

## **PERENCANAAN ULANG INSTALASI PLAMBING SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI GEDUNG MESS TRIKORA KOBANGDIKAL SURABAYA**

**Sujarwanta<sup>1</sup>, Eka Djurnarsjah<sup>2</sup>, Ainun Pujo Wiryawan<sup>3</sup>, Kamija<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

<sup>2</sup>Dosen dari Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan, ITB

<sup>3</sup>Peneliti dari Dinas Hidro-Oseanografi, TNI-AL

<sup>4</sup> Dosen Pengajar Prodi D-III Hidro-Oseanografi, STTAL

### **ABSTRAK**

Air merupakan salah satu kebutuhan utama yang diperlukan oleh setiap makhluk hidup untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Begitu juga untuk memenuhi kebutuhan air di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya, diperlukan sistem plambing untuk menyediakan debit dan tekanan air bersih yang cukup agar kebutuhan dapat terpenuhi.

Sistem penyediaan air bersih mempunyai tujuan yaitu melayani kebutuhan air ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan debit dan tekanan cukup. Air dari PDAM sebelum didistribusikan oleh instalasi plambing terlebih dahulu ditampung di tangki bawah yang selanjutnya dinaikkan ke tangki atas oleh pompa. Setelah itu dari tangki atas akan didistribusikan ke tiap lantai/kamar yang memerlukan. Dalam perencanaan sistem penyediaan air bersih di gedung Mess Trikora Kobangdikal Surabaya ini dimulai dengan menaksir kebutuhan air, menentukan diameter pipa pada instalasi dengan menggunakan persamaan kontinuitas dan energi yang mana kecepatan aliran dalam pipa yang diasumsikan terlebih dahulu. Setelah itu ditentukan perencanaan volume efektif tangki air atas dan bawah yang dapat melayani kebutuhan puncak dengan seluruh peralatan plambing yang beroperasi pada waktu tertentu. Debit aliran air pada saat terjadi kebutuhan puncak tersebut akan digunakan untuk menentukan kapasitas pompa serta melayani volume efektif tangki atas dan bawah yang dapat melayani kebutuhan air tersebut. Perhitungan head instalasi pompa dan volume tangki efektif digunakan sebagai dasar dalam perhitungan pemilihan pompa yang sesuai dengan perencanaan.

Dengan adanya perencanaan ulang sistem plambing di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya diharapkan seluruh kebutuhan air bersih bisa terpenuhi, sehingga dapat menunjang kelancaran kegiatan perkuliahan mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut.

## ABSTRACT

*Water is one of the main requirements needed by every living creature in order to survive. As well as to meet the water needs in the Mess Trikora Kobangdikal Surabaya, the plumbing system is required to provide clean water so that needs can be met. Water supply system has a goal of serving the needs of water to places that need with the debit and pressure enough. Water from taps before being distributed by the installation of plumbing in advance accommodated in the tank below then raised to the top of the tank by the pump. After the water is in the top of the tank then it will be distributed to each floor / room requires. In the planning of water supply systems in buildings Trikora Kobangdikal Surabaya Mess begins by estimating water needs, determine the diameter of the pipe on the installation by using the continuity equation and the energy where the flow velocity in the pipe is assumed beforehand. Once it was determined the effective planning of water tank volume up and down to serve peak demand with all the plumbing equipment that operates at a specific time. The flow rate of water in times of peak demand will be used to determine the capacity of the pump serves the effective volume of the tank top and bottom that can serve the needs of the water. Calculations head pump installations and tank volume is effectively used as a basis for the calculation of pump selection accordance with the plan. With the re-planning the plumbing system in Trikora Mess Kobangdikal Surabaya is expected that all water needs can be met, so as to support the smooth operation of Students' College of Technology Navy.*

### 1. PENDAHULUAN

Mess Trikora Kobangdikal Surabaya mendapatkan distribusi air bersih dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Surabaya. Air yang diperoleh dari PDAM tersebut di tampung dulu pada tangki air bawah kemudian dengan bantuan instalasi pompa, air dialirkan pada tangki air atas (pada lantai atas) dan kemudian didistribusikan secara gravitasi pada masing-masing lantai sesuai dengan kapasitas dan tekanan dari peralatan plambing.

Sistem distribusi air bersih di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya belum dapat memenuhi kapasitas tiap kamar mandi yang ada dengan merata, dapat dilihat pada kamar mandi yang paling dekat dengan tangki atas akan mendapat suplai air bersih dengan kapasitas paling besar dan semakin berkurang pada kamar mandi yang letaknya semakin menjauhi

tangki atas pada tiap lantai gedung. Hal ini sangat mempengaruhi kegiatan mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, baik kegiatan lembaga pendidikan maupun kegiatan di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya.

Maka dilakukan perhitungan distribusi air bersih di mess Trikora Kobangdikal Surabaya khususnya gedung sebelah utara, agar supply di setiap unit beban alat plambing mendapatkan kapasitas sesuai yang diinginkan , guna menunjang perencanaan ulang instalasi plambing sistem penyediaan air bersih di gedung Mess Trikora Kobangdikal Surabaya

### 2. LANDASAN TEORI

#### 2.1. Definisi Alat-Alat Plambing

Peralatan plambing merupakan semua peralatan yang dipasang di dalam maupun

diluar gedung yang digunakan untuk menyediakan atau memasukkan air dingin atau air panas dan digunakan untuk mengeluarkan air kotor atau air buangan

### 2.3. Fungsi Peralatan Plambing

Peralatan plambing mempunyai dua fungsi utama yaitu untuk menyediakan air bersih pada tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan yang cukup dan untuk membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemari bagian penting lainnya. Fungsi pertama dilaksanakan oleh sistem penyediaan air dan yang kedua oleh sistem pembuangan. Pada sistem penyediaan air bersih diusahakan agar air dapat tersedia. dengan kapasitas dan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan.

### 2.4. Jenis Peralatan Plambing

Terdapat beberapa jenis peralatan plambing antara lain sebagai berikut :

#### a. Peralatan Saniter

##### 1) Kloset

### 2.5. Metode Penaksiran Kebutuhan Air

Adapun metode yang digunakan secara umum untuk dapat menaksir kebutuhan air adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan jumlah pemakai
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
3. Berdasarkan unit beban alat plambing

Dalam metode ini menggunakan penaksiran berdasarkan unit beban alat plambing, untuk setiap peralatan plambing

Jenis-jenis kloset antara lain:

- a) Kloset Tipe *Wash Out*
- b) Kloset Tipe *Wash Down*
- c) Kloset Tipe *Siphon*
- d) Kloset Tipe *Siphon Jet*
- e) Kloset Tipe *Blow – Out*

#### 2) Peturasan

Pada tempat-tempat umum yang biasanya digunakan peturasan berbentuk menyerupai talang yang terbuat dari porselen, plastik atau baja tahan karat.

#### 3) Fitting Saniter

- a) Keran air
- b) Katup Gelontor (kloset dan peturasan)
- c) Tangki Gelontor

ditetapkan suatu unit beban tertentu (*fixture unit*). Unit beban tiap plambing tersebut terdapat pada tabel 2.1 dihalaman berikut. Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya kapasitas dari peralatan plambing yang dilayani, kemudian ditentukan besarnya laju aliran air dengan unit beban alat plambing pada gambar 2.1 atau penaksiran kebutuhan air pada tabel 2.2

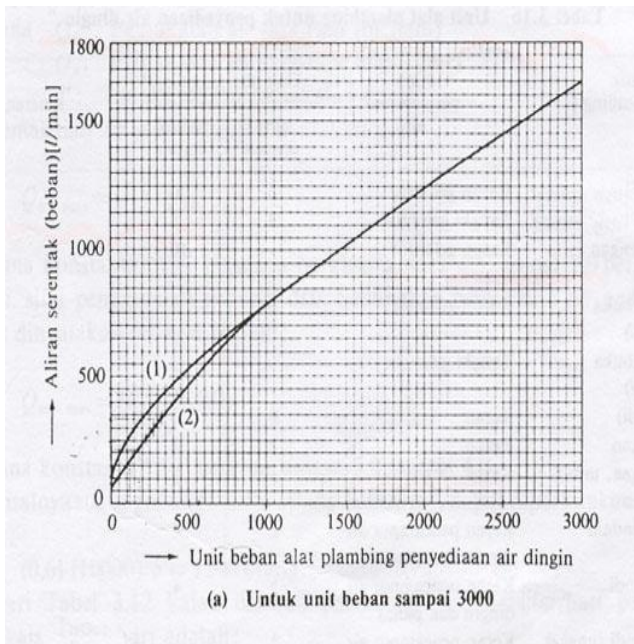
Tabel 2.1 Unit Beban Alat Plumbing Untuk Air Dingin  
(Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura, hal 68 )

Jenis alat plumbing <sup>2)</sup>	Jenis penyediaan air	Unit alat plumbing <sup>3)</sup>		Keterangan
		untuk pribadi <sup>4)</sup>	untuk umum <sup>5)</sup>	
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan, dengan tiang	Katup gelontor	—	10	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Katup gelontor	—	5	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Tangki gelontor	—	3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran	—	3	
Bak mandi rendam (bath tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan katup gelontor	8	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan tangki gelontor	6	—	
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)	—	2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	Gedung kantor, dsb. Untuk umum: hotel atau restoran, dsb.
Bak cuci dapur	Keran	2	4	
Bak cuci piring	Keran	—	5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	—	
Pancuran minum	Keran air minum	—	2	
Pemanas air	Katup bola	—	2	

- Catatan: <sup>1)</sup> Alat plumbing yang airnya mengalir secara kontinyu harus dihitung secara terpisah, dan ditambahkan pada jumlah unit alat plumbing.  
<sup>2)</sup> Alat plumbing yang tidak ada dalam daftar dapat diperkirakan, dengan membandingkan dengan alat plumbing yang mirip/terdekat.  
<sup>3)</sup> Nilai unit alat plumbing dalam tabel ini adalah keseluruhan. Kalau digunakan air dingin dan air panas, unit alat plumbing maksimum masing-masing untuk air dingin dan air panas diambil tigaperempatnya.  
<sup>4)</sup> Alat plumbing untuk keperluan pribadi dimaksudkan pada rumah pribadi atau *apartment*, di mana pemakaiannya tidak terlalu sering.  
<sup>5)</sup> Alat plumbing untuk keperluan umum dimaksudkan yang dipasang dalam gedung kantor, sekolah, pabrik, dsb, di mana pemakaiannya cukup sering.

Tabel 2.2 Pena 12 Kebutuhan Air

Supply systems predominantly for flush tanks			Supply systems predominantly for Flushometer valves		
Load	Demand		Load	Demand	
Water supply fixture units (WSFU)	gpm	L/s	Water supply fixture units (WSFU)	gpm	L/s
1	3.0	0.19			
2	5.0	0.32			
3	6.5	0.41			
4	8.0	0.51			
5	9.4	0.59	5	15.0	0.95
6	10.7	0.68	6	17.4	1.10
7	11.8	0.74	7	19.8	1.25
8	12.8	0.81	8	22.2	1.40
9	13.7	0.86	9	24.6	1.55
10	14.6	0.92	10	27.0	1.70
12	16.0	1.01	12	28.6	1.80
14	17.0	1.07	14	30.2	1.91
16	18.0	1.14	16	31.8	2.01
18	18.8	1.19	18	33.4	2.11
20	19.6	1.24	20	35.0	2.21
25	21.5	1.36	25	38.0	2.40
30	23.3	1.47	30	42.0	2.65
35	24.9	1.57	35	44.0	2.78
40	26.3	1.66	40	46.0	2.90
45	27.7	1.76	45	48.0	3.03
50	29.1	1.84	50	50.0	3.15
60	32.0	2.02	60	54.0	3.41
70	35.0	2.21	70	58.0	3.66
80	38.0	2.40	80	61.2	3.86
90	41.0	2.59	90	64.5	4.06
100	43.5	2.71	100	67.5	4.26
120	48.0	3.03	120	73.0	4.61
140	52.5	3.31	140	77.0	4.86
160	57.0	3.61	160	81.0	5.11
180	61.0	3.85	180	85.5	5.39
200	65.0	4.10	200	90.0	5.68
250	75.0	4.73	250	101.0	6.37
300	85.0	5.35	300	108.0	6.81
400	105.0	6.62	400	127.0	8.01
500	124.0	7.82	500	143.0	9.02
750	170.0	10.73	750	177.0	11.17
1000	208.0	13.12	1000	208.0	13.12
1250	239.0	15.08	1250	239.0	15.08
1500	269.0	16.97	1500	269.0	16.97
2000	325.0	20.50	2000	325.0	20.50



Gambar 2.1 Penaksiran Kebutuhan Air  
**2.5. Sistem Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih mempunyai fungsi yaitu untuk menyediakan air ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan dan kapasitas yang cukup. yang dikelompokkan menjadi beberapa bagian antara lain :

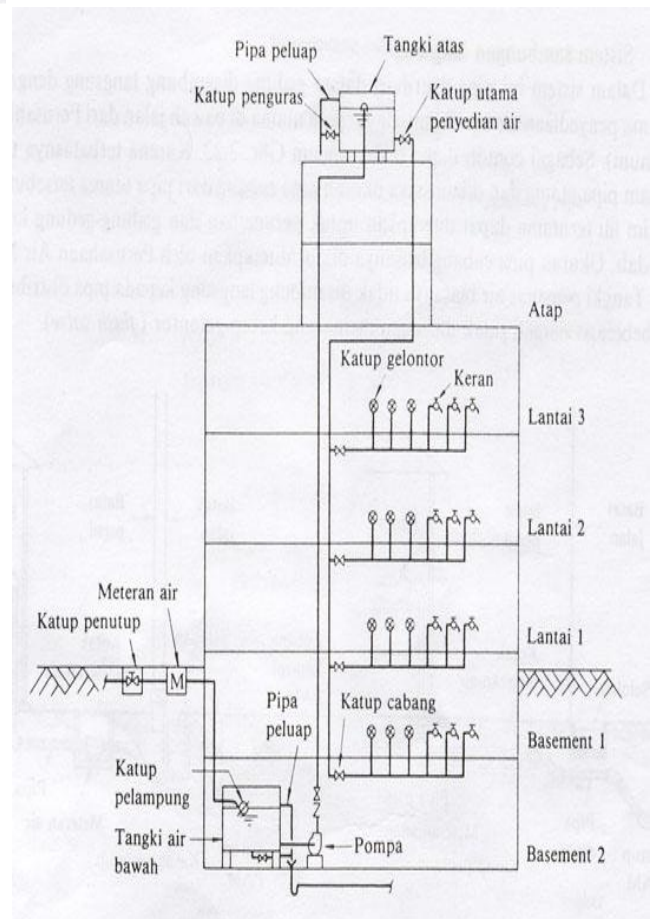
1. Sistem sambungan langsung
2. Sistem tangki atap
3. Sistem tangki tekan
4. Sistem tanpa tangki

Akan dipilih sistem tangki atap, disini air ditampung terlebih dahulu pada tangki bawah (terletak pada lantai terendah atau dibawah muka tanah). Selanjutnya dipompa pada suatu tangki penampungan atas yang diatas atap atau lantai tinggi dari bangunan. Dari atas tersebut air didistribusikan pada seluruh bagian bangunan yang memerlukan gambar sistem tangki atap dapat dilihat pada gambar 2.2

Sistem tangki atap ini diterapkan seringkali karena alasan-alasan berikut :

- a. Selama airnya digunakan, perubahan tekanan yang terjadi pada alat plambing hampir tidak berhenti.

Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.  
 b. Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil kemungkinan timbul kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka dalam tangki atap.  
 c. Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya tangki tekan.



Gambar 2.2 Sistem Tangki Atap

Cara kerja tangki atap:

Dalam hal ini air ditampung dalam tangki atas dimana air tersebut sebelumnya ditampung dalam tangki bawah / tandon lalu didorong oleh pompa menuju tangki atas, kemudian didistribusikan secara gravitasi

keseluruh bagian alat plambing yang digunakan di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya

## 2.5. Sistem Distribusi Air

Pada dasarnya sistem penyediaan air bersih dalam pipa dibagi menjadi dua macam cara yaitu :

1. Sistem pengaliran ke atas.
2. Sistem pengaliran ke bawah

Sistem manapun yang dipilih, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan sistem pipa :

- a. Sistem manapun yang dipilih, pipa harus dirancang dan dipasang sedemikian rupa sehingga udara maupun air kalau perlu dapat dibuang/dikeluarkan dengan mudah.
- b. Pipa mendatar pada sistem pengaliran ke atas sebaiknya dibuat agak miring ke atas (searah aliran), sedang pada sistem pengaliran kebawah dibuat agak miring kebawah. Kemiringan sekitar 1/300.
- c. Perpipa yang tidak merata, melengkung ke atas atau ke bawah harus dihindarkan. Kalau akibat sesuatu hal yang tidak dihindarkan (misalnya ada perombakan gedung) hendaknya dipasang katup pelepas udara.
- d. Harus dihindarkan membalikkan arah aliran. Misalnya pipa cabang tegak akan melayani daerah di atasnya pipa utama, tetapi penyambungannya diarahkan ke bawah terlebih dahulu.

## 2.6. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam pipa pada saat terjadi kebutuhan puncak merupakan faktor

penting untuk dipertimbangkan dalam merencanakan sistem penyediaan air bersih. Kecepatan aliran yang terlalu tinggi akan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air dan menyebabkan suara berisik dan kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam pipa.

Untuk pipa distribusi biasanya digunakan standar kecepatan antara 0,9 sampai 1,2 m/dt. Sedangkan untuk instalasi pompa yang terdiri dari pipa tekan dan pipa hisap. Kecepatan aliran berkisar antara 2 sampai 3 m/dt.....(*Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura, hal 98*).

Di lain pihak kecepatan aliran yang terlalu rendah ternyata dapat menimbulkan efek yang kurang baik dari segi korosi dan pengendapan kotoran sehingga dapat mempengaruhi kualitas air.

## 2.7. Tekanan Minimum Alat Plambing

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit terkena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air (*water hammer*)

Besarnya tekanan. secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan standar adalah 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan tekanan statik sebaiknya diusahakan antara 4,0 sampai 5,0 kg/cm<sup>2</sup> untuk perkantoran dan antara 2,5 sampai 3,5 kg/cm<sup>2</sup> untuk hotel dan perumahan (*Soufyan M. Noer bambang, Takeo Morimura, hal 50*)

## 3. METODOLOGI

### 3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan pada data-data yang diperlukan

dalam menganalisa perencanaan instalasi. Kegiatan tersebut meliputi :

a. Studi literatur

Mempelajari tentang sistem plambing bisa dari internet, buku-buku dan tugas akhir.

b. Survey lapangan.

Survey lapangan untuk mendapatkan data tentang sistem plambing dan melakukan serta mengadakan konsultasi dengan orang yang mengetahui tentang perencanaan sistem plambing.

c. Pembuatan perencanaan sistem.

Menaksir atau memperkirakan jumlah air (kapasitas air) yang akan didistribusikan ke seluruh bagian yang memerlukan langkah awal dalam suatu perencanaan sebelum merencanakan diameter pipa. Jumlah kebutuhan air yang tepat sangat dibutuhkan dalam perencanaan ukuran tangki air (reservoir) dan diameter pipa-pipa yang akan digunakan.

e. Pemilihan pompa

Pompa yang digunakan untuk memindahkan air bersih harus sesuai dengan kondisi pemakaian agar dalam pengoperasiannya dapat mengalirkan sejumlah air dengan kapasitas dan head yang sesuai dengan kebutuhan.

**3.2 Data-Data Perhitungan**

Setelah dilakukan survei di mess Trikora Kobangdikal Surabaya maka diperoleh data-data perhitungan sebagai berikut :

- a. Jenis fluida : Air
- b. Temperatur rata-rata fluida dalam pipa : 30°C
- c. Tekanan absolut (Pa) : 1 atm

**3.3 Data-Data Perhitungan Head Instalasi**

Spesifikasi asesoris :

- a. Ceck Valve
- b. Gate Valve

- c. Elbow 90°
- d. Strainer
- e. Tee
- f. Globe Valve

**4. PERHITUNGAN**

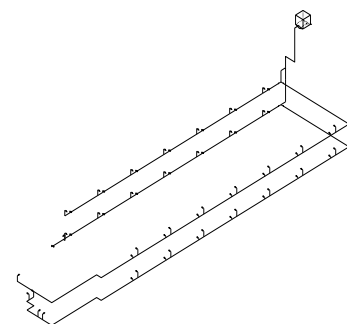
**4.1. Penaksiran Kebutuhan Air Unit Beban Alat Plambing**

Tabel 4.6 Kebutuhan Air Untuk Lantai 1 dan 2

Lantai	Lokasi	Jenis Alat plambing	Jml Alat	Unit Beban	UBAP
1	Wastafel	Kran	4	2	8
1	WC	T.Gelontor	15	5	75
1	Bak	T.Gelontor	15	2	30
2	Wastafel	Kran	1	2	2
2	WC	T.Gelontor	14	5	70
2	Bak	T.Gelontor	14	2	28

Data kebutuhan air di Mess Trikora:

1. Jumlah Unit Beban Alat Plambing (UBAP) = 213
2. Dengan demikian kebutuhan air pada pipa utama diperoleh dari Tabel Penaksiran Kebutuhan Air sebesar 67,6 gpm atau 4,26 lt/dt



Gambar 4.3 Instalasi Pipa Lantai1 dan 2



## 5. KESIMPULAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Dalam melakukan perhitungan diameter pipa distribusi perhitungan pertama dimulai dengan pipa terjauh yang dianggap paling kritis.
2. Jumlah kebutuhan air bersih di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya berdasarkan unit beban alat plambing yang apabila semuanya bekerja serempak besarnya adalah 255,6 lt/menit atau 15,336 m<sup>3</sup>/jam.
3. Dengan diketahuinya kapasitas yang dibutuhkan berdasarkan unit beban alat plambing, diameter pipa terjauh dapat ditentukan dengan persamaan kontinuitas sehingga head loss dari pipa yang bersangkutan juga dapat dihitung.
4. Dalam merencanakan tangki atas diasumsikan waktu yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan puncak adalah selama 30 menit sehingga pompa berhenti bekerja.
5. Pompa yang digunakan pada perencanaan instalasi plambing air bersih di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya adalah pompa sentrifugal dengan head pompa sebesar 33 m dan kapasitas 10,224 m<sup>3</sup>/jam dengan tipe ETA-N 50x40-200 yang berfungsi untuk menaikkan air dari tangki bawah ke tangki atas. Adapun jenis dan tipe pompa cadangan adalah sama dengan diatas.

### 5.2. Saran

Dari kesimpulan Tugas akhir diatas, maka penulis dapat menyarankan:

1. Di Mess Trikora Kobangdikal Surabaya dibuat tangki atas setinggi 10 meter diatas peralatan plambing teratas yang menghasilkan tekanan air 1,0 kg/cm<sup>2</sup> untuk mencukupi kerugian tekanan kerja pipa pada operasional normal tertinggi yaitu 0,7 kg/m<sup>2</sup> pada katup gelontor kloset.
2. Kapasitas pompa agar disesuaikan kebutuhan puncak, sehingga jam operasinya tidak terlalu lama agar awet
3. Pada pengoperasian, dibuat saklar listrik manual sebelum listrik masuk ke otomatis pompa untuk keamanan saat perawatan dan perbaikan jika ada kerusakan pada pompa.
4. Dibuat jadwal perawatan dan perbaikan secara berkala untuk memperpanjang jam operasional peralatan plambing.

Secara khusus, perencanaan plambing dengan benar dapat diterapkan pada gedung-gedung milik TNI AL.

## DAFTAR PUSTAKA

- Erwin Risayogya Nrp. 2195030060. Tugas akhir (2000) *"Perencanaan Instalasi Plambing Sistem Penyediaan Air Bersih Di Gedung Plaza Tunjungan IV Surabaya"*. Surabaya
- Heru Mirmanto (2009), *Ukuran Dasar Pompa Sentrifugal*, Bahan Kuliah Pompa Dan Kompresor, ITS Surabaya
- Igor J. Karassik. William C. Krutzsch (1986) *"Pump Handbook"* second Edition
- Process piping design handbook ©(2007) - *The Fundamental of Piping Design, Volume*

1, Gulf Publishing Company Retrived.

[www.knovel.com](http://www.knovel.com)

Robert W Fox Alan T Mc.Donald (1985) “*Introduction To Fluid Mechanics*” School of Mechanical Engineering Purdue University. Jhon willey & Sons Inc. Third Edition.

Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura (1985) “*Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing*” Association For International Technical Promotion Japan. Tokyo

Standar Nasional Indonesia.(2005).”*Tata Cara Perencanaan Sistem Plambing*”. SNI 03-7065-2005. Badan Standarisasi Nasional

.Sularso. Msme. Haruo Tahara. (1978) “*Pemilihan Pemakaian Dan Pemeliharaan Pompa Dan Kompresor*” PT. Pradnya Paramita. Jakarta.

Vincent A. Carucci. copyright©(1999). “*ASME Overview of Process Plant Piping System Design*”. CarmagenEngineering, Inc.

[Http://files.asme.org//asmeorg/Governance/Volunteer/CareerSeries/9676.pdf](http://files.asme.org//asmeorg/Governance/Volunteer/CareerSeries/9676.pdf)