe S1.25B	6.21	2.14
Pipe S1.26	3.42	3.02
Pipe S1.27	3.42	3.02
Pipe S1.28	3.42	3.02

Pipe S1.29	3.42	3.02
lantai 2		
Pipe H2-B	46.44	6.57
Pipe S2	46.44	6.57
Pipe S2.1	43.02	6.09
Pipe S2.2	6.21	2.14
Pipe S2.2A	6.21	2.14
Pipe S2.3	6.21	2.14
Pipe S2.3A	6.21	2.14
Pipe S2.4	6.21	2.14
Pipe S2.4A	6.21	2.14
Pipe S2.5	6.21	2.14
Pipe S2.5A	6.21	2.14
Pipe S2.6	6.21	2.14
Pipe S2.6A	6.21	5.21
Pipe S2.7	36.81	2.14
Pipe S2.8	30.6	4.33
Pipe S2.9	18.63	4.12
Pipe S2.10	12.42	4.29
Pipe S2.11	6.21	2.14
Pipe S2.12	11.97	4.13
Pipe S2.13	4.61	2.61
Pipe S2.14	3.46	1.96
Pipe S2.15	2.3	2.04
Pipe S2.16	1.15	1.81
Pipe S2.17	1.15	1.81
Pipe S2.17B	1.15	1.81
Pipe S2.18	1.15	1.81
Pipe S2.18B	1.15	1.81
Pipe S2.19	1.15	1.81
Pipe S2.19B	1.15	1.81
Pipe S2.20	1.15	1.81
Pipe S2.20B	1.15	1.81
Pipe S2.21	7.36	2.54
Pipe S2.22	1.15	1.81
Pipe S2.23	6.21	2.14
Pipe S2.23B	6.21	2.14
Pipe S2.24	1.15	1.81
Pipe S2.24B	1.15	1.81
Pipe S2.25	3.42	3.02
Pipe S2.26	3.42	3.02
Pipe S2.27	3.42	3.02
Pipe S2.28	3.42	3.02
Lantai 3		
Pipe H2-A	46.44	6.57
Pipe S3	46.44	6.57
Pipe S3.1	43.02	6.09
Pipe S3.2	6.21	2.14
Pipe S3.2A	6.21	2.14
Pipe S3.3	6.21	2.14
Pipe S3.3A	6.21	2.14
Pipe S3.4	6.21	2.14
Pipe S3.4A	6.21	2.14

Pipe S3.5	6.21	2.14
Pipe S3.5A	6.21	2.14
Pipe S3.6	6.21	2.14
Pipe S3.6A	6.21	2.14
Pipe S3.7	36.81	5.21
Pipe S3.8	30.6	4.33
Pipe S3.9	18.63	4.12
Pipe S3.10	12.42	4.29
Pipe S3.11	6.21	2.14
Pipe S3.13	4.61	2.61
Pipe S3.14	3.46	1.96
Pipe S3.15	2.3	2.04
Pipe S3.16	1.15	1.81
Pipe S3.17	1.15	1.81
Pipe S3.17B	1.15	1.81
Pipe S3.18	1.15	1.81
Pipe S3.18B	1.15	1.81
Pipe S3.19	1.15	1.81
Pipe S3.19B	1.15	1.81
Pipe S3.20	1.15	1.81
Pipe S3.20B	1.15	1.81
Pipe S3.21	7.36	2.54
Pipe S3.22	1.15	1.81
Pipe S3.23	6.21	2.14
Pipe S3.23B	6.21	2.14
Pipe S3.24	1.15	1.81
Pipe S3.24B	1.15	1.81
Pipe S3.26	3.42	3.02
Pipe S3.27	3.42	3.02
Pipe S3.28	3.42	3.02
lantai 4		
Pipe H1-A	92.88	9.12
Pipe S4	46.44	6.57
Pipe S4.1	43.02	6.09
Pipe S4.2	6.21	2.14
Pipe S4.2A	6.21	2.14
Pipe S4.3	6.21	2.14
Pipe S4.3A	6.21	2.14
Pipe S4.4	6.21	2.14
Pipe S4.4A	6.21	2.14
Pipe S4.5	6.21	2.14
Pipe S4.5A	6.21	2.14
Pipe S4.6	6.21	2.14
Pipe S4.6A	6.21	5.21
Pipe S4.7	36.81	28.52
Pipe S4.8	30.6	4.33
Pipe S4.9	18.63	4.12
Pipe S4.10	12.42	4.29
Pipe S4.11	6.21	2.14
Pipe S4.12	11.97	4.13
Pipe S4.13	4.61	2.61
Pipe S4.14	3.46	1.96
Pipe S4.15	2.3	2.04

Pipe S4.16	1.15	1.81
Pipe S4.17	1.15	1.81
Pipe S4.17B	1.15	1.81
Pipe S4.18	1.15	1.81
Pipe S4.18B	1.15	1.81
Pipe S4.19	1.15	1.81
Pipe S4.19B	1.15	1.81
Pipe S4.20	1.15	1.81
Pipe S4.20B	1.15	1.81
Pipe S4.21	7.36	2.54
Pipe S4.22	1.15	1.81
Pipe S4.23	6.21	2.14
Pipe S4.23B	6.21	2.14
Pipe S4.24	1.15	1.81
Pipe S4.24B	1.15	1.81
Pipe S4.25	3.42	3.02
Pipe S4.26	3.42	3.02
Pipe S4.27	3.42	3.02
Pipe S4.28	3.42	3.02

Dari Tabel 7 terlihat bahwa secara umum kecepatan air dalam pipa pada gedung STIBA masih dalam rentang yang dipersyaratkan yaitu dalam rentang 0.9 sampai dengan 2.5 m/detik, untuk menghindari terjadinya noise dalam pipa. Namun demikian masih ada beberapa titik pipa yang memerlukan pengontrolan dan pengecekan dikarenakan nilai velocitynya yang cukup besar.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini, telah dilakukan analisis sistem pemipaan air bersih pada Gedung Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab (STIBA) dengan menggunakan beberapa metode perhitungan dalam penentuan diameter pipa, yaitu metode Beban Alat Plumbing (UBAP), Hazen William, dan hasil dari kontraktor. Hasil perhitungan dari ketiga metode tersebut menghasilkan diameter pipa yang cukup berbeda meskipun secara umum tetap bersesuaian. Perbedaan terutama untuk pipa utama, pipa header, dan pipa shaft. Setelah dilakukan pengontrolan menggunakan software Epanet, beberapa pipa dari perhitungan WSFU-Hazen William dan pipa dari perhitungan kontraktor diketahui memiliki nilai velocity di bawah 1.8 m/s dan melebihi 2.4 m/s. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa diameter pipa yang efektif untuk pipa utama (header) dan pipa shaft adalah yaitu diameter pipa header 125mm dan 90mm, dan diameter pipa shaft yaitu 90mm, 80mm, 70mm, 60mm, 50mm, 45mm, 32mm, 30mm, 25mm, 20mm dan 15mm. Berdasarkan hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan air bersih pada Gedung STIBA yang terdiri dari 525 orang, maka diperlukan debit air sebesar 0,597 m³/menit dan diameter pipa yang efektif untuk memastikan aliran air yang optimal pada setiap pipa. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam perancangan sistem pemipaan air bersih pada Gedung STIBA atau gedung serupa di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kodama, T., Nitta, A., Genda, H., Takao, Y., O'ishi, R., Abe-Ouchi, A., & Abe, Y. (2018). Dependence of the onset of the runaway greenhouse effect on the latitudinal surface water distribution of Earth-like planets. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 123(2), 559-574.
- [2] Kusumawardani, Y. K. Y., & Astuti, W. (2018). Evaluasi pengelolaan sistem penyediaan air bersih di PDAM Kota Madiun. *Neo Teknika*, 4(1).
- [3] Marsudi, M., & Syahrillah, G. R. F. (2018). Perencanaan Sistem Mekanikal Elektrikal dan

- Plumbing (MEP) pada Gedung Bertingkat. *AL JAZARI: JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN*, 3(1).
- [4] Morimura, T. dan Noerbambang, S.M (2005). Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [5] Lilipaly, I. P., Badriani, R. E., & Dhokhikah, Y. (2021). PERENCANAAN SISTEM PLAMBING DAN HIDRAN KEBAKARAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL PESONA ALAM. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 266-279.
- [6] Yatnawijaya, B. (2018). Dasar Perencanaan Plambing dan Sistem Distribusi Air Bidang Arsitektur. Universitas Brawijaya Press.
- [7] HOESAIN, D. A. (2022). Evaluasi Sistem Plambing Air Buangan Di Bandar Udara Adi Soemarmo Berdasarkan Sni 8153-2015.
- [8] Shahidan, M. A., & Razali, M. A. (2019). Development of an Engineering Software Calculating Pump Head of A Cold Water Plumbing System. *Advanced Research in Energy and Engineering*, 1(1).
- [9] Burkhardt, J. B., Woo, H., Mason, J., Shang, F., Triantafyllidou, S., Schock, M. R., ... & Murray, R. (2020). Framework for modeling lead in premise plumbing systems using EPANET. *Journal of water resources planning and management*, 146(12), 04020094.