

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.

4.1 Perhitungan Reservoir

4.1.1 Kebutuhan Air Bersih Keseluruhan

Dalam perancangan sistem suplai air bersih di Gedung Pasca Sarjana berlantai empat tersebut tidak diketahui data pasti jumlah penghuninya. Dengan demikian perkiraan kebutuhan air dihitung berdasarkan fungsi gedung dengan menghitung kebutuhan jumlah alat plumbing yang harus tersedia pada masing – masing lantai dengan asumsi jumlah minimal penghuni berdasarkan dengan tabel 2.3 dan 2.4 (SNI 03 – 6481 – 2000).

4.1.1.1 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pasca Sarjana Lantai Dasar

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pasca Sarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat menentukan jumlah dan jenis alat *plumbing* yang akan *digunakan sesuai* dengan tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 4.1 Jumlah Staf atau Pegawai Gedung Pasca Sarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi karyawan per ruangan	Jumlah karyawan
1	Ruangan kaprodi	4	4	16
2	Ruangan sekt kaprodi	4	4	16
3	Ruangan rapat prodi	4	-	-
4	Ruangan transit dosen	4	4	16
5	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	4	16
Jumlah mahasiswa				64

Dari tabel 4.1 diatas diketahui jumlah karyawan sebanyak 64 orang, sedangkan dari tabel 2.3 dapat diketahui jumlah alat plambing yang akan digunakan sebanyak : 4 kloset, 4 bak cuci tangan, 1 peturasan.

Tabel 4.2 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Di Gedung Pasca Sarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiswa
1	Ruangan kaprodi	4	4	8	32
2	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	16	8	128
Jumlah mahasiswa					160

Dari tabel 4.2 diatas diketahui jumlah mahasiswa berkeperluan sebanyak 160 orang, sedangkan dari tabel 2.4 dapat diketahui jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebanyak : 2 kloset, 2 bak cuci tangan, 2 peturasan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 4 kloset, 3 bak cuci tangan, sehingga alat *plumbing* yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Jumlah dan Jenis Alat Plambing Gedung Pasca Sarjana Lantai Dasar

NO	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
1	Toilet 1 lantai dasar	2	3	1	3
2	Toilet 2 lantai dasar	3	3	-	2
3	Toilet 3 lantai dasar	3	2	2	2
4	Toilet 4 lantai dasar	2	3	1	3
Total		10	11	4	10

4.1.1.2 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pasca Sarjana Lantai 1

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pasca Sarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat menentukan jumlah dan jenis alat *plumbing* yang akan digunakan sesuai dengan tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 4.4 Jumlah Staf atau Pegawai Gedung Pasca Sarjana Lantai 1

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi karyawan per ruangan	Jumlah karyawan
1	Ruangan kaprodi	2	2	4
2	Ruangan sekt Kaprodi	2	2	4
3	Ruangan rapat prodi	2	1	2
4	Ruangan transit dosen	2	2	4
5	Pantry	2	2	4
6	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	2	4	8
7	Ruangan e-learning / self access	1	1	1
8	Ruangan server	1	-	-
9	Ruangan wadir	1	-	-
10	Ruangan sekt derektorat	1	1	1
11	Ruangaan perpustakaan	1	1	1
12	Ruangan sekt direktur	1	1	1
13	Ruangan derektur	1	1	1
14	Ruangan rapat pimpinan	1	-	-
Jumlah karyawan				31

Dari tabel 4.4 diketahui jumlah karyawan sebanyak 31 orang, sedangkan dari tabel 2.3 dapat diketahui jumlah alat plambing yang akan digunakan sebanyak : 3 kloset, 2 bak cuci tangan, 1 peturasan.

Tabel 4.5 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Di Gedung Pasca Sarjana Lantai 1

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiiswa
1	Ruangan kaprodi	4	4	8	32
2	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	16	8	128
3	Ruangan e-learning / self access	1	10	8	80
4	Ruangaan perpustakaan	1	10	8	80
5	Ruangan ADM dan pelanyanan mahasiswa	2	10	8	80
Jumlah mahasiswa					400

Dari tabel 4.5 diatas diketahui jumlah pasien sebanyak 400 orang, sedangkan dari tabel 2.4 dapat diketahui jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebanyak : 3 kloset, 3 bak cuci tangan, 3 peturasan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 6 kloset, 5 bak

... ..

Tabel 4.6 Jumlah dan Jenis Alat Plumbing Gedung Pasca Sarjana Lantai 1

NO	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
1	Toilet 5 lantai 1	2	3	1	3
2	Toilet 6 lantai 1	3	3	-	3
3	Toilet 7 lantai 1	3	1	3	3
4	Toilet 8 lantai 1	2	3	1	3
Total		10	10	4	12

4.1.1.3 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pasca Sarjana Lantai 2

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pasca Sarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat menentukan jumlah dan jenis alat *plumbing* yang akan digunakan sesuai dengan tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 4.7 Jumlah Staf atau Pegawai Gedung Pasca Sarjana Lantai 2

NO	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi karyawan per ruangan	Jumlah karyawan
1	Ruangan kaprodi	4	4	16
2	Ruangan sekt kaprodi	4	4	16
3	Ruangan rapat prodi	4	-	-
4	Ruangan transit dosen	4	4	16
5	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	4	16
Jumlah karyawan				64

Dari tabel 4.7 diatas diketahui jumlah karyawan sebanyak 14 orang, sedangkan dari tabel 2.3 dapat diketahui jumlah alat plumbing yang akan digunakan

Tabel 4.8 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Di Gedung Pasca Sarjana Lantai 2

No	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiswa
1	Ruangan kaprodi	4	4	8	32
2	Ruangan ADM dan pelayanan mahasiswa	4	16	8	128
Jumlah mahasiswa					160

Dari tabel 4.8 diketahui jumlah pasien sebanyak 160 orang, sedangkan dari tabel 2.4 dapat diketahui jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebanyak : 2 kloset, 2 bak cuci tangan, 2 peturasan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 4 kloset, 3 bak cuci tangan, sehingga alat *plumbing* yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Jumlah dan Jenis Alat Plambing Gedung Pasca Sarjana Lantai 2

No	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
1	Toilet 9 lantai 2	2	3	1	3
2	Toilet 10 lantai 2	3	3	-	3
3	Toilet 11 lantai 2	3	2	3	3
4	Toilet 12 lantai 2	2	3	1	3
Total		10	11	4	12

4.1.1.4 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pasca Sarjana Lantai 3

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pasca Sarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat

Tabel 4.10 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Di Gedung Pasca Sarjana Lantai 3

No	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiswa
1	Ruangan kelas	12	15	8	120
Jumlah mahasiswa					120

Dari tabel 4.10 diatas diketahui jumlah pasien sebanyak 120 orang, sedangkan dari tabel 2.4 dapat diketahui jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebanyak : 2 kloset, 2 bak cuci tangan, 2 peturasan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 2 kloset, 2 bak cuci tangan, sehingga alat *plumbing* yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.11 Jumlah dan Jenis Alat Plambing Gedung Pasca Sarjana Lantai 3

No	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
1	Toilet 13 lantai 3	2	3	1	3
2	Toilet 14 lantai 3	3	3	-	3
3	Toilet 15 lantai 3	3	2	2	3
4	Toilet 16 lantai 3	2	3	1	3
Total		10	11	4	12

4.1.1.5 Kebutuhan Air Bersih Pada Gedung Pasca Sarjana Lantai 4

Untuk menentukan kebutuhan air bersih pada Gedung Pasca Sarjana lantai Dasar ditentukan oleh asumsi penghuni dari ruangan-ruangan tersebut, sehingga dapat menentukan jumlah dan jenis alat *plumbing* yang akan digunakan sesuai dengan tabel 2.3 dan tabel 2.4.

Tabel 4.12 Jumlah Mahasiswa Berkeperluan Di Gedung Pasca Sarjana Lantai 4

No	Nama ruangan	Jumlah ruangan	Asumsi per 1 jam	Jam kerja efektif	Jumlah mahasiswa
1	Ruangan sidang kecil	3	20	8	160
2	Ruangan sidang besar / promosi	1	40	8	320
3	Ruangan kelas	4	25	8	200
Jumlah mahasiswa					680

Dari tabel 4.12 diatas diketahui jumlah pasien sebanyak 680 orang, sedangkan dari tabel 2.4 dapat diketahui jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebanyak : 4 kloset, 4 bak cuci tangan, 4 peturasan.

Dari hasil perhitungan diatas dapat ditentukan jumlah alat *plumbing* yang sesuai dengan batas minimum SNI 03-6481 – 2000 dengan jumlah 4 kloset, 4 bak

jumlah alat *plumbing* yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 4.13 Jumlah dan Jenis Alat Plumbing Gedung Pasca Sarjana Lantai 4

No	Nama ruangan	Kloset	Bak cuci tangan	Uniroir	Peturasan
1	Toilet 17 lantai 4	2	3	1	3
2	Toilet 18 lantai 4	3	3	-	3
3	Toilet 19 lantai 4	3	2	3	3
4	Toilet 20 lantai 4	2	3	1	3
Total		10	11	5	12

Tabel 4.14 Beban Total Unit Alat *Plumbing*

Lantai	Jumlah karyawan	Jumlah mahasiswa berkeperluan	Kloset	Bak cuci tangan	Urinoir	Peturasan
Dasar	14	160	10	11	4	10
Lantai 1	31	400	10	10	4	12
lantai 2	14	160	10	11	4	12
lantai 3	-	120	10	11	4	12
lantai 4	-	680	10	11	5	12
Total	49	1520	50	54	21	58

Dari tabel 4.14, dapat diketahui jenis dan jumlah alat *plumbing* untuk penghuni keseluruhan Gedung Pasca Sarjana berlantai 4. Selanjutnya untuk mengetahui beban unit alat *plumbing* keseluruhan pada Gedung Pasca Sarjana berlantai 4 sebagai berikut :

Tabel 4.15 Beban Unit Alat Plumbing Unit Keseluruhan Gedung Pasca Sarjana
Barantai 4

Jenis alat <i>plumbing</i>	Jumlah alat <i>plumbing</i>	Unit beban alat <i>plumbing</i>	Jumlah unit beban alat <i>plumbing</i>
Kloset	50	15	750
Bak cuci tangan	54	2	108
Uniroir	21	2	42
Peturasan	58	5	290
Jumlah			1190

Dengan melihat Gambar 2.6 (a) kurva (1) diperoleh pemakaian air serentak pada gedung Pasca Sarjana lantai 1 sebesar 740 liter/menit. Ini adalah pemakaian air puncak untuk gedung keseluruhan.

Dari kurva tersebut diatas diperoleh air serentak sebesar 740 liter/menit. Ini adalah pemakaian air puncak untuk gedung keseluruhan (Noerbambang,2000).

Sedangkan kebutuhan air pada menit puncak yaitu:

$$Q_m - \max = 740 \text{ liter/menit} = 0,74 \text{ m}^3/\text{menit}.$$

Dengan konstan C_2 berkisaran antara 3,0 – 4,0 (Noerbambang, 2000). Dan konstanta C_2 diambil 4,0 maka pemakaian air pada menit puncak adalah :

$$\begin{aligned} Q_h &= (Q_m - m_m) \times \left(\frac{60}{C_2}\right) \\ &= (0,74) \times \left(\frac{60}{3,0}\right) \\ &= 14,8 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 15 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Pemakaian air pada jam puncak yaitu :

$$Q_h - \max = (C_1) \times (Q_h)$$

Dimana konstanta C_1 berkisar antara 1,5 – 2,0 (Noerbambang, 2000). Dan konstanta C_1 diambil 2,0 sehingga pemakaian air pada jam puncak adalah :

$$\begin{aligned} Q_h - \max &= (1,5) \times (15) \\ &= 22,5 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 23 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Kalau pemakaian rata-rata per hari selama 12 jam, ini dikarenakan pemakaian rata-rata untuk semua lantai ini disesuaikan dengan penggunaan gedung utama, yaitu sebagai Gedung Pasca Sarjana, maka kebutuhan air bersih :

— Kebutuhan air rata-rata per jam (Q) = waktu pemakaian

➤ Lain – lain

Penambahan air bersih untuk lain-lain dapat diperhitungkan sekitar 10% untuk mengatasi kebocoran didalam pipa dan lainnya. Sehingga tambahan rata-rata per hari adalah :

$$\begin{aligned} &= 0,10 \times (180) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 18 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Untuk pengaman kebakaran

Air yang dipergunakan untuk pengaman kebakaran sebesar 20.000 liter/hari atau 20 m³/hari (Poerbo, 1998). Air untuk pengaman kebakaran juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya.

Total pemakaian rata-rata per hari :

$$\begin{aligned} Q_d &= \text{pemakaian air bersih untuk penghuni} + \text{pemakaian air untuk pengaman} \\ &\text{kebakaran} + \text{keperluan lain-lain} \\ &= (180 + 20 + 18) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 218 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

➤ Kapasitas Tangki Air Bawah Gedung Pasca Sarjana Berlantai 4

Untuk tangki air yang digunakan untuk menampung air bersih ukuran tangkinya adalah (Noerbambang, 2000) :

$$V_R = Q_d - (Q_s \cdot T)$$

Sedangkan kalau tangki tersebut juga berfungsi menyimpan air untuk pemadam kebakaran, ukuran tangkinya adalah :

$$V_R = Q_d - (Q_s \cdot T) + V_F$$

Dengan :

$$V_R = \text{Volume tangki air minum (m}^3/\text{hari)}$$

$$Q_d = \text{Jumlah kebutuhan per hari (m}^3/\text{hari)}$$

$$Q_s = \text{Kapasitas pipa dinas (m}^3/\text{jam)}$$

$$T = \text{Rata-rata pemakaian air per hari (jam/hari)}$$

$$V_F = \text{Cadangan air untuk pemadam kebakaran} = 20 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan sebelumnya, didapat total kebutuhan air

Kalau diasumsikan kapasitas pengaliran pipa dinas (QS) sebesar dua per tiga dari air rata-rata sebesar $35 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan pemakaian air (T) per hari rata-rata 12 jam maka volume tangki air bawah sebesar :

$$\begin{aligned} V_R &= Q_d - (Q_s \cdot T) + V_F \\ V_R &= 218 - ((2/3 \times 35) \times 12 + 20) \\ &= 78 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi tangki air bawah yang direncanakan pada gedung pasca sarjana berlantai empat mempunyai volume 78 m^3 . Untuk mempermudah perawatan di kemudian hari maka pada rancangan *reservoir* diberi ketinggian sebesar 0,5 m.

Dapat diperhitungan dengan dimensi yaitu :

- Panjang : 5 m
- Lebar : 5 m
- Tinggi : 3,5 m

➤ Kapasitas Tangki Air Atas Gedung Pasca Sarjana Berlantai Empat

Tangki atas dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut, yaitu sekitar 30 menit (Noerbambang, 2000).

Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu dipertimbangkan jumlah air yang dapat dimasukkan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompa air dari tangki bawah ke tangki atas). Kapasitas efektif tangki atas dinyatakan dengan rumus (Noerbambang, 2000) :

$$V_E = (Q_p - Q_{mak}) T_p + Q_{pu} \times T_{pu}$$

Dengan :

V_E = Kapasitas efektif tangki atas (liter)

Q_p = Kebutuhan puncak (liter/menit)

Q_{mak} = Kebutuhan jam puncak (liter/menit)

Q_{pu} = Kapasitas pompa pengisi (liter/menit)

T_p = Jangka waktu puncak (menit)

Biasanya kapasitas pompa pengisi diusahakan sebesar $Q_{pu} = Q_{mak}$, dan air yang di ambil dari tangki atas melalui pipa pembagi utama dianggap sebesar Q_p . Makin dekat ukuran tangki atas.

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya, didapat harga $Q_p = Q_m - mak$ yaitu sebesar 749 liter/menit, $Q_{mak} = Q_h - mak$ sebesar $23 \text{ m}^3/\text{jam} = 383$ liter/menit, $Q_{pu} = Q_{mak}$, $T_p + 30$ menit, $T_{pu} = 10$ menit, maka volume efektif tangki atas untuk gedung tersebut sebesar:

$$V_E = (Q_p - Q_{mak}) T_p = Q_{pu} \times T_{pu}$$

$$\begin{aligned} V_E &= (740 - 383) \text{ liter/menit} \times 30 + (383 \text{ liter/menit} \times 10 \text{ menit}) \\ &= 14540 \text{ liter atau } 14,54 \text{ m}^3 \\ &= 15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi pada Gedung Pasca Sarjana Berlantai Empat *tangki atas yang* direncanakan mempunyai volume efektif sebesar 15 m^3 . Oleh karena pada setiap gedung jumlah beban unit alat plambing tidak memiliki perbedaan yang signifikan, maka tangki yang dipasang pada setiap gedung sebesar 5 m^3 .

4.1.2 Bahan Tangki Air

Dalam perancangan tangki air bawah dipilih tangki yang terbuat dari beton bertulang. Hal ini dikarenakan selain harganya yang relatif lebih murah jika dibanding dengan menggunakan plat baja tahan karat, serta sangat cocok dengan struktur bentuk untuk tangki bawah tanah.

Sedangkan untuk perancangan tangki atas di pilih tangki yang tersebut dari *stainless steel*. Adapun alasan pemilihan bahan ini dikarenakan tidak mudah berkarat, lebih tahan terhadap cuaca, tidak mudah terkontaminasi, serta memiliki

4.1.2.1 Pemasangan Tangki Air Bawah

Dijepang tidak diperbolehkan memasang tangki dibawah lantai, bahkan dilarang menggunakan lantai dinding, dan langit-langit, sebagai bagian dari suatu tangki atau *reservoir* air. Disyaratkan bahwa tangki air juga tidak merupakan bagian struktural dari bangunan tersebut serta lokasinya tidak berdekatan dengan tempat pembuangan air atau kotoran apapun dan tidak terpengaruh oleh sumur artesis atau genangan air. Lokasi dari tangki tersebut juga tidak boleh di tempat yang sering didatangi orang, kecuali petugas yang akan melakukan perawatan dan pembersihan.

Dari pertimbangan-pertimbangan diatas maka direncanakan pemasangan tangki dirawat jalan gedung. Tangki tersebut ditanam seluruhnya dengan jarak lebih dari 5 m dari pipa pembuangan maupun tangki septi. (Noerbambang, 2000).

4.1.2.2 Pemasangan Tangki Air Atas

Karena alasan estetika maka tangki air atas dipasang diatas lantai atap untuk mempertahankan tekanan pada alat *plumbing*, maka dipasang PRV (*Pressure Relieve Valve*) atau katup pengatur tekanan. Katup ini dipasang pada setiap pipa percabangan tiap lantai dan pemasangan sedekat mungkin dengan pipa utama (pipa riser).

4.1.2.3 Lubang Perawatan (*Manhole*)

Dalam pemasangan tangki air diperlukan ruang bebas yang cukup disekeliling tangki untuk pemeriksaan dan perawatan, seperti sebelah dinding dan dibawah alas tangki agar dapat dilakukan pemeriksaan dan perawatan dengan baik. Ruang bebas ini diambil ini diambil 50 cm agar memudahkan pengecatan dinding rawat jalan lantai (Noerbambang, 2000).

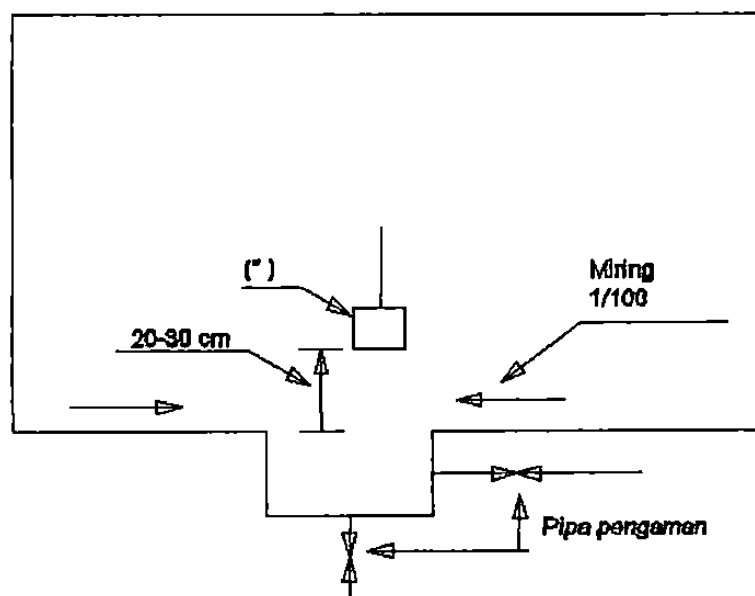
Pada bagian atas tangki, ruangan bebas ini harus cukup besar bagi seseorang untuk membuka tutup lubang perawatan (*manhole*), dan masuk kedalam tangki dengan membawa pralatan yang diperlukan untuk perawatan. Ruang bebas diatas tangki diambil 100 mm (Noerbambang, 2000) karena sudah mencukupi bagi

Penutup lubang perawat harus rapat untuk mencegah masuknya kotoran dan binatang kedalam tangki, penutup lubang perawatan dibuat terkunci dengan rapat untuk mencegah pembukaan oleh orang yang tidak berhak, dengan memasang kunci pengaman.

4.1.2.4 Konstruksi Untuk Mencegah Air Diam (*stagnant*)

Air yang terlalu lama didalam tangki dapat menimbulkan pencemaran, air yang diam tersebut dapat disebabkan oleh rancangan perletakan yang kurang baik, volume air yang terlalu besar dibanding pemakaian air, ataupun oleh bentuk tangki. Oleh dalam perancangan ini tangki air bagian bawahnya dibuat saluran atau lekukan dangkal dengan kemiringan sebesar 1/100 ke arah lubang peturasan (Noerbambang, 2000).

Pipa pengambil dilengkapi dengan katup, yang dipasang kira-kira 20 cm diatas dasar tangki, untuk mencegah agar endapan kotoran tidak ikutan terhisap kedalam tangki.



(*) letak pompa terbenam atau katup masuk pipa hisap

4.1.2.5 Pipa Peluap

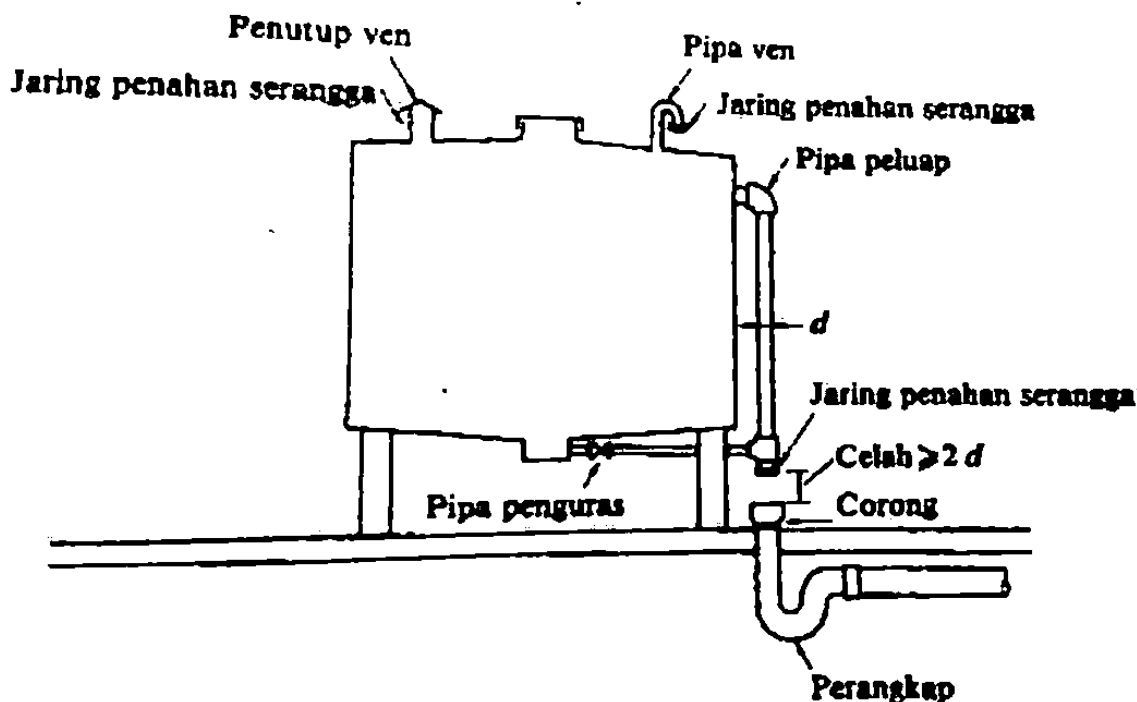
Setiap tangki air harus dilengkapi dengan pipa peluap. Ujung dari pipa peluap tidak boleh disambungkan langsung kepipa buangan, melainkan harus dengan cara tidak langsung. Harus ada celah udara yang cukup antara ujung pipa dengan bak buang. Ukuran celah udara ini dibuat dua kali diameter pipa peluap tersebut. Ujung pipa peluap dilengkapi dengan saringan serangga (Noerbambang, 2000).

Kapasitas pompa pengisi tangki air sebesar 383 liter/menit sehingga berdasarkan tabel 4.16. ukuran pipa peluap untuk tangki atas berdiameter 80 mm.

Ukuran pipa peluap tangki atas untuk tiap-tiap gedung dapat diketahui melalui tabel 4.2.

Tabel 4.16 Celah Udara dan Laju Aliran Masuk Tangki Untuk Air Minum
(Sumber: Noerbambang, 2000)

Laju aliran masuk maksimum (liter/ menit)	Ukuran pipa peluap (mm)
0 – 49	40
50 – 208	50
209 – 378	65
379 – 624	80
625 – 1343	100
1344 – 2422	125
2423 – 3936	150
Lebih dari 3937	200



Gambar 4.2 : Contoh Pipa Peluap (sumber : Noerbambang, 2000)

4.1.2.6 Pipa Vent

Tujuan pemasangan pipa *vent* adalah untuk memasukan atau mengerawat jalankan udara pada tangki pada waktu volume air dalam tangki berkurang atau bertambah. Pipa *vent* ini biasanya dibutuhkan pada tangki dengan volume air 2 m^3 atau lebih (Noerbambang, 2000), lubang udara masuk pada pipa *vent* dipasang saringan untuk mencegah masuknya kotoran atau serangan.

Karena pada rancangan ini kapasitas tangki baik tangki air atas dan tangki air bawah mempunyai volume mempunyai volume lebih dari 2 m^3 tangki harus dipasang pipa *vent*.

4.2. Penentuan Diameter Pipa

Air yang mengalir dalam pipa, dibawah tekanan (*under pressure*)atau disebut juga air mengalir dengantekanan, yaitu air mengalir dalam pipa. Oleh karena itu air bias mengalir kebawah,keatas, atau kesampingan. Sehingga pipa

Pada waktu air mengalir dalam pipa, akan timbul gesekan-gesekan antara molekul air dan gesekan-gesekan antara air dengan dinding pipa, hal ini mengakibatkan timbulnya kehilangan tekanan (*head loss*) pada waktu air mengalir didalam pipa, besarnya kehilangan tekan dalam pipa tergantung dari :

Kekerasan dinding pipa : makin kasardinding pipa makin besar kehilangan tekanannya.

Panjang pipa : semakin panjang pipa, makin besar kehilangan tekanannya.

Kecepatan air dalam pipa : makin cepat air mengalir dalam pipa makin besar kehilangan tekanannya.

Perlengkapan pipa : makin banyak perlengkapan pipa makin besar kehilangannya.

Peralatan (*acesories*) pipa harus terbuat dari bahan yang sama dengan bahan pipa yang akan dipasang. Peralatan pipa diantaranya terdiri dari : *soket, knie, tee, reduser, croos, valve, dan dop.*

Soket: berfungsi untuk menyambung 2 (dua) pipa lurus.

Elbow: berfungsi untuk menyambung 2 (dua) pipa berubah arah.

Tee: berfungsi untuk menyambung 3 (tiga) pipa yang bertemu.

Reduser : berfungsi untuk menyambung 2 (dua) pipa dengan garis tengah berbeda.

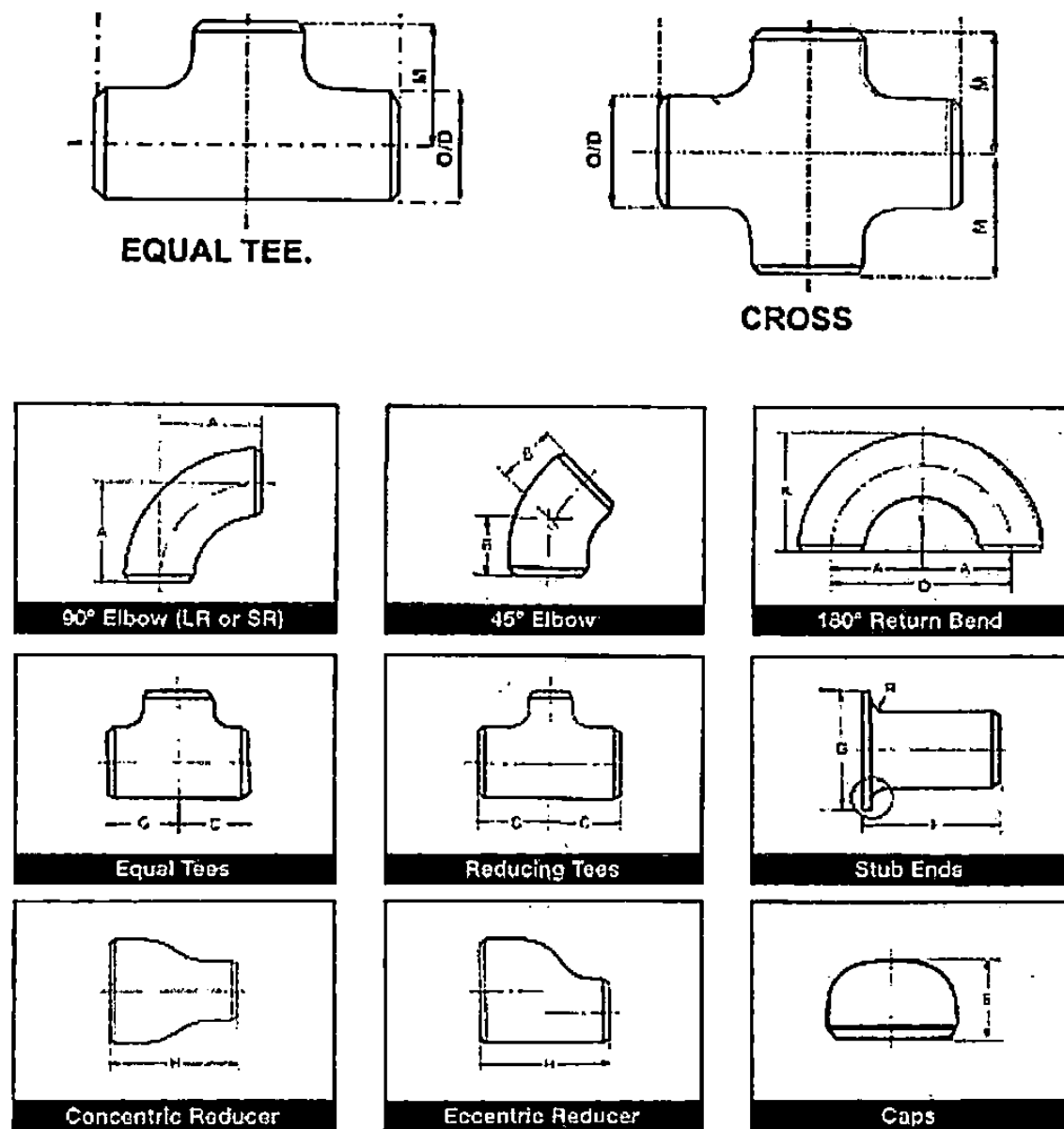
Croos: berfungsi untuk menyambung 4 (empat) pipa lurus.

Valve: berfungsi untuk mengatur untuk menutup aliran air.

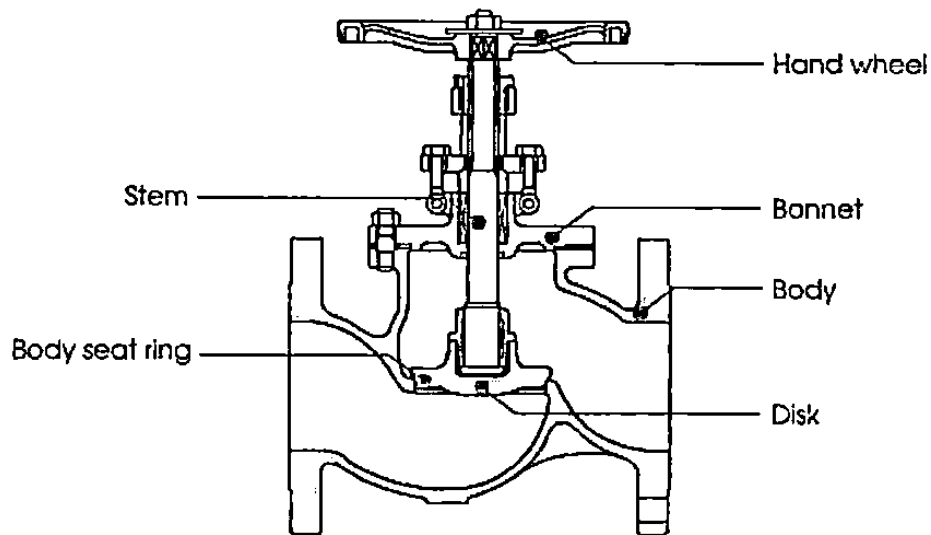
Dop: berfungsi untuk menutup ujung pipa.

Macam – macam peralatan pipa dapat dilihat pada gambar 5.1. dan cara penempatan katup (*valve*) didalam sistem plambing air minum berbaris dapat

tengan kecil, oleh karena itu pipa air minum dapat dipasang dengan cara menanam pipa dalam dinding bangunan. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5.5.



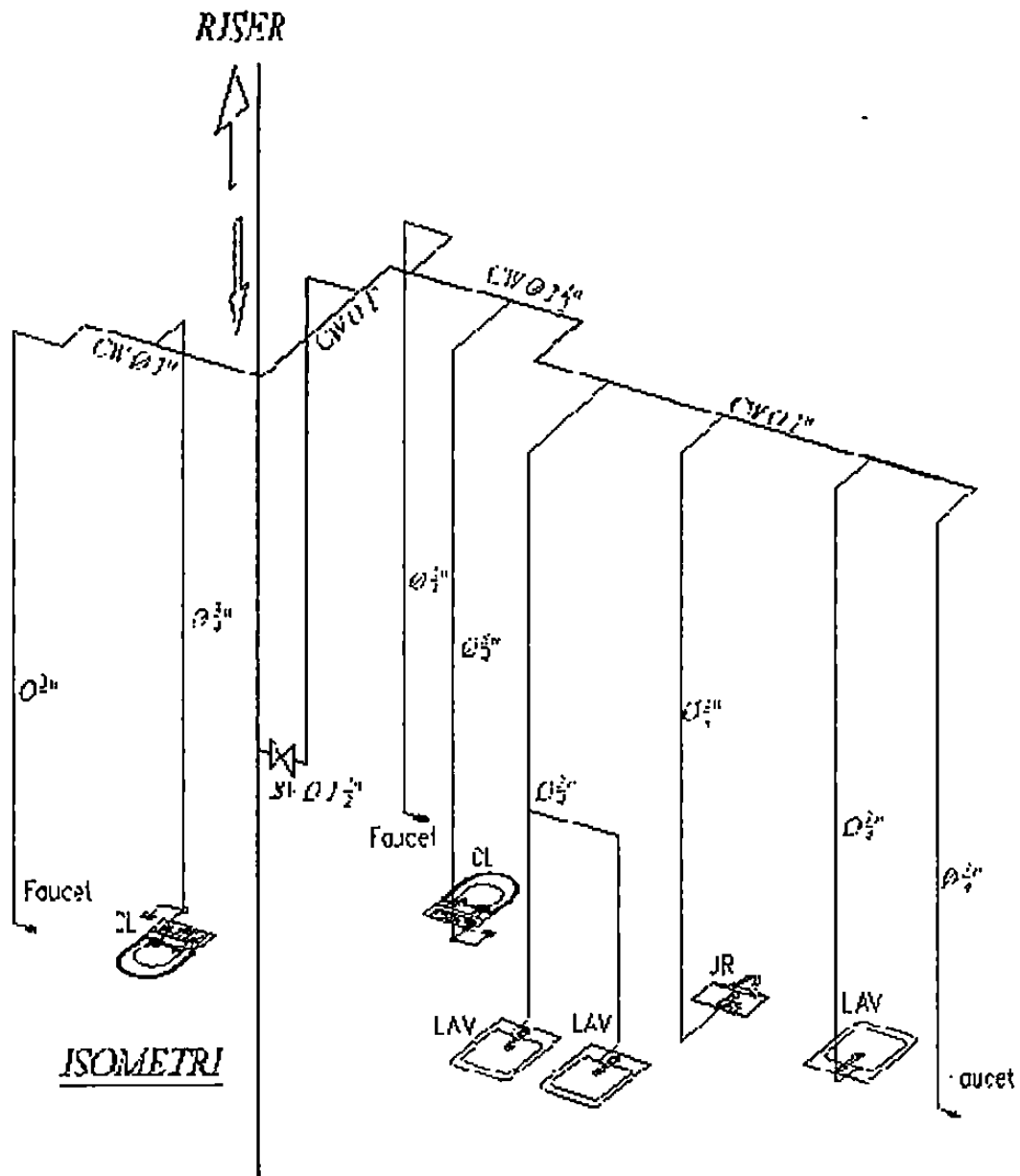
Gambar 4.3 Gambar macam macam peralatan pipa



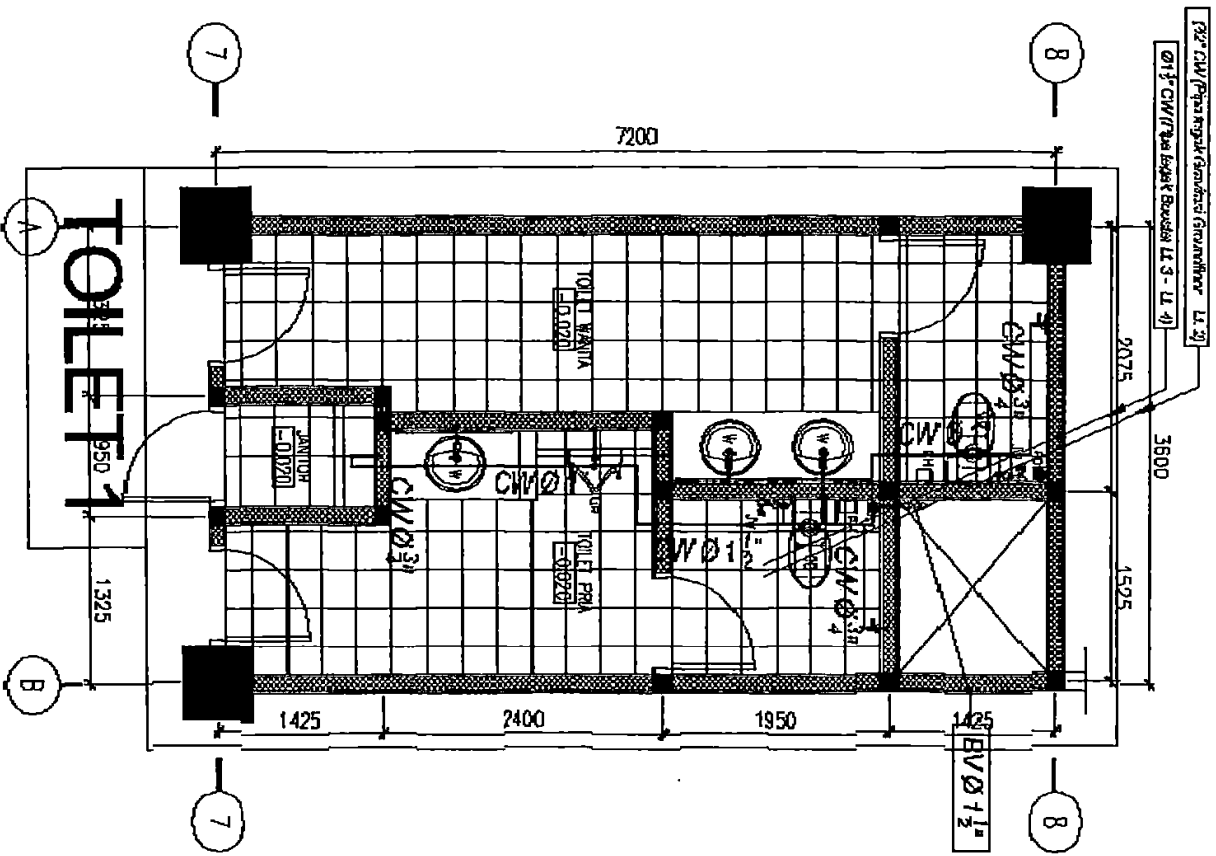
Gambar 4.4 Bagian katup (*valve*)

Diameter pipa air bersih yang ada adalah $\frac{1}{2}$ “ , $\frac{3}{4}$ “ , 1” , $1\frac{1}{4}$ ” , $1\frac{1}{2}$ “ , 2” , $2\frac{1}{2}$ “ , 3” , 4” , 6” , 8” , 10” . Pada umumnya yang dipergunakan, yang berdiameter $\frac{1}{2}$ “ sampai dengan $1\frac{1}{4}$ untuk rumah tinggal.

Sebelum menghitung besarnya garis tengah pipa dan menentukan perlengkapan peralatan pipa perlu dibuat dulu gambar isometric. Contoh gambar isometric dapat dilihat pada gambar 4.5. untuk menentukan diameter pipa dapat digunakan tabel 2.4 dan tabel 2.5



Gambar 4.5 Contoh gambar isometric gedung pasca sarjana toilet 1



Daftar Isi 6. Dampak sosial coding ruang sanitasi toilet 1

Menghitung Dimensi Pipa Air Bersih :

Dari tabel 2.2 diperoleh diameter pipa yang berhubung plambing air bersih adalah sebagai berikut :

- 1) Kakus (katup gelontor) berdiameter pipa $\frac{1}{2}$ inch
- 2) Peturasan (katup gelontor) berdiameter pipa 1 inch
- 3) Bak cuci tangan berdiameter pipa $\frac{1}{2}$ inch

Dari data tersebut dapat dihitung diameter pipa dengan meninjau tabel 2.3, sebagai berikut :

A. Toilet lantai dasar

1) Toilet 1

a. Pria

kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch : 17,5

Urinoir pipa berdiameter 1 inch : 6,2

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch : 6,2

Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch : 2,9

2) Toilet 2 (khusus wanita)

Toilet pipa difabel

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Wastafel 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

Total	: 59
-------	------

+

3) Toilet 3 (khusus pria)

Toilet pipa difabel

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,4
Urinoir 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,4
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

+

4) Toilet 4

a. Pria

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

Total	: 58,6	+
-------	--------	---

B. Toilet lantai 1

5) Toilet 5

a. Pria

Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Urinoir pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

+

6) Toilet 6 (khusus wanita)

Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
<hr/>	
Total	: 88,2

+

7) Toilet 7 (khusus pria)

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 3 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

+

8) Toilet 8

a. Pria

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

Total	: 58,6
-------	--------

C. Toilet lantai 2

9) Toilet 9

a. Pria

Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Urinoir pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

10) Toilet 10 (khusus wanita)

Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
<hr/>	
Total	: 88,2 +

11) Toilet 11 (khusus pria)

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 3 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

+

12) Toilet 12

a. Pria

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

Total : 58,6

D. Toilet lantai 3

13) Toilet 13

a. Pria

Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Urinoir pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

14) Toilet 14 (khusus wanita)

Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
	+
<hr/> Total	: 88,2

15) Toilet 15 (khusus pria)

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 3 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

+

16) Toilet 16

a. Pria

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

Total	: 58,6	+
-------	--------	---

E. Toilet lantai 4

17) Toilet 17

a. Pria

Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Urinoir pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

18) Toilet 18 (khusus wanita)

Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
<hr/>	
Total	: 88,2

19) Toilet 19 (khusus pria)

Kloset 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 1 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 2 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Urinoir 3 pipa berdiameter 1½ inch	: 17,5
Wastafel 1 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Kloset 3 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter ¾ inch	: 2,9

20) Toilet 20

a. Pria

Wastafel 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Urinoir 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Kloset 1 pipa berdiameter $1\frac{1}{2}$ inch	: 17,5
Peturasan 1 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

b. Wanita

Wastafel 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Wastafel 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Kloset 2 pipa berdiameter 1 inch	: 6,2
Peturasan 2 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9
Peturasan 3 pipa berdiameter $\frac{3}{4}$ inch	: 2,9

Total : 58,6 +

Tabel 4.17 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dasar Toilet 1

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Dasar	Toilet 1 pria dan wanita	Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Urinoir	1	6,2
		Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.18 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dasar Toilet 2

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Dasar	Toilet 2 khusus wanita	Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	¾	2,9
		Wastafel 3	¾	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 1	¾	2,9
		Peturasan 2	¾	2,9

Tabel 4.19 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dasar Toilet 3

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Dasar	Toilet 3 khusus pria	Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	¾	2,9
		Urinoir 1	1½	17,5
		Urinoir 2	1½	17,5
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 1	¾	2,9
		Peturasan 2	¾	2,9

Tabel 4.20 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dasar Toilet 4

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Dasar	Toilet 4 pria dan wanita	Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Urinoir	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	3,4
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.21 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Satu Toilet 5

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 1	Toilet 5 pria dan wanita	Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Urinoir	1	6,2
		Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.22 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Satu Toilet 6

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 1	Toilet 6 khusus wanita	Peturasan 1	1½	17,5
		Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	1½	17,5
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.23 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Satu Toilet 7

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 1	Toilet 7 pria	Kloset 1	1½	17,5
		Peturasan 1	1½	17,5
		Urinoir 1	1½	17,5
		Urinoir 2	1½	17,5
		Urinoir 3	1½	17,5
		Wastafel	¾	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.24 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Satu Toilet 8

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 1	Toilet 8 pria dan wanita	Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Urinoir	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.25 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dua Toilet 9

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 2	Toilet 9 pria dan wanita	Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Urinoir	1	6,2
		Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.26 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dua Toilet 10

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 2	Toilet 10 khusus wanita	Peturasan 1	1½	17,5
		Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	1½	17,5
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.27 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dua Toilet 11

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 2	Toilet 11 pria	Kloset 1	1½	17,5
		Peturasan 1	1½	17,5
		Urinoir 1	1½	17,5
		Urinoir 2	1½	17,5
		Urinoir 3	1½	17,5
		Wastafel 1	¾	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.28 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Dua Toilet 12

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 2	Toilet 12 pria dan wanita	Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Urinoir 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	3,4
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.29 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Tiga Toilet 13

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 3	Toilet 13 pria dan wanita	Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Urinoir	1	6,2
		Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.30 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Tiga Toilet 14

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 3	Toilet 14 khusus wanita	Peturasan 1	1½	17,5
		Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	1½	17,5
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.31 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Tiga Toilet 15

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 3	Toilet 15 pria	Kloset 1	1½	17,5
		Peturasan 1	1½	17,5
		Urinoir 1	1½	17,5
		Urinoir 2	1½	17,5
		Urinoir 3	1½	17,5
		Wastafel 1	¾	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.32 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Tiga Toilet 16

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 3	Toilet 16 pria dan wanita	Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Urinoir 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	3,4
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.33 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Empat Toilet 17

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 4	Toilet 17 pria dan wanita	Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Urinoir	1	6,2
		Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.34 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Empat Toilet 18

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 4	Toilet 18 khusus wanita	Peturasan 1	1½	17,5
		Kloset 1	1½	17,5
		Wastafel 1	1½	17,5
		Wastafel 2	1½	17,5
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.35 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Empat Toilet 19

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 4	Toilet 19 pria	Kloset 1	1½	17,5
		Peturasan 1	1½	17,5
		Urinoir 1	1½	17,5
		Urinoir 2	1½	17,5
		Urinoir 3	1½	17,5
		Wastafel 1	¾	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Kloset 3	1	6,2
		Peturasan 2	¾	2,9
		Peturasan 3	¾	2,9

Tabel 4.36 Diameter Pipa Air Bersih Lantai Empat Toilet 20

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Diameter pipa air masuk	Nilai pipa
Lantai 4	Toilet 20 pria dan wanita	Wastafel 1	$\frac{3}{4}$	2,9
		Urinoir 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Kloset 1	$1\frac{1}{2}$	17,5
		Peturasan 1	$\frac{3}{4}$	3,4
		Wastafel 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Wastafel 3	$\frac{3}{4}$	2,9
		Kloset 2	1	6,2
		Peturasan 2	$\frac{3}{4}$	2,9
		Peturasan 3	$\frac{3}{4}$	2,9

Tabel 4.37 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dasar Toilet 1

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Dasar	Toilet 1 pria dan wanita	Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	2 inch
		Urinoir	6,2	1 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	$1\frac{1}{4}$ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	$1\frac{1}{4}$ inch

Tabel 4.38 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dasar Toilet 2

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Dasar	Toilet 2 khusus wanita	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2	$2,9 + 2,9 = 5,8$	1 inch

Tabel 4.39 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dasar Toilet 3

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Dasar	Toilet 3 khusus pria	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2	$17,5 + 2,9 = 20,4$	2 inch
		Urinoir 1 Urinoir 2	$17,5 + 17,5 = 35$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2	$2,9 + 2,9 = 5,8$	1 inch

Tabel 4.40 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dasar Toilet 4

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Dasar	Toilet 4 pria dan wanita	Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch
		Urinoir	17,5	1½ inch
		Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch

Tabel 4.41 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Satu Toilet 5

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 1	Toilet 5 pria dan wanita	Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	2 inch
		Urinoir	6,2	1 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch

Tabel 4.42 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Satu Toilet 6

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 1	Toilet 6 khusus wanita	Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2	$17,5 + 17,5 = 35$	2 inch

Tabel 4.43 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Satu Toilet 7

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Toilet 1	Toilet 7 pria	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Urinoir 1 Urinoir 2 Urinoir 3	$17,5 + 17,5 + 17,5 = 52,5$	2½ inch
		Wastafel	2,9	¾ inch

Tabel 4.44 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Satu Toilet 8

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 1	Toilet 8 pria dan wanita	Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Urinoir	17,5	1½ inch
		Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch

Tabel 4.45 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dua Toilet 9

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 2	Toilet 9 pria dan wanita	Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	2 inch
		Urinoir	6,2	1 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch

Tabel 4.46 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dua Toilet 10

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 2	Toilet 10 khusus wanita	Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2	$17,5 + 17,5 = 35$	2 inch

Tabel 4.47 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dua Toilet 11

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 2	Toilet 11 pria	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,4 + 6,2 + 6,2 = 29,8$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,4 + 2,9 + 2,9 = 23,2$	2 inch
		Urinoir 1 Urinoir 2 Urinoir 3	$17,4 + 17,4 + 17,4 = 52,2$	2 inch
		Wastafel	2,9	$\frac{3}{4}$ inch

Tabel 4.48 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Dua Toilet 12

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 2	Toilet 12 pria dan wanita	Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Urinoir	17,5	1½ inch
		Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch

Tabel 4.49 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Tiga Toilet 13

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 3	Toilet 13 pria dan wanita	Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	2 inch
		Urinoir	6,2	1 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch.

Tabel 4.50 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Tiga Toilet 14

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 3	Toilet 14 khusus wanita	Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2	$17,5 + 17,5 = 35$	2 inch

Tabel 4.51 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Tiga Toilet 15

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 3	Toilet 15 pria	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,4$	2 inch
		Urinoir 1 Urinoir 2 Urinoir 3	$17,4 + 17,4 + 17,4 = 52,2$	2 inch
		Wastafel	2,9	$\frac{3}{4}$ inch

Tabel 4.52 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Tiga Toilet 16

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 3	Toilet 16 pria dan wanita	Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Urinoir	17,5	1½ inch
		Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,6$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch

Tabel 4.53 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Empat Toilet

17

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 4	Toilet 17 pria dan wanita	Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,6$	2 inch
		Urinoir	6,2	1 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1½ inch

Tabel 4.54 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Empat Toilet
18

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 4	Toilet 18 khusus wanita	Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Wastafel 1 Wastafel 2	$17,5 + 17,5 = 35$	2 inch

Tabel 4.55 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Empat Toilet
19

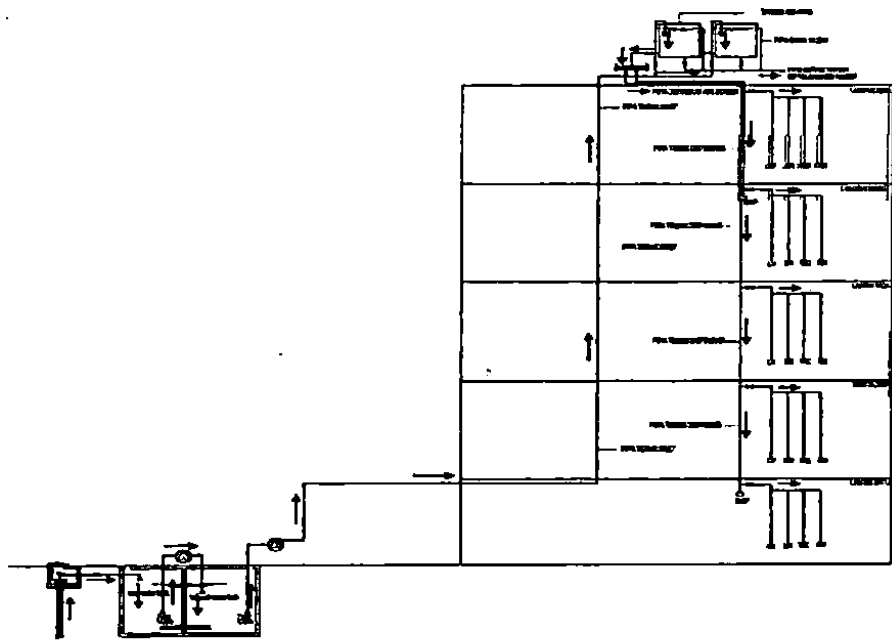
Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 4	Toilet 19 pria	Kloset 1 kloset 2 kloset 3	$17,5 + 6,2 + 6,2 = 29,9$	2 inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$17,5 + 2,9 + 2,9 = 23,3$	2 inch
		Urinoir 1 Urinoir 2 Urinoir 3	$17,5 + 17,5 + 17,5 = 52,5$	2 inch
		Wastafel	2,9	$\frac{3}{4}$ inch

Tabel 4.56 Menentukan Diameter Pipa Distribusi Air Bersih Lantai Empat Toilet
20

Lantai	Pipa	Alat plumbing	Jumlah nilai pipa	Diameter pipa yang di peroleh
Lantai 4	Toilet 20 pria dan wanita	Wastafel 1 Wastafel 2 Wastafel 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch
		Urinoir	17,5	1¼ inch
		Kloset 1 kloset 2	$17,5 + 6,2 = 23,7$	1½ inch
		Peturasan 1 Peturasan 2 Peturasan 3	$2,9 + 2,9 + 2,9 = 8,7$	1¼ inch

4.3 Penentuan Spesifikasi Pompa

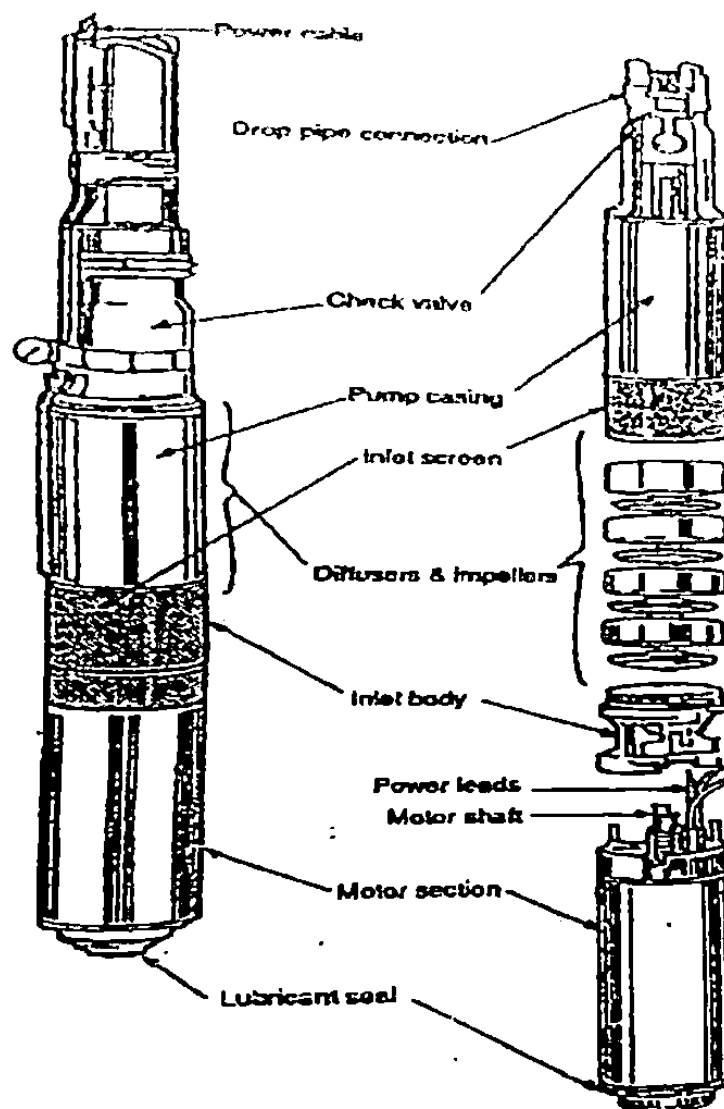
Kapasitas pompa dan umur pompa seringkali ditentukan oleh kesempurnaan pemipaan. Karna itu pemipaan harus direncanakan untuk mendapat hasil pompa yang optimal. Pemasangan pompa juga harus dilakukan dengan benar, adapun skema dasar sistem penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Skema Dasar Penyediaan Air Bersih

4.3.1 Penempatan Instalasi Pompa Sumur Dalam

Suatu sumur dapat disebut sumur dalam apabila mempunyai kedalaman 100 sampai 300 m dari permukaan tanah (Sutrisno, 1996), jika tekanan air tanah ini lebih besar dari tekanan atmosfer, maka air tanah akan mengalami artesis dan air akan menyembur keluar dari tanah seperti halnya sumur biasa. Tetapi jika air tidak dapat keluar dengan sendirinya, maka digunakan pompa untuk membantu pemompaan air dari sumur ini.



Pada perancangan Gedung Pasca Sarjana kebutuhan air disuplai dari sumur dalam sehingga untuk mengalirkan air dari sumur ke *reservoir*, digunakan pompa submersible. Pompa jenis ini, motor listrik terpasang langsung pada rumah pompa (direct coupled) dan merupakan suatu konstruksi yang terpadu .penyambung keatas hanya dengan pipa keluar dan kabel penghantar daya listrik. Pipa keluar tersebut berfungsi pula sebagai tempat pompa bergantung.

Motor listrik penggerak ini harus benar-benar kedap air, termasuk pula sistem penyambung kabelnya. Kelebihan dan ciri-ciri pompa submersible ini adalah :

- ❖ Tidak diperlukan suatu “ bangunan pelindung pipa “
- ❖ Tidak berisik
- ❖ Kontruksi sederhana karena tidak ada proses penyambung dan bantalan perantara
- ❖ Pompa dapat bekerja dengan kecepatan tinggi
- ❖ Mudah dipasang

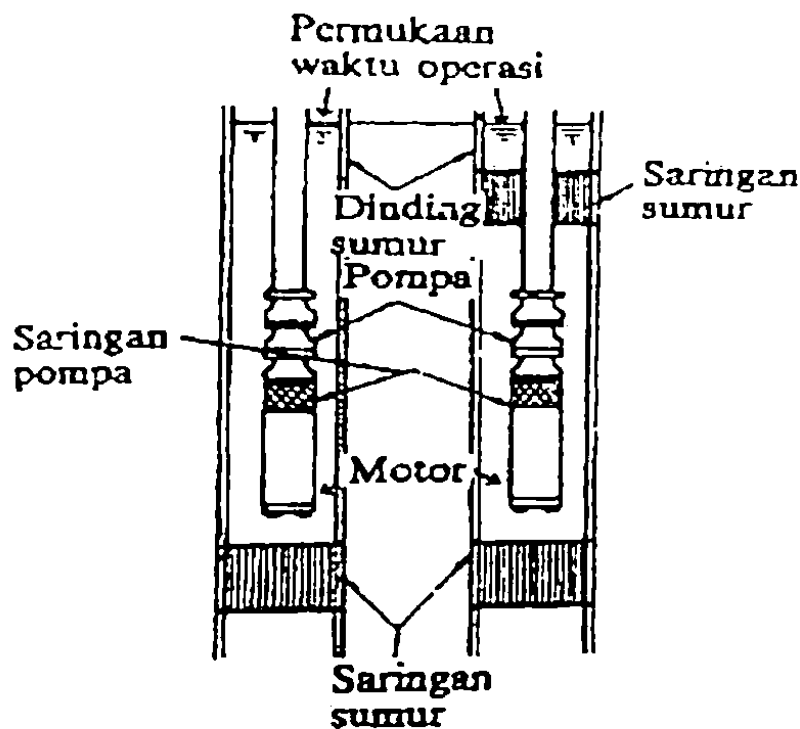
Pompa harus diletakan paling sedikit 2 atau 5 m, di bawah muka air mengalir terendah dari sumur, jarak 2 m adalah untuk pompa berdiameter yang semakin besar sampai 5 m (Sularso, 1996).

Letak nosel isap pompa tidak boleh bertepatan dengan letak saringan sumur. Jika hal ini terjadi maka akan terlalu banyak pasir yang akan terisap. Letak nosel isap pompa yang baik adalah diatas dan agak jauh dari saringan sumur. Namun hal ini kadang-kadang sukar dipenuhi karena kondisi persaratan kedalam minimal 2 – 5 m dibawah muka air mengalir terendah. Jika demikian maka pompa dapat dipasang diantara saringan pertama dan saringan kedua dari sumur.

4.3.2 Pemasangan Pompa

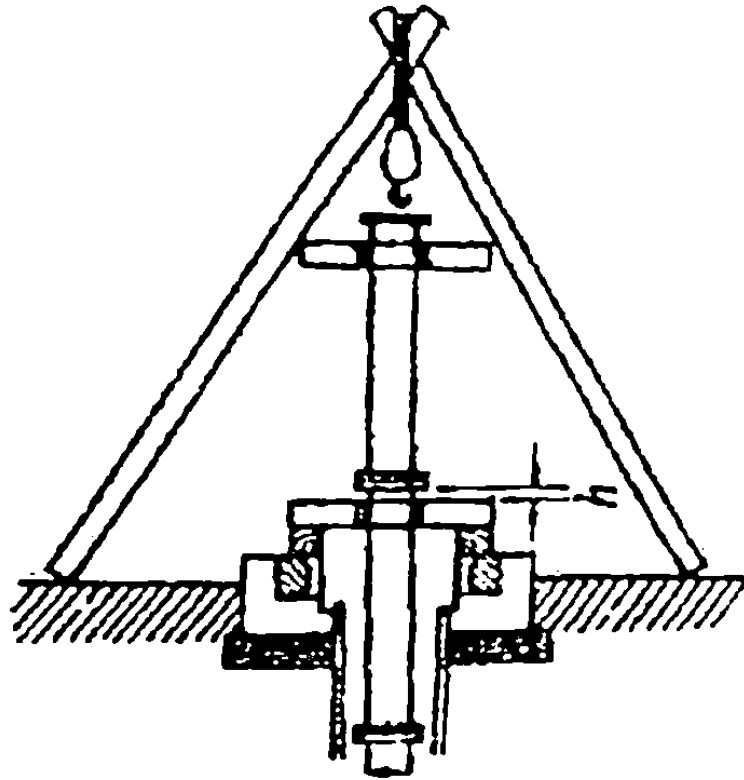
Untuk pemasangan instalasi pompa perlu disediakan peralatan berikut ini :

- 1) Kabel : 2 buah.
- 2) Kunci – kunci : 1 perangkat.
- 3) Gelang pemegangan pipa: 2 buah.
- 4) Tiang atau kaki penggantung : 1 perangkat.
- 5) Katrol atau tekel (minimal 3 ton) : 1 perangkat.



Gambar 4.9 Penempatan Pompa Didalam Sumur (sumber :sularso, 1996)

Selama pemasangan harus dijaga agar tidak ada benda yang jatuh kedalam sumur. Baut, Mur, Soket, pemegang pipa dan jenis lain-lain harus dikencangkan dengan seksama agar tidak ada sambungan yang kendur atau bocor pada waktu pemasangan dan operasi. Untuk mencegah kebocoran air, flens harus diterapkan dengan paking dan ulir pipa harus diterapkan dengan bahan perapat. Dengan menggunakan dua buah pemegang pipa secara berganti – ganti, pipa kolom disambung satu demi satu sambil menurunkan pompa kedalam sumur.



Gambar 4.10 Pemasangan Pompa Kedalam Sumur (Sularso, 1996)

4.3.3 Uji Coba Pemompaan dan Pembersihan Sumur

Bila sumur telah selesai dikerjakan maka uji coba pemompaan harus dilakukan untuk mengukur air yang dapat dipompa dan muka air didalam sumur. Dalam hal ini laju aliran air yang dapat dihasilkan harus ditentukan jika air dipompa melebihi kapasitas sumur, maka kandungan air didalam sumur akan bertambah besar dan sumur dapat menjadi pendek. Jadi laju pemompaan air yang sesuai dengan kapasitas sumur harus ditentukan lebih dahulu sebelum ditentukan ukuran pompa yang akan dipasang permanen.

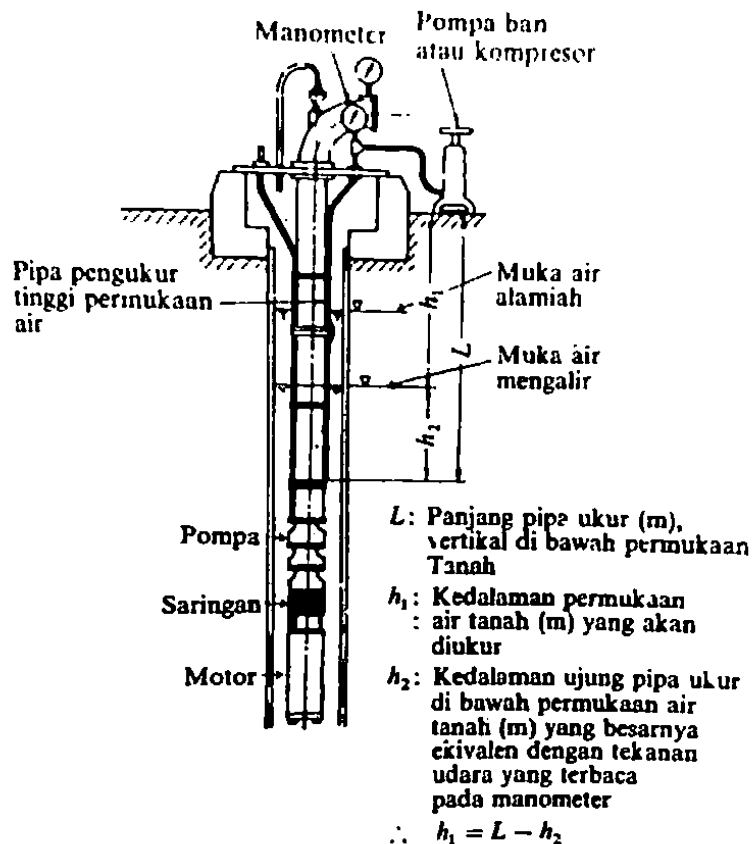
Jadi untuk ini diperlukan pompa kusus untuk keperluan uji coba dan tidak dipakai pompa yang akan dipasang secara permanen. Jika pasir yang dikeluarkan sudah berkurang dan air menjadi jernih, maka dapat dipasang pompa permanen

4.3.4 Pengukuran Muka Air Tanah

Setelah sumur dinyatakan bersih perlu dihubungkan antara laju aliran air yang dipompa dan muka air sumur yang berkaitan dengan laju aliran tersebut. Maka air ini disebut muka air mengalir (running water level).

Pengukuran dilakukan dengan pemompaan sumur pada beberapa laju aliran yang tetap. Pada masing – masing harga laju aliran tersebut diukur muka air yang terjadi didalam sumur setelah dicapai keadaan stasioner (muka air tidak turun lagi). Dalam hal ini muka air alamiah yaitu muka air sumur yang terjadi bila tidak dipompa perlu juga diukur.

Ada beberapa cara untuk mengukur muka air didalam sumur, misalnya dapat digunakan batu yang diikat dengan tali, namun karena sumur bor umumnya sempit, maka lebih mudah dengan cara menggunakan pengukur dengan udara tekan.



Ada beberapa cara untuk mengukur muka air didalam sumur, misalnya dapat digunakan batu duga yang diikat dengan tali, namun karena sumur bor umumnya sempit maka lebih mudah dengan cara menggunakan pengukuran dengan udara tekan.

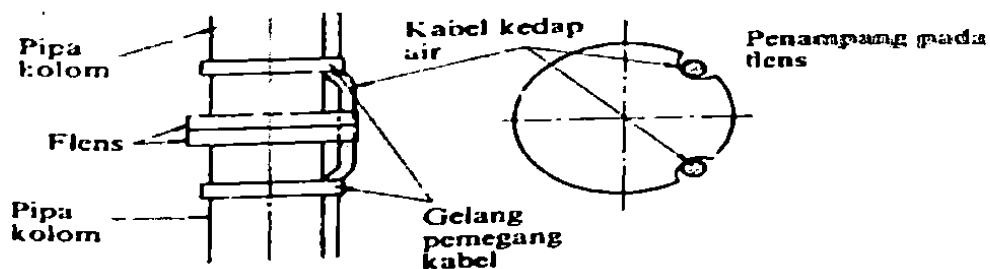
Cara ini menggunakan sebuah pipa ukuran yang berdiameter kecil pipa ini dimasukan kedalam sumur sampai keujung pipa kolam.Ujung atas pipa diberi sambungan T yang dihubungkan dengan manometer dan dengan kompresor.

Kemudian udara dipompakan kedalam pipa, air yang mengisi pipa ukur akan didesak udara sehingga permukaan air semakin turun. Tekanan udara yang ditunjukkan manometer akan naik terus sampai air didalam pipa ukuran habis dan udara yang dipompa membocor melalui ujung pipa pada saat itu tekanan udara tidak akan naik lagi meskipun udara dipompakan terus. Maka tekanan yang ditunjukkan *manometer* adalah ekivalen dengan tinggi muka air didalam sumur sampai ujung bawah pipa ukur.

4.3.5 Penanganan Kabel Kedap Air

Untuk menyuplai daya listrik kemotor benam diperlukan kabel kedap air (*water proof*). Kabel kedap air diatas tanah perlu dilindungi terhadap kemungkinan goresan atau kerusakan lainnya dengan menggunakan saluran tertutup atau pipa.

Selain itu jangan sekali - kali menahan berat pompa dengan kabel kedap air, kabel sebaiknya diletakan pada pipa kolam dengan gelang plastic diatas dan dibawah *flens* atau *soket*.



Gambar 4.12 Cara memasang Kabel Kedap Air (Sulatso, 1996)

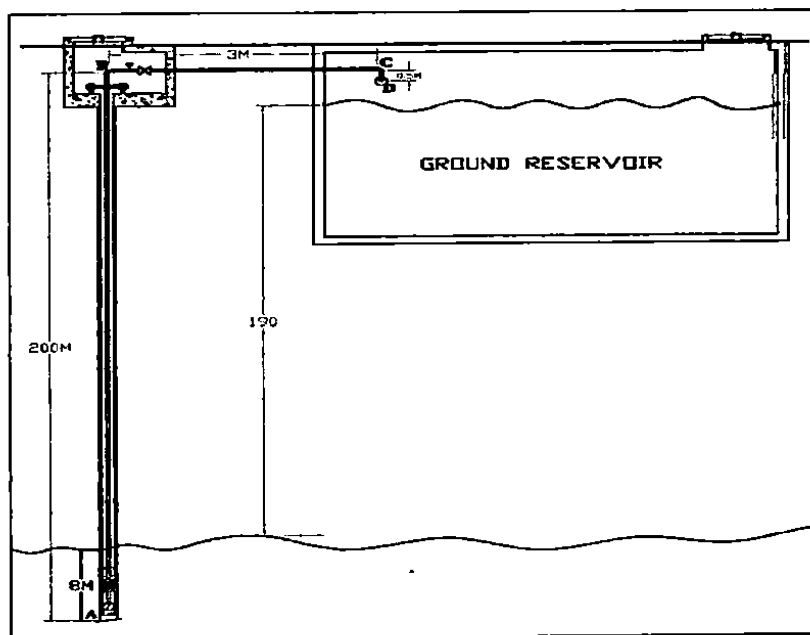
4.3.6 Pemasangan Landasan

Pipa kolom yang paling atas harus digantung pada landasan dan landasan harus didudukan secara kokoh pada kondisi beton. Didalam hal ini kedataran harus diukur dengan waterpas dan penyetelan kedataran dilakukan dengan baji pengganjal. Untuk menempatkan landasan pada pondasi setelah kedataran tercapai cela dicor dengan diadukan.

4.3.7 Pemasangan Belokan Pipa dan Katup

Setelah landasan terpasang, kemudian pasang belokan keluar, katup cegah, katup sorong, dan pipa penyalur. Katup laluan udara (air vent) biasanya dipasang pada belokan pipa keluar. Katup ini berfungsi secara otomatis mengeluarkan udara dari pipa kolom pada waktu pompa distar dan masukan udara pada waktu pompa dimatikan agar tidak terjadi tekanan vakum dipipa kolom bagian atas. Air yang turun dari pipa kolom ini dikembalikan kedalam sumur secara pelan – pelan melalui sebuah katup cegah berukuran kecil yang dipasang dekat diatas badan pompa.

4.3.8 Menentukan Pompa Sumur Dangkal



- ❖ Saringan (strainer)
- ❖ Pompa
- ❖ Pipa
- ❖ Katup
- ❖ *Fleksibel joint*
- ❖ Manometer

Kapasitas pompa sumur dalam direncanakan mampu untuk menyediakan kebutuhan air yang ditampung terlebih dahulu pada *reservoir* bawah yang mempunyai volume $10,72\text{m}^3$. Dengan kapasitas pompa sumur dalam sebesar 200 liter/menit atau $0,2\text{ m}^3/\text{menit}$ atau $0,0033\text{ m}^3/\text{detik}$ maka diameter pipa tekan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$Q = v \cdot A \dots\dots\dots (4.1)$$

Dengan $Q = \text{kapasitas pompa} = 0,0033\text{ m}^3/\text{detik}$

$v = \text{Kecepatan aliran dalam pipa}$

$A = \text{Luas penampang pipa (m}^2 \text{)}$

$$\begin{aligned} \text{Maka } A &= \frac{Q}{v} \\ &= \frac{0,0033}{1,5} \\ &= 0,0022\text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Dengan } A = \frac{\pi}{4} D^2 \qquad D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0022}{\pi}} \\ &= 0,053\text{ m atau } 2\text{ inch} \\ &= 2\text{ inch atau } 0,05\text{ m} \end{aligned}$$

Nilai D adalah nilai diameter dalam minimal yang diperlukan untuk mengalirkan fluida dengan debit $0,0033\text{ m}^3/\text{detik}$ dengan kecepatan $1,5\text{ m}/\text{detik}$

1. Untuk nilai $Q = 1,457$, maka pada $D = 2\text{ inch}$ dapat diketahui nilai nominal

diameter luar dan dalam pada schedule 40 (mudah didapatkan) dengan nilai 2,375 dan 2,067 inch.

Tabel 4.57 Ketebalan Dinding (untuk Alat Penyambung dan Pipa)(Sumber:Raswari, 1987)

Nominal Pipe Size	Nominal Outside Diameter	Nominal Inside Diameter													Nominal Pipe Size
		Sched 10	Sched 20	Sched 30	STD. WALL	Sched 40	Sched 60	EXT. STG.	Sched 80	Sched 100	Sched 120	Sched 140	Sched 160	XX STG.	
½	0,840	,674	-	-	,662	,622	-	,546	,546	-	-	-	,464	,252	½
¾	1,050	,884	-	-	,824	,824	-	,742	,742	-	-	-	,612	,343	¾
1	1,315	1,097	-	-	1,049	1,049	-	,957	,957	-	-	-	,815	,599	1
1¼	1,660	1,442	-	-	1,380	1,380	-	1,278	1,278	-	-	-	1,160	,896	1¼
1½	1,900	1,682	-	-	1,610	1,610	-	1,500	1,500	-	-	-	1,338	1,100	1½
2	2,375	2,157	-	-	2,067	2,067	-	1,939	1,939	-	-	-	1,687	1,503	2
2½	2,875	2,635	-	-	2,469	2,469	-	2,323	2,323	-	-	-	2,125	1,771	2½
3	3,500	3,260	-	-	3,068	3,068	-	2,900	2,900	-	-	-	2,624	2,300	3
3½	4,000	3,760	-	-	3,548	3,548	-	3,364	3,364	-	-	-	-	2,728	3½
4	4,500	4,260	-	-	4,026	4,026	-	3,826	3,826	-	3,624	-	3,438	3,152	4
5	5,563	5,295	-	-	5,047	5,047	-	4,813	4,813	-	4,563	-	4,313	4,063	5
6	6,625	6,357	-	-	6,065	6,056	-	5,761	5,761	-	5,501	-	5,187	4,897	6
8	8,625	8,260	8,125	8,071	7,981	7,981	7,813	7,625	7,625	7,437	7,187	7,001	6,813	6,875	8
10	10,750	10,420	10,250	10,136	10,020	10,020	9,750	9,750	9,750	9,312	9,062	8,750	8,500	8,750	10
12	12,750	12,390	12,250	12,090	12,000	11,938	11,626	11,750	11,374	11,062	10,750	10,500	10,126	10,750	12
14	14,000	13,500	13,376	13,376	13,250	13,124	12,812	13,000	12,500	12,124	11,812	11,500	11,188	-	14
16	16,000	15,500	15,376	15,250	15,250	15,000	14,688	15,000	14,312	13,938	13,562	13,124	12,812	-	16
18	18,000	17,500	17,376	17,376	17,250	16,876	16,500	17,000	16,124	15,688	15,250	14,876	14,436	-	18
20	20,000	19,500	19,250	19,000	19,250	18,812	18,376	19,000	17,938	17,438	17,000	16,500	16,062	-	20
22	22,000	21,500	-	-	21,250	-	-	21,000	-	-	-	-	-	-	22
24	24,000	23,500	23,250	22,876	23,250	22,624	22,062	23,000	21,562	20,938	20,376	19,876	19,312	-	24
26	26,000	-	-	-	25,250	-	-	25,000	-	-	-	-	-	-	26
30	30,000	29,376	29,000	28,750	29,250	-	-	29,000	-	-	-	-	-	-	30
36	36,000	35,376	35,000	34,750	35,250	34,500	-	35,000	-	-	-	-	-	-	36
40	40,000	-	-	-	39,250	-	-	39,000	-	-	-	-	-	-	40
42	42,000	-	-	-	41,250	-	-	41,000	-	-	-	-	-	-	42
48	48,000	-	-	-	47,250	-	-	47,000	-	-	-	-	-	-	48

Tabel 4.58 Faktor kecepatan untuk berbagai jenis pipa

C	Jenis Pipa
140	Pipa baru : tembaga, timah hitam, besituang, baja
130	Pipa baja baru, pipa besi tuang baru, pipa tua : Kuningan, tembaga
110	Pipa dengan lapisan semen yang sudah tua
100	Pipa besi tuang atau pipa baja yang sudah tua

Tabel 4.59 Sifat-sifat fisik air (air dibawah 1 atm, dan air jenuh diatas 100°)

Temperature (C)	Kerapatan (kg/l)	Viskositas kinematika (m ² /s)	Tekanan uap jenuh (kg/cm ²)
0	0,9998	1,792 x ⁻⁶	0,00623
5	1,0000	1,520	0,00889
10	0,9998	1,307	0,01251
20	0,9983	1,004	0,02383
30	0,9957	0,801	0,04325
40	0,9923	0,658	0,07520
50	0,9880	0,554	0,12578
60	0,9832	0,475	0,20313
70	0,9777	0,413	0,3178
80	0,9716	0,365	0,4829
90	0,9652	0,326	0,7149
100	0,9581	0,295	1,0332
120	0,9431	0,244	2,0246
140	0,9261	0,211	3,685
160	0,9073	0,186	6,303
180	0,8869	0,168	10,224
200	0,8647	0,155	15,855
220	0,8403	0,130	23,656
240	0,814	0,136	34,138
260	0,784	0,131	47,869
280	0,751	0,128	65,468
300	0,712	0,127	87,621

4.3.8.1 Head Kerugian Pada Pompa Sumur Dangkal

Head kerugian adalah kerugian-kerugian yang akan ada dalam suatu instalasi instalasi pipa yang dialiri suatu, baik gas ataupun cair. Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa kita harus mencari aliran yang terjadi apakah termasuk aliran yang laminar atau aliran turbulen dengan memakai bilangan *Reynolds*, (Tahara H., Sularso, Pompa dan Kompresor, hal 28) :

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Re = Bilangan Reynold

v = Kecepatan rata-rata aliran didalam pipa (m/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

ν = Viskositas kinematika zat cair (m²/detik)

ν Air = pada suhu 25°C (Tabel 4.59)

$$= 1,004 \cdot 10^{-6} + \frac{(25-20)}{(30-20)} \times ((0,801 - 1,004) \cdot 10^{-6})$$

$$= 0,9786 \cdot 10^{-6}$$

Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar

Pada $Re < 4000$, aliran bersifat turbulen

Pada $Re = 2300 - 4000$, terdapat daerah transisi, dimana aliran bersifat

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{vD}{\nu} \\
 &= \frac{1,5 \cdot 0,05}{0,9786 \cdot 10^{-6}} \\
 &= 76640,1
 \end{aligned}$$

Jadi termasuk aliran turbulen, didalam perhitungan ini akan digunakan rumus *Hazen Williams*, karena pada umumnya rumus ini dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relatif sangat panjang seperti jalur pipa penyalur air bersih atau air minum.

❖ Head Kerugian Gesek Dalam Pipa (*Major losses*)

Rumus Hazen Williams , (Tahara H, Sularso, Pompa Dan Kompresor, hal:31):

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \cdot XL$$

Dimana h_f = Kerugian head (m)

Q = Laju aliran (m³/ s)

C = Koefesien, lihat dalam (tabel 4.58) C=130

D = diameter pipa (m)

L = panjang pipa (m)

Diketahui :

Q = 0,0033 m³/detik

D = 0,05 m

L = 10 + 4 + 20 + 20 + 20 + 25 + 4 + 225 + 20 + 6 = 300,75 m

❖ Kerugian *pipe fitting* (*minor losses*)

$$h_f = f \frac{v^2}{2.g}$$

Dimana h_f = Kerugian *head* (m)

f = koefisien kerugian

V = Kecepatan rata- ratadalam pipa (m/s)

g =percepatan grafitasi (9,8 m/s)

❖ Koefisien kerugian pada belokan pipa

Ada dua macam belokan pipa , yaitu belokan lengkung dan belokan patah (miteratau *multi-piece bend*). Pada perancangan ini digunakan belokan lengkung. Selanjutnya untuk mengetahui nilai f pada belokan (*elbow*) dapat diketahui dengan melihat table 4.50 :

Tabel 4.60 Koefisien kerugian belokan pipa

θ°		5	10	15	22,5	30	45	60	90
f	Halus	0,016	0,034	0,042	0,066	0,13	0,236	0,417	1,129
	Kasar	0,024	0,44	0,062	0,154	0,165	0,32	0,684	1,265

Belokan 90° , f kasar = 1,265

$$h_{f_2} = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \times \text{jumlah belokan}$$

$$= 1,265 \frac{1,68^2}{2 \cdot 9,8} \times 4$$

$$= 0,72 \text{ m}$$

❖ Koefisien kerugian pada keluar $f = 1,0$

$$h_{f_3} = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \times \text{jumlah kerugian}$$

$$= 1,0 \frac{1,68^2}{2 \cdot 9,8} \times 4$$

$$= 0,576 \text{ m}$$

Kerugian head pada katup

$$h_f = f \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dimana

v : Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

h_f : Koefisien kerugian katup, table (4.61)

g : percepatan grafitasi (9,8 m/s)

h_v : Kerugian head di katup (m)

$$\begin{aligned}h_l &= \text{Kerugian } (h_{f1} + h_{f2} + h_{f3} + h_{f4}) \\ &= (5,54 + 0,72 + 0,576 + 1,152) \\ &= 7,988 \text{ m}\end{aligned}$$

4.3.8.2 Head Total Pompa

Head total pompa yang harus disediakan untuk mengalirkan sesuai yang ditunjukkan

4.3.8.3 Menentukan Pompa Sumur Dangkal

Untuk menentukan kapasitas pompa yang diinginkan yaitu dengan cara mengetahui jumlah air yang dibutuhkan dan head pompa. Pada Gedung Pasca Sarjana diketahui kebutuhan air yang didapat sebesar $23 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan head total pompa $88,8\text{m}$, Untuk menghemat penggunaan anggaran biaya menggunakan 2 pompa, jadi head total / jumlah pompa = $44,4$.

Tabel 4.62 pemilihan tipepompa sumur dangkal

Model	Product Number	Head (m)	Kw	Accessories CTK
SQ1 1 x 200-240V 50/60HZ RP1 1/4"; Q = $13 \text{ m}^3/\text{hr}$				
SQ 7-15	96510218	15	0,7	96021462
SQ 7-30	96510219	32	1,15	96021462
SQ 7-40	96510220	48	1,68	96021462

Dari diagram dan tabel diatas dapat diketahui untuk kebutuhan air dengan kapasitas air $23 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan head total pompa $88,8\text{m}$. Untuk menghemat penggunaan anggaran biaya menggunakan 2 pompa, jadi head total / jumlah pompa = $44,4$. Maka spesifikasi pompa yang digunakan adalah :

Seri pompa = SQ 7 - 40

Kapasitas = $13 \text{ m}^3/\text{jam}$

Total head = 48m

Daya = $1,68 \text{ kW}$

Unit = 2 unit, 1 cadangan

4.3.9 Pemilihan Pompa Suplai lantai 3 dan 4

Kapasitas pompa suplai direncanakan mampu untuk memenuhi kebutuhan air untuk lantai 3 dan 4. Oleh karena kebutuhan air pada masing – masing lantai

sama dengan $0,05 \text{ m}^3/\text{menit}$ sama dengan $0,00083 \text{ m}^3/\text{detik}$, untuk mencari head dalam pipa digunakan jalur pada pompa. Jika kecepatan aliran air didalam pipa diambil $1,5 \text{ m/detik}$, maka diameter pipa dapat ditentukan dengan persamaan 6.1 :

$$Q = v \cdot A$$

Dengan $Q = \text{kapasitas pompa} = 0,00083 \text{ m}^3/\text{detik}$

$v = \text{Kecepatan aliran dalam pipa} = 1,5 \text{ m/detik}$

$A = \text{Luas penampang pipa (m}^2\text{)}$

$$\text{Maka } A = \frac{Q}{v}$$

$$= \frac{0,00083}{1,5}$$

$$= 0,000553 \text{ m}^2$$

$$\text{Dengan } A = \frac{\pi}{4} D^2 \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000553}{\pi}}$$

$$= 0,0265 \text{ m atau 1 inch}$$

Nilai D adalah nilai diameter dalam minimal yang digunakan untuk mengalirkan fluida dengan debit $0,00083 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan kecepatan $1,5 \text{ m/detik}$. Dengan melihat tabel 4.57 maka pada $D = 1 \text{ inch}$ dapat diketahui nilai nominal diameter luar dan dalam pada schedule 40 (mudah didapatkan) dengan nilai 1 315

4.3.9.1 head kerugian pada pompa suplai

Head kerugian adalah kerugian yang ada dalam suatu instalasi pipa yang dialirkan suatu fluida, baik gas ataupun cair. Untuk menghitung kerugian gesek dalam pipa kita harus mencari aliran yang terjadi apakah termasuk aliran yang laminar atau aliran turbulen dengan memakai bilangan *Reynolds*, (Tahara H., Sularso Pompa Dan Kompresor, hal : 28) :

$$R_e = \frac{vd}{\nu}$$

R_e = Bilang Reynolds

v = Kecepatan rata – rata aliran didalam pipa (m/s)

D = Diameter dalam pipa (m)

ν = Viskositas kinematik zat cair (m²/detik)

ν_{Air} = Pada suhu 25°C (tabel 6.3)

$$= 1,004 \cdot 10^{-6} + \frac{(25-20)}{(30-20)} \times ((0,801 - 1,004) \cdot 10^{-6}) = 0,9786 \cdot 10^{-6}$$

Pada $Re < 2300$, aliran bersifat laminar

Pada $Re < 4000$, aliran bersifat turbulen

Pada $Re = 2300 - 4000$, terdapat daerah transisi, dimana aliran dapat bersifat laminar atau turbulen tergantung pada kondisi pipa dan aliran

Jadi termasuk aliran turbulen, didalam perhitungan ini akan digunakan rumus Hazen-Wiliams, karena pada umumnya rumus ini dipakai untuk menghitung kerugian head dalam pipa yang relative sangat panjang seperti jalur pipa penyaluran air bersih atau air minum.

a. Menentukan Kerugian Head sepanjang pipa isap dan pipa tekan
perhitungan kerugian head sepanjang pipa sebagai berikut :

✓ Head kerugian gesek dalam pipa (Major Losser)

Rumus Hazen-Wiliams, (Tahara H., Sularso, Pompa Dan Kompresor, hal :
31) :

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L$$

Dimana h_f = Kerugian head (m)

Q = Laju aliran (m^3/s)

C = Koefisien lihat dalam tabel 5.3 $C=130$

- ✓ Kerugian pipe fitting (minor loss)

$$h_f = f \frac{v^2}{2g}$$

Dimana h_f = Kerugian head (m)

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s)

- ✓ Koefisien kerugian pada belokan pipa

Ada dua macam belokan pipa, yaitu belokan lengkung dan belokan patah (miter atau mullinix band). Selanjutnya untuk mengetahui nilai f pada

Dimana v = Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

f_v = Koefisien kerugian katup, tabel (4.61) – 8,35

g = percepatan grafitasi (9,8 m/s)

h_f = Kerugian head dikatup (m)

- ✓ Katup yang digunakan pada pompa yaitu katup cegah tutup cepat jenis pegas :

$$\begin{aligned} h_f &= f_v \frac{v^2}{2 \cdot g} \times \text{jumlah katup} \\ &= 8 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8} \times 10 \\ &= 9,18 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan kerugian head sepanjang pipa tekan adalah sebagai berikut :

- ✓ Head kerugian gesek dalam pipa (Major Losses)

Rumus Hazen-Wiliams, (Tahara H., Sularso, Pompa Dan Kompresor, hal 31):

$$h_f = \frac{10,666 \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot D^{4,85}} \times L$$

Dimana h_f = Kerugian head (m)

Q = Laju aliran (m^3/s)

C = Koefisien, lihat dalam tabel 5.3 $C = 130$

D = Diameter dalam (m)

L = Panjang pipa (m)

Diketahui $Q = 0,00083 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = 0,0265 \text{ m}$$

$$L = 67,2 \text{ m}$$

$$h_{f_1} = \frac{10,666 \cdot 0,00083^{1,85}}{130^{1,85} \cdot 0,0265^{4,85}} \times 67,2$$

$$= 7,8 \text{ m}$$

✓ Kerugian pipe fitting (minor losses)

$$h_f = f \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dimana h_f = Kerugian head (m)

f = Koefisien kerugian

v = Kecepatan rata-rata dalam pipe (m/s)

g = Percepatan grafitasi (9,8 m/s)

✓ Koefisien kerugian pada belokan pipa

Ada dua macam belokan pipa, yaitu belokan lengkung dan belokan patah (*miter* atau *multipiece bend*). Selanjutnya untuk mengetahui nilai f pada

$$h_{f_2} = f \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$= 1,265 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8}$$

$$= 0,145 \text{ m}$$

Jumlah belokan 90° pada sisi tekan sebanyak 5

$$= 5 \times 0,145$$

$$= 0,725 \text{ m}$$

✓ Koefisien kerugian pada pipa keluar $f = 1,0$

$$h_{f_3} = f \frac{v^2}{2 \cdot g} \times \text{jumlah kerugian pipa}$$

$$= 1,0 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8} \times 10$$

$$= 9,18 \text{ m}$$

✓ Koefisien kerugian pada katup

$$h_v = f_v \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Dimana $h_v =$ Kerugian head dikatup (m)

$f_v =$ Koefisien kerugian katup, tabel (4.61)

$v =$ Kecepatan rata-rata dalam pipa (m/s)

$g =$ Percepatan gravitasi (9,8 m/s)

✓ Katup yang digunakan pada pompa angkat yaitu 2 katup serong.

$$\begin{aligned}
 h_v &= f_v \frac{v^2}{2 \cdot g} \\
 &= 0,17 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,8} \times 10 \\
 &= 0,019 \text{ m}
 \end{aligned}$$

❖ Harga keseluruhan kerugian head akibat gesekan :

- Pada bagian hisap $\sum H_a = (7,8 + 0,224 + 1,83)$
 $= 9,854 \text{ m}$

- Pada bagian tekan $\sum H_b = (7,8 + 0,725 + 9,18 + 0,19)$
 $= 17,895 \text{ m}$

❖ Sehingga total kerugian sepanjang pipa hisap dan pipa tekan adalah :

$$\begin{aligned}
 h_1 &= \sum H_a + \sum H_b \\
 &= 9,854 \text{ m} + 17,895 \text{ m} \\
 &= 27,749 \text{ m}
 \end{aligned}$$

❖ Sehingga total kerugian sepanjang pipa hisap dan pipa tekan untuk 2 pompa booster adalah :

$$\begin{aligned}
 h_1 &= (\sum H_a + \sum H_b) \times 2 \text{ pompa} \\
 &= 27,749 \times 2 = 55,498 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.63 Pemilihan tipe pompa sumur dangkal

Model	Product Number	Head (m)	Kw	Accessories CTK
SQ1 1 x 200-240V 50/60HZ RP1 1/4"; Q = 3 m ³ /hr				
SQ 3-30	96510204	24	0,7	96021462
SQ 3-40	96510205	38	0,7	96021462
SQ 3-55	96510206	51	1,15	96021462
SQ 3-65	96510207	64	1,15	96021462
SQ 3-80	96510208	77	1,68	96021462
SQ 3-95	96510209	90	1,68	96021462
SQ 3-105	96510210	104	1,85	96021462

dapat diketahui untuk kebutuhan air dengan air 3 m³/jam dan *head* total

23,942 m. Maka spesifikasi pompa yang digunakan adalah :

Seri pompa = SQ 3-30

Kapasitas = 3 m³/jam

Total head = 24 m

Daya = 0,70 kW

Unit = 2 unit, 1 cadangan

- ❖ Perbandingan spesifikasi antara pompa di lapangan dan pompa yang didapat dari perhitungan.

Pompa Sumur Dangkal	Aktual	Perbandingan
Seri pompa	GRUNDFOS seri NF	GRUNDFOS SQ 7-40
Kapasitas	200 ltr/menit	13 m ³ /jam
Total head	30 m	48m
Daya	4 HP	1,68 kW
Unit	1 unit	2 unit, 1 cadangan

Pompa Suplai	Aktual	Perbandingan
Seri pompa	GRUNDFOS	GRUNDFOSSQ 3-30
Kapasitas	100 ltr/menit	3 m ³ /jam
Total head	30 m	24m
Daya	1 kW	0,70kW
Unit	2 unit	2 unit, 1 cadangan

4.3.10 Cara Kerja Pompa Submersible

Pompa Submersible menggunakan daya listrik untuk menggerakkan motor. Motor itu mempunyai poros yang tegak lurus dengan *impellers* satu poros yang tegak lurus dengan *impeller*. Karena kedudukan *impeller* satu poros dengan motor maka bila motor bekerja *impeller* akan berputar dan air yang berada pada bak isapan terangkat oleh sudu yang terdapat pada *impeller* tersebut. Untuk menahan air yang telah terhisap (terangkat) oleh *impeller* itu supaya tidak bocor kembali kebak isap, air itu ditahan oleh lower *diffuser* yang berada dibagian bawah pompa. Air yang dihisap akan beredar terlebih dulu di *housing* motor untuk mendinginkan motor sebelum mengalir ke saluran buang (pipa buang).

Untuk mematikan pompa kita memutuskan hubungan arus listrik yang masuk ke terminal *board*. Kalau arus terputus maka motor akan berhenti dengan sendirinya *impeller* akan berhenti mengisap air.

Hal – hal yang diperlukan pada waktu pengoperasian pompa adalah :

- 1) Putaran pompa tidak boleh terbalik.
- 2) Hindari pemompaan air yang berlumpur.
- 3) Pompa harus diganjal atau digantung
- 4) Setelah selesai gunakan pompa tersebut dengan air bersih

4.3.11 Pengoprasian Pompa *Submersible*

Pompa *Submersible* (pompa benam) dimana pompa ini dapat dioprasikan didalam air. Beberapa hal yang diperlukan tentang cara pengoprasian pompa *Submersible* adalah sebagai berikut :

- 1) Suhu air yang dipompakan tidak boleh lebih dari 40°C.
- 2) Arah rotasi pompa harus benar sebab jika tidak, akan berakibat kapasitas pompa akan berkurang dan motor akan kelebihan beban.
- 3) Gunakan hendel pengangkat untuk mengangkat pompa, jangan sekali – kali mengangkat dengan mempergunakan selang atau kabel powernya
- 4) Pada saat pemasangan pompa hindari dari tanah yang lunak dan usahakan diberi ganjal atau digantungkan sedikit atas dasar.
- 5) Apabila pompa telah bekerja pada air yang sudah terkontaminasi biarkan pompa bekerja untuk priode yang singkat di air bersih atau siram dengan air yang bersih disalurkan sambungan tempat pembuangan. Sebab apabila tertinggal dipompa seperti tanah liat, semen dan yang sejenis, jika sudah kering akan berakibat pompa tidak dapat bekerja.
- 6) Apabila pompa akan tetap dipakai untuk suatu jangka waktu tertentu simpanlah pada gedung yang kering.

4.3.12 Pemasangan Pompa

Penempatan pompa disesuaikan dengan fungsi dan jenis pompa itu sendiri misalnya pompa untuk air bersih menggunakan air bersih dan apabila lumpur menggunakan pompa khusus lumpur dan lain – lain. Instalasi pipa disesuaikan dengan *head* pompa dan usahakan level ujung pipa buang lebih tinggi dari level pompa dan usahakan dengan pemasangan yang lurus, hindari dari kebocoran. Apabila pompa memakai pipa hisap, maka pipa hisap hendaklah lebih besar dari pipa buang (pompa setrifugal) supaya tidak terjadi kavitasi pada pompa, hindari penyumbatan pada stainer.

Bentangkan kabel sehingga tidak ada lengkungan yang tajam atau yang terjepit, simpan pompa lebih rendah kedalam paya atau bak. Letakkan pompa diatas base untuk mencegah ambias (masuk kedalam tanah) atau bisa digantungkan sehingga pompa tersebut mudah untuk diangkat atau diperiksa.

Dengan menggunakan saklar pelampung (*float switch*) maka pompa ini dapat beroperasi sendiri dengan jalan mengatur saklarnya. Apabila air dibak isapan sudah sampai pada saringan isap, maka saklar tersebut akan memutuskan arus listrik yang masuk keterminalboard, maka pompa akan berhenti.

Pengaturan saklar sampai batas saringan hisap pompa berguna menghindari pompa kerja, sedangkan air yang dihisap tidak ada sehingga motor ini akan panas karena kita ketahui untuk pendingin motor adalah air yang dihisap *wayer* selanjutnya apabila air dalam bak isapan telah bertambah, air tersebut mengangkat pelampung dan saklar tersebut menghubungkan arus listrik keterminal board dan pompa akan beroperasi kembali.

4.3.13 Transportasi dan Penyimpanan

Pompa bisa dialihkan dan disimpan dengan posisi horizontal dan vertical. Apabila pompa mau diangkat atau dipindahkan kelokan yang lain, angkatlah dengan mempergunakan hendel yang ada pada pompa tersebut. Jangan sekali – kali mengangkat atau menarik kabel listrik karena dapat mengakibatkan kabelnya rusak atau putus.

4.3.14 Inpeksi / Pemeriksaan

Pemeliharaan yang teratur dan bersifat preventif menjamin pengoprasian yang lebih baik. Pemeriksaan rutin pompa *submersible* yang harus dilakukan oleh operator adalah :

- 1) Periksa apakah kelainan dari suara dan getaran.
- 2) Periksa minyak pelumas.
- 3) Periksa *impeller* dan baut - baut yang berhubungan dengan pompa.

- 5) Periksa bak isap dan saringan hisapan, apakah lumpur dan partikel – partikel yang bisa menyumbat bak isap.
- 6) Periksa ketahanan isolasi dari motor, dengan mengukur mengger 500 vol, ketahanan isolasi harus diatas 1 Mega ohm.

4.3.15 Gangguan Pada Pompa *Submersible* dan Cara Mengatasinya

- 1) Gangguan – gangguan yang terjadi pada pompa *Submersible* antara lain adalah :
 - 1) Pompa tidak mau dihidupkan.
 - 2) Kapasitas pompa terlalu rendah.
 - 3) Adanya air pada kotak sambungan.
 - 4) Adanya air atau minyak pada ruangan stator.
 - 5) Adanya air ditabungan minyak.
- 2) Sebab – sebab gangguan dapat berubah beberapa hal berikut yang bisa menyebabkan pompa tidak mau hidup atau menyala adalah:
 - 1) Kesalahan dalam tenaga.
 - 2) Sekering putus.
 - 3) Kesalahan pada kabel.
 - 4) *Impeller* macet.
- 3) Cara mengatasi gangguan pada pompa *Submersible*:
 - Kapasitas pompa terlalu rendah.
 - 1) Arah putaran pompa salah.
 - 2) Jalan aliran tersumbat.
 - 3) *Impeller* sudah aus.
 - 4) Selang buangan terjepit atau terlalu panjang.
 - Adanya air pada kotak sambungan.
 - 1) Adanya kebocoran pada lubang tempat masuknya kabel

- Adanya air atau minyak pada ruang stator.
 - 1) Adanya seal yang rusak.
 - 2) Salah satu ring diantaranya tabung minyak dan rumah stator atau diantara bearing dan rumah stator rusak.
 - 3) Jika air telah terdapat pada ruangan stator maka pompa harus dibongkar atau bearing harus diganti.
- Apabila ada air ditabung minyak.
 - 1) Adanya ring yang rusak.