

**SISTEM PENYEDIAAN SARANA AIR BERSIH
DI PERUMAHAN**

KARYA ILMIAH

Oleh :

IR.KAMALUDDIN LUBIS

STAF PENGAJAR JURUSAN SIPIL



**JURUSAN SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2006**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karuniaNya-lah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ini dengan baik

Persolan tentang kebutuhan air diperumahan adalah sudah merupakann persoalan yang sering dibicarakan , minimya persediaan air juga disamping semakin bayaknya pembangunan perumahan yang timbul tentu adalah suatu dampak yang ditimbulkan hal tersebut. Rumah yang sehat dan baik haruslah dilengkapi dengan sarana air yang bak.

Buku ini adalah akan memaparkan bahasan tentang persoalan dan juga strategi dalam perencanaan kebutuan air terutama diperumahan.

Diharapkan buku ini dapat bermanfaat bagi penulis , khususnya paramahasiswa dan umumnya bagi seluruh pembaca.

Medan, Januari 2006

Penulis,

Ir.Kamaluddin Lubis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i	
DAFTAR ISI	ii	
BAB I PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	1	
BAB II SUMBER-SUMBER AIR BERSIH		
2.1 Pendahuluan	8	
2.1.1 Sumber Air	8	
2.1.2 Air Artesis	14	
BAB III SISTEM DAN PEMODELAN PENYEDIAAN AIR BERSIH		25
3.1 Sistem Penyediaan	25	
3.2 Sistem Distribusi	35	
3.3 Pemakaian Air Bersih	42	
3.4 Penaksiran Berdasarkan Perkiraan Jumlah Unit Beban Alat dan Aksesori Saniter	43	
3.5 Perkiraan berdasarkan penaksiran Jumlah Pemakai	56	
BABIV ANALISA PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR	58	
4.1. Perkiraan berdasarkan unit pembebanan alat dan acsecori saniter	58	
4.2 Perkiraaan berdasarkan jumlah penghuni	63	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha pemenuhan kebutuhan air bersih tidak saja diorientasikan pada persyaratan kesehatan air (perspektif kualitas) dan ketersediaan air sebagai air baku (perspektif kontinuitas), melainkan juga kebutuhan air bersih dari segi kuantitas, yaitu tingkat kapasitas pelayanan suplai volume air bersih itu sendiri. Usaha peningkatan kapasitas suplai volume air bersih ini diharapkan mampu menciptakan kondisi ketersediaan akses terhadap pelayanan penyediaan air bersih yang berkelanjutan, memudahkan pihak konsumen/masyarakat untuk memenuhi kebutuhannya setiap saat dan dapat diperoleh dalam 24 jam per harinya. Sehingga peningkatan dari sisi kuantitas mampu mengimbangi (melayani) tingkat pertumbuhan jumlah penduduk, kemajuan teknologi dan sosial ekonomi masyarakat setempat.

Penulisan ini mencoba memaparkan kembali konsep penyediaan debit air bersih dengan sumur bor dalam tersebut yang telah digunakan sebagai sa, dan memperkirakan jumlah debit air bersih maksimal (pemakaian air puncak) pada keseluruhan rumah tinggal dalam bentuk perhitungan praktis berdasarkan metode perhitungan unit pembebanan alat dan aksesoris saniter yang terpasang serta berdasarkan penaksiran jumlah penghuni di masing-masing rumah.

Penulisan ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan masukan atau pertimbangan bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Hasil maupun metode perhitungan nilai debit pemakaian air puncak (debit air maksimal) berdasarkan unit pembebanan alat dan aksesoris saniter serta perkiraan jumlah penghuni pada keseluruhan tipe rumah hunian ini diharapkan menjadi acuan/pertimbangan bagi pihak perusahaan penyedia air bersih setempat untuk usaha/perencanaan optimalisasi kapasitas pelayanan volume air bersih, sehingga secara khusus mampu mengimbangi (melayani) tingkat pertumbuhan kompleks-kompleks perumahan mewah di kota tersebut. Juga bagi pihak terkait lainnya seperti pihak pengembang perumahan lain yang ada di Kota dalam mempersiapkan konsep sistem penyediaan air bersih untuk calon konsumennya menunggu terwujudnya peningkatan yang berkelanjutan dalam pelayanan PDAM

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Studi literatur yaitu mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang bersumberkan dari buku-buku, karya tulis elektronik serta referensi lainnya sebagai pendekatan teori maupun perhitungan untuk mengkaji penulisan ini.

BAB II

SUMBER – SUMER AIR BERSIH

2.1 Pendahuluan

Air bersih adalah air yang dihasilkan dari rekayasa terhadap air kotor yang berasal dari tubuh manusia dan binatang serta berasal dari suatu kegiatan ekonomi agar layak disalurkan kembali sebagai air permukaan atau dapat didefinisikan sebagai air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak (Percik, 2004).

Dalam catatan Wahana Lingkungan Hidup (Walhi) Pusat, jumlah volume air total di bumi sekitar 1,4 miliar km^3 . Dengan perincian, sebanyak 97,3 persen adalah air laut dan hanya 2,7 persen saja air yang tersedia sebagai air tawar yang ada di daratan. Namun jumlah air tawar yang tersedia di planet yang di huni manusia ini, sebanyak 37,8 juta km^3 air tawar tersebut berupa lapisan es di puncak-puncak gunung dan gleyser dengan porsi 77,3 persen. Sementara air tanah dan resapan hanyalah 22,4 persen serta air danau dan rawa hanya 0,35 persen. Lalu uap air di atmosfer sebanyak 0,04 persen dan sisanya merupakan air sungai sebanyak 0,01 persen.

Seiring pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat, air telah menjadi salah satu keyakinan alam yang sangat penting dalam hidup manusia. Peningkatan dari sisi kuantitas menjadi salah satu orientasi yang sangat penting dalam sistem penyediaan air bersih untuk mengimbangi pertumbuhan ekonomi, teknologi, dan sosial masyarakat setempat.

2.1.1 Sumber Air

Sumber air dalam sistem penyediaan air bersih merupakan satu komponen yang mutlak. Secara umum, sumber air diklasifikasikan atas dua bagian, yaitu air permukaan dan air bawah permukaan.

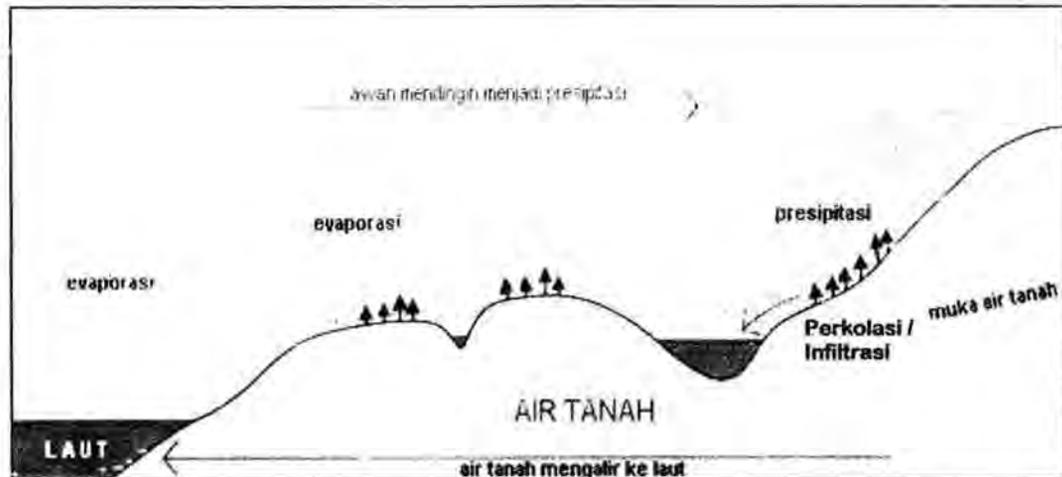
Air hujan yang jatuh ke bumi, sebagian menguap kembali menjadi air di udara, sebagian masuk ke dalam tanah, sebagian lagi mengalir di permukaan. Pada perjalanannya menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

Pertama, Evaporasi / transpirasi. Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (presipitasi) dalam bentuk hujan, salju, atau es

kedua, Infiltrasi / Perkolasi ke dalam tanah. Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah sehingga mencapai muka air tanah (*water table*) yang kemudian menjadi air bawah tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan dan yang ketiga, air yang kembali ke permukaan bergerak diatas permukaan

tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin
UNIVERSITAS MEDAN AREA

sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi
Sumber : Lablink, 2001

1. Air Permukaan

Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya. Setiap tetes air hujan yang jatuh ke tanah merupakan pukulan-pukulan kecil ke tanah. Pukulan air ini memecahkan tanah yang lunak sampai batu yang keras. Partikel pecahan ini kemudian mengalir menjadi lumpur, dan lumpur ini menutupi pori-pori tanah sehingga menghalangi air hujan yang akan meresap ke dalam tanah. Dengan demikian maka semakin banyak air yang mengalir di permukaan tanah.

1) Sungai

Air hujan yang jatuh ke bumi, sebagian menguap kembali menjadi air di udara, sebagian masuk ke dalam tanah, sebagian lagi mengalir di permukaan. Aliran air di permukaan ini kemudian akan berkumpul mengalir ke tempat yang lebih rendah dan membentuk sungai.

Aliran pada permukaan tersebut membawa serta batu-batu dan bongkahan lainnya, yang akan semakin memperkuat gerusan pada tanah. Goresan akibat gerusan air dan partikel lainnya ke tanah akan semakin membesar. Goresan ini kemudian menjadi alur-alur kecil, kemudian membentuk parit kecil, dan akhirnya berkumpul menjadi anak sungai.

Pada tahun 1880 an seorang *geologist* berkebangsaan Amerika, William Davis Morris, berpendapat bahwa sungai dan lembahnya ibarat organisme hidup. Sungai berubah dari waktu ke waktu, mengalami masa muda, dewasa, dan masa tua. Menurut Davis, siklus kehidupan sungai dimulai ketika tanah baru muncul di atas permukaan laut. Hujan kemudian mengikisnya dan membuat parit, kemudian parit-parit itu bertemu sesamanya dan membentuk sungai. Danau menampung air pada daerah yang cekung, tapi kemudian hilang sebagai sungai dangkal. Kemudian memperdalam salurannya dan mengiris ke dasarnya membentuk sisi yang curam, lembah bentuk V. Anak-anak sungai kemudian tumbuh dari sungai utamanya seperti cabang tumbuh dari pohon. Semakin tua sungai, lembahnya semakin dalam dan anak-anak sungainya semakin panjang (Lablank, 2001)

Berikut ini adalah gambar 2.2, menyajikan bentuk perubahan penampang sungai berdasarkan umur sungai.



Sungai masih bayi. Sempit dan curam



Sungai muda. Anak sungainya bertambah



Sungai tua. Daerah alirannya semakin melebar dan berkelok



Sungai sudah tua sekali

Gambar 2.2 Perubahan penampang sungai
Sumber : (Lablink, 2001)

2) Danau

Pada tempat-tempat yang letaknya lebih rendah, air berkumpul dan tergenang membentuk danau, dalam hal ini termasuk juga waduk, atau rawa. Sehingga kuantitas air danau tergantung pada debit sumber asal, luas dan daerah tangkapan, presipitasi, dan infiltrasi air ke dalam tanah.

2. Air Bawah Permukaan

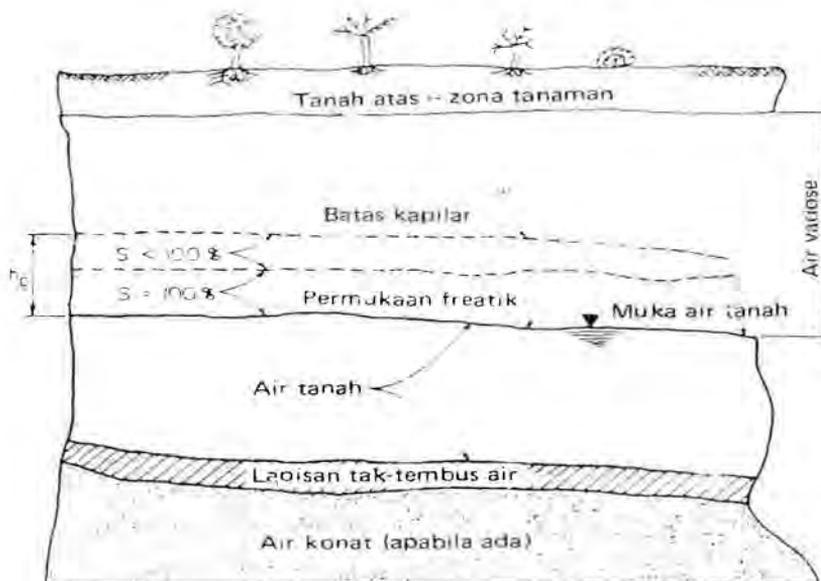
Air bawah tanah (*ground water*) adalah salah satu sumber daya mineral terpenting yang dapat diambil dari bawah permukaan bumi.

Air bawah permukaan berasal dari dari berbagai sumber, dan ketidakmurnian di dalamnya dapat memberikan indikasi mengenai asal dan atau sejarahnya. Sebagian air tanah merupakan kontribusi secara langsung dari kegiatan magmatis atau vulkanis selama proses pendinginan batuan. Air ini dapat disebut air muda (*juvenile*), yang baru saja dapat bebas bersikulasi. Air yang terperangkap di antara celah-celah sedimen yang kemudian akan tertutup oleh sedimen yang lebih tidak tembus air akan tersimpan di sana, sampai ditemukan secara insidental atau disengaja. Air ini disebut air konat (*connate water*) dan sering terasa asin karena sebagian besar sedimen tersebut didepositkan dibawah air laut.

sumber air yang terpenting adalah bagian dari air hujan yang masuk ke dalam tanah, yang disebut air meteorik (*meteoric water*). Air terisap ke atmosfer lewat penguapan (evaporasi) dan didistribusikan secara meluas oleh arus-arus angin. Pengembunan mengembalikan air ini ke bumi sebagai hujan, salju, salju basah (*sleet*), hujan es (*hail*), embun beku (*frost*), dan embun. Jumlah air bawah permukaan yang didapatkan akan tergantung pada:

- (1) Kemiringan permukaan tanah. Kemiringan yang lebih curam akan memperbesar kuantitas dan tingkat limpasan permukaan
- (2) Vegetasi. Tumbuh-tumbuhan yang rimbun mungkin akan menyerap sejumlah besar embun sebelum mencapai permukaan tanah
- (3) Kondisi iklim. Jumlah curah hujan dan temperature harian akan mempengaruhi tingkat penguapan
- (4) Porositas dan permeabilitas selubung bumi. Ini berarti persentase ruang pori dan sarana dimana air dapat bergerak melalui masa bumi.

Air yang memasuki selubung bumi mungkin sebagian akan tertahan oleh gaya tarik permukaan pada lapisan tanah bagian atas (zona vadose), dan kemudian akan menguap atau dipakai untuk kehidupan tanaman. Dibawah zona ini terdapat zona jenuh, yang mencapai kedalaman yang cukup besar tetapi tergantung pada stratigrafi, dimana celah dan retakan terisi penuh oleh air. Zona jenuh meliputi (seperti terlihat pada Gambar 2.3) suatu kedalaman dimana air tertahan oleh tarikan permukaan, atau zona kapiler, dan zona yang lebih di bawah dimana air dapat bebas bergerak atau mengalir akibat Pengaruh gravitasi. Garis freatik (*phreatic line*) membatasi kedua zona ini dan menentukan muka air tanah.. Muka air tanah ini harus dapat ditembus untuk mendapatkan sumur yang dapat diandalkan atau sungai yang permanen.



Gambar 2.3 Profil air tanah dan selubung bumi bagian atas
Sumber : Joseph E.Bowles, 1993

Muka air tanah cenderung mengikuti kontur permukaan tanah, yaitu akan naik di bawah bukit dan turun di bawah lembah. Muka air cenderung dekat ke

permukaan tanah beriklim lembab, dan berada pada kedalaman yang lebih besar di daerah kering. Apabila air ini tidak digantikan oleh air yang datang belakangan, maka pemakaiannya akan dapat menyebabkan turunnya muka air tanah tadi. Kemiringan muka air tanah disebut gradien hidrolik. Gambar 2.4 memperlihatkan air tanah dan kondisi-kondisi sungai untuk dapat mengisi (influen) atau mengambil (efluen) air tanah tadi.



Gambar 2.4 Air tanah dan sungai
Sumber : Joseph E. Bowles, 1993

2.1.2 Air Artesis

Akuifer adalah bahan tembus air dimana air tanah mengalir atau disebut juga lapisan pengandung air. Lapisan pasir atau pasir dan kerikil merupakan lapisan yang sangat baik sebagai bahan untuk akuifer karena porositas dan permeabilitasnya yang besar. Perlu dicatat, bahwa dengan porositas yang tinggi belum tentu merupakan akuifer yang baik. Sedimen-sedimen sungai di Mississippi sering mempunyai porositas sekitar 80 sampai 90 persen, tetapi permeabilitasnya sedemikian rendahnya, sehingga hanya sedikit air yang dapat dijumpai dalam

sebuah sumur. Hal ini pada umumnya benar untuk lanau, lanau – lempung, pasir berlanau atau berlempung yang sangat halus, dan tanah geluh (*loam*).

Batu gamping yang telah cukup mengalami pelapukan sehingga mempunyai lubang-lubang hisap yang cukup banyak merupakan sumber air tanah yang memuaskan. Kapur juga merupakan sumber yang baik, kapur merupakan sumber air artesis yang pertama di Perancis dan menyediakan air untuk pemakaian domestic dibagian Selatan Inggris Raya. pada umumnya batuan beku, metamorf, dan batuan sedimen yang lain merupakan akuifer yang buruk kecuali kalau batuan tersebut retak dan berongga cukup besar sehingga dapat menyediakan tempat penampungan air dan saluran air. Tabel 2.1 memperlihatkan nilai-nilai porositas (nilai-nilai *n*) untuk beberapa jenis batuan.

Tabel 2.1 Porositas beberapa jenis batuan

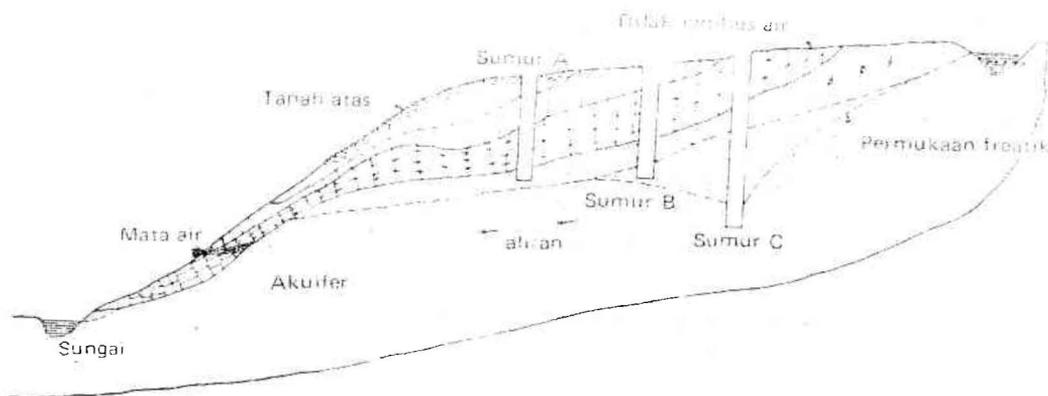
Jenis Batuan	<i>n</i>
Tanah dan Geluh (<i>loam</i>)	< 60
Kapur (<i>chalk</i>)	< 50
Pasir dan Kerikil	25 - 35
Batu-Pasir	10 - 15
Batu Gamping Oolitik	10
Batu Gamping dan Marmer	5
Batu Tulis atau batu sabak (<i>slate</i>) dan Serpilh	4
Granit	1,5
Batuan Kristalin, Umum	< 0.5

Sumber : Joseph E.Bowles, 1993

Gambar 2.5 berikut ini memperlihatkan kondisi-kondisi untuk pengaliran air lewat sumur atau mata air. Mata air memancar melalui retakan pada lapisan atas yang tidak tembus air, dan dapat berupa air artesis apabila sejumlah tinggi

tekanan tetap ada sesudah terjadi terjadinya kehilangan tekanan melalui retakan tersebut.

Sumur A akan kering, kecuali jika permukaan air naik. Sumur B menjadi tidak berfungsi apabila sumur C mengakibatkan penurunan permukaan air tanah seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 2.5 Kondisi sumur, mata air dan sungai yang bersumber dari air tanah.
Sumber : Joseph E.Bowles, 1993

Dalam perjalanan aliran air tanah tadi, seringkali melewati suatu lapisan akuifer yang di atasnya memiliki lapisan penutup yang bersifat kedap air (impermeabel) hal ini mengakibatkan perubahan tekanan antara air tanah yang berada di bawah lapisan penutup dan air tanah yang berada di atasnya. Perubahan tekanan inilah yang didefinisikan sebagai *unconfined aquifer* dan *confined aquifer*. Dua istilah inilah sebetulnya yang paling tepat untuk menggantikan istilah sumur dalam dan sumur dangkal. Karena pada dasarnya tidak ada batasan kedalaman sumur.

1. Air Tanah Bebas (*Unconfined aquifer*)

Adalah air tanah bebas/tidak tertekan. yang dibatasi oleh *water table* (*phreatic level*) sedangkan bagian bawahnya dibatasi oleh *aquitard* atau *aquiclude*. Atau dengan kata lain air tanah yang tidak terapit oleh lapisan penyekap. Istilah ini sangat tepat untuk menggantikan istilah sumur dangkal.

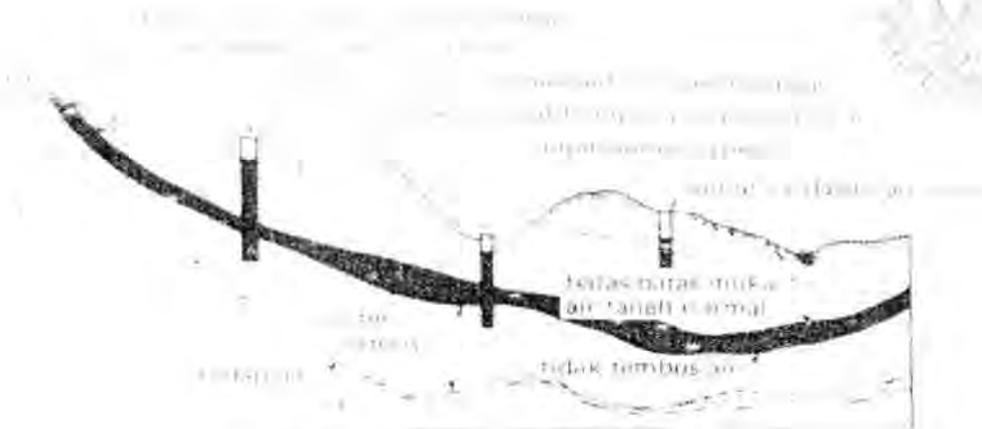
Inilah air tanah yang biasanya kita jumpai jika kita membuat sumur gali. Batas atas air tanah bebas disebut muka air tanah, yang sekaligus juga merupakan batas lajur jenuh. Menurut tempatnya, air tanah bebas dapat dijumpai pada kedalaman yang berbeda-beda. Di daratan, kedalaman air tanah itu mungkin hanya 2 -3 meter, atau, di tempat tertentu, bahkan kurang dari itu, sehingga air muncul ke permukaan. Di tempat seperti itu tanah menjadi bencoh. Sebaliknya di daerah pegunungan kedalaman air tanah bebas dapat mencapai puluhan meter.

2. Air Tanah Tertekan (*confined aquifer*)

Air pada lapisan pembawa air yang terapit (tertekan). Akuifer ini di batasi oleh oleh dua lapisan kedap (*aquiclude*) sehingga mempunyai tekanan. Istilah ini sangat tepat untuk menggantikan istilah sumur dalam.

Air tanah tertekan/air tanah terhalang sering juga disebut sebagai air sumur artesis (*artesian well*). Pola pergerakannya yang menghasilkan gradient potensial, mengakibatkan adanya istilah artesis positif ; kejadian dimana potensial air tanah ini berada diatas permukaan tanah sehingga airtanah akan mengalir vertikal secara alami menuju kesetimbangan garis potensial khayal ini. Artesis nol ; kejadian dimana garis potensial khayal ini sama dengan permukaan tanah sehingga muka

air tanah akan sama dengan muka tanah. Terakhir artesis negatif ; kejadian dimana garis potensial khayal ini dibawah permukaan tanah sehingga muka air tanah akan berada di bawah permukaan tanah.



Gambar 2.6 Kondisi-kondisi untuk air artesis
Sumber : Joseph E.Bowles, 1993

Tiga puluh sampai seratus tahun yang lalu, banyak sekali terdapat sumur artesis dimana air melimpahi sumur pada permukaan tanah. Pada saat ini, karena pemakaian yang berlebihan (atau ketidakacuhan terhadap sumbernya) dan atau membiarkan limpahan air mengalir terus menerus dari sumur-sumur artesis tadi, sebagian besar akuifer tidak lagi berada dalam keadaan tertekanan atau tekanannya sudah sedemikian rendahnya sehingga harus menggunakan pompa untuk mendapatkan air itu. Ini merupakan kehilangan sumber daya alam yang tidak dapat diganti lagi, karena pengisian kembali akuifer-akuifer itu diperkirakan akan memakan waktu dari 150 sampai 1000 tahun (Joseph E Bowles, 1993).

Banyak air tanah yang digunakan dalam sumur buatan. Mungkin lebih

banyak lagi yang hilang melalui rembesan yang langsung menuju danau, lautan, sungai, atau dari mata air, dan lewat penguapan biasa.

Aiiran yang besar dari suatu akuifer yang terpusat dalam daerah yang kecil disebut mata air. Mata air biasanya dijumpai pada bagian tebing atau tepi lembah, tetapi dapat juga keluar dari bawah laut, danau, atau sungai. sungai-sungai dapat merupakan sumber utama. Mata air yang besar biasanya berkaitan dengan adanya celah atau gua di dalam batuan. Mata air yang berasal dari akuifer yang besar yang agak atau sangat kedap air biasanya mengalir dalam kecepatan yang relatif tetap. Mata air yang berasal dari akuifer yang kecil atau sangat lolos air, debitnya sangat turun dan kadang-kadang kering pada musim kemarau.

Secara umum, metode pencarian air tanah dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

(1) Metode berdasarkan aspek fisika (hidrogeofisika)

Penekanannya pada aspek fisik yaitu merekonstruksi pola sebaran lapisan akuifer. Beberapa metode yang sudah umum kita dengar dalam metode ini adalah pengukuran geolistrik yang meliputi pengukuran tahanan jenis, *induce polarisation* (IP) dan lain-lain. Pengukuran lainnya adalah dengan menggunakan sesimik, gaya berat dan banyak lagi.

(2) Metode berdasarkan aspek kimia (hidrogeokimia)

Penekanannya pada aspek kimia yaitu mencoba merunut pola pergerakan air tanah. Secara teori ketika air melewati suatu media, maka air ini akan melarutkan komponen yang dilewatinya. Sebagai contoh air yang telah lama mengalir di bawah permukaan tanah akan memiliki kandungan mineral yang berasal dari batuan yang dilewatinya secara melimpah. Kombinasi dari kedua metode ini akan

saling melengkapi dan akan memudahkan kita untuk mengetahui lebih lengkap mengenai informasi keberadaan air tanah (Rachmat Fajar Lubis, 2007).

Penghisapan air dari dalam tanah dengan laju yang melebihi batas pemulihannya akan mengakibatkan turunnya permukaan air tanah serta meningkatkan biaya pengadaan sumur pompa. Pada tahun-tahun yang banyak airnya, permukaan air tanah akan naik, sedangkan pada tahun-tahun yang kering permukaan air tanah akan menurun tetapi laju dari imbuhan maupun aliran akan cenderung tetap pada keadaan kira-kira seimbang. Penurunan permukaan air tanah akibat meningkatnya jumlah sumur, dapat menyebabkan menurunnya aliran alamiah. Konsep tentang hasil yang aman untuk menyatakan batas jumlah air tanah yang boleh dihisap tanpa merusakkan akuifer tanpa menyebabkan kontaminasi atau timbulnya masalah ekonomis dari meningkatnya titik pengambilan tidaklah dapat dirumuskan dengan baku. Sejumlah sumur yang jaraknya berdekatan akan menyebabkan makin cepatnya penurunan permukaan air tanah setempat dibandingkan dengan jumlah sumur yang sama dan disebarakan dengan jarak yang lebih jarang (Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985).

Dalam uraian ini dapat disimpulkan bahwa air artesis didapatkan dari akuifer yang berada dalam tekanan hidrostatik. Kondisi-kondisi yang diperlukan untuk menghasilkan air artesis adalah sebagai berikut :

- (1) Air harus terdapat pada lapisan yang tembus air yang sedemikian miringnya sehingga itu ujungnya dapat menarik air dari permukaan tanah
- (2) Akuifer ditutupi oleh lapisan lempung, serpih, atau batuan padat lainnya yang tak tembus air.

- (3) Air tidak dapat keluar dari akuifer baik dari samping maupun ujung bawah
- (4) Terdapat cukup tekanan dari akuifer baik dari samping maupun dari ujung bawah.
- (5) Terdapat cukup tekanan dalam air tertekan (*confined water*) tadi untuk menaikkan permukaan air bebas diatas akuifer apabila disedot melalui sumur (atau bor).

3. Sumur

Ditinjau dari segi teknis pembuatan sumur untuk penyedia air bersih, sumur dibagi dalam beberapa jenis (Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985), diantaranya :

1) Sumur galian

Jenis sumur ini adalah jenis yang paling sederhana. Berupa lubang yang digali hingga diperoleh permukaan air tanah (sumur dangkal). Perkuatan dari pasangan batu sering dipergunakan untuk menunjang dindingnya. Karena sulitnya melakukan penggalian di bawah permukaan air tanah, maka umumnya sumur galian tidak menembus cukup dalam dan mengeluarkan hasil yang besar. Bila permukaan air tanah turun selama musim kemarau maka sumur galian kemungkinan menjadi kering juga.

2) Sumur Bor Biasa

Dibuat dengan cara melakukan pengeboran pada bahan tanah yang tidak padat dengan alat bor besar. Metode ini paling sering dipergunakan untuk sumu-sumur

dangkal dengan diameternya mencapai 12 inchi (30 Cm). Jenis sumur seperti ini biasanya digunakan untuk kebutuhan penyediaan air sementara.

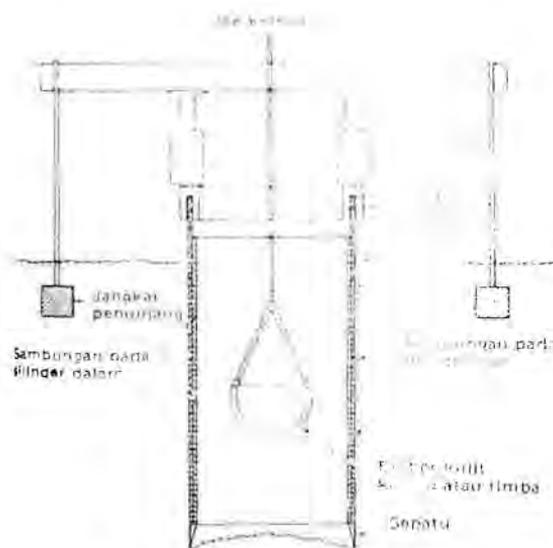
3) Sumur Tertancap (*well point*)

Dengan titik sumur (*well point*), sumur dibuat dengan diameter maksimum 3 inchi (7,5 Cm) dengan kedalaman hingga 60 Feet (20 meter). Sumur ini sangat cocok dibuat di suatu titik dengan jenis tanah yang tidak padat. titik sumur dibuat dari pipa berlubang yang ujung bawahnya diruncingkan dan kemudian ditancapkan ke dalam tanah dengan alat pancarg. langkah selanjutnya pipa-pipa disambungkan ke ujung sumur dengan kopel-kopel sampai tercapai kedalaman yang dibutuhkan. Karena terbatasnya ukuran dan kedalaman, sumur ini biasanya tidak digunakan untuk proyek-proyek penyediaan air yang besarkecuali bila dibuat dalam jumlah yang banyak. Sumur ini dapat digunakan untuk penyediaan air rumah tangga dan penyediaan air sementara.

4) Sumur dangkal (Pipa Talang California)

Memiliki garis tengah yang lebar dan dibuat di dalam tanah yang tidak padat dengan cara Pipa Talang California. Silinder baja yang tebalnya berkisar antar 0,1 dan 0,16 inchi (2 – 4 Mm) dan panjangnya 2 hingga 4 feet (0,6 – 1,2 M). didongkrak masuk ke dalam tanah (Gambar 2.7). Kemudian silinder-silinder dengan diameter yang bervariasi dengan sedemikian rupa sehingga diameter yang yang lebih kecil masuk ke dalam silinder yang lebih besar. Selubung dengan penampang besar dan kecil berganti-ganti secara berurutan disambungkan dengan pertampalan 50 persen sehingga selubung akhir yang didapatkan akan berdinging

rangkap. pada waktu selubung didongkrak ke bawah, tanah didalamnya dibuang dengan timba (*bucket*). Metode pipa talang ini telah dipergunakan untuk sumur-sumur yang berdiameter 6 hingga 40 inchi (15 – 100 Cm) dengan kedalaman hingga 200 Ft (60 M).



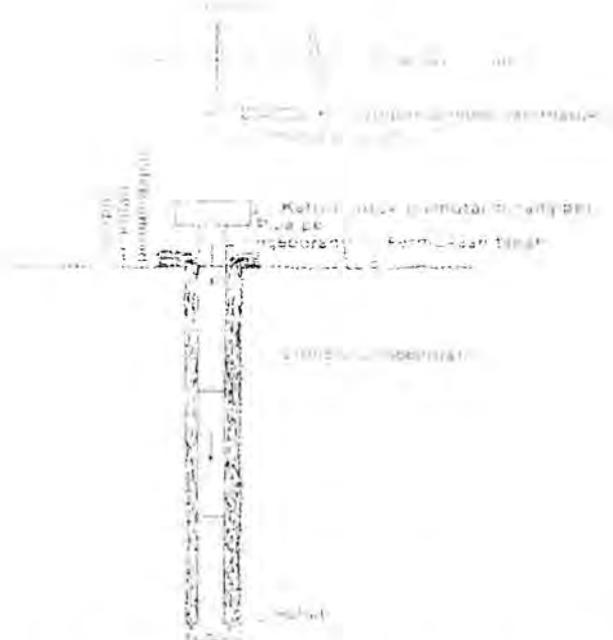
Gambar 2.7 Sumur dengan metode pipa talang California
Sumber : Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985

5) *Hydrolic Rotary* (Putaran Hidrolik)

Pembuatan sumur dengan menggunakan metode ini sudah cukup umum dipakai. Sebuah pahat (mata bor) dipasang pada satu rangkaian pipa . Mata ini menghancurkan material-material yang ada didalam lapisan tanah (Gambar 2.8). Sedemikian rupa, air pembilas dialirkan secara terus-menerus melalui lubang batang bor, sampai air tersebut keluar lagi dari lubang batang bor sehingga

material yang telah hancur oleh mata bor diangkat ke atas permukaan tanah dan dikumpulkan dalam satu kolam lumpur (Gambar 2.9). Siklus ini terus berlanjut selama pekerjaan pemboran berlangsung.

Metode ini telah digunakan untuk sumur dengan diameter maksimal 60 inchi (60 Cm) dengan kedalaman lebih dari 5000 Ft (1500 meter).



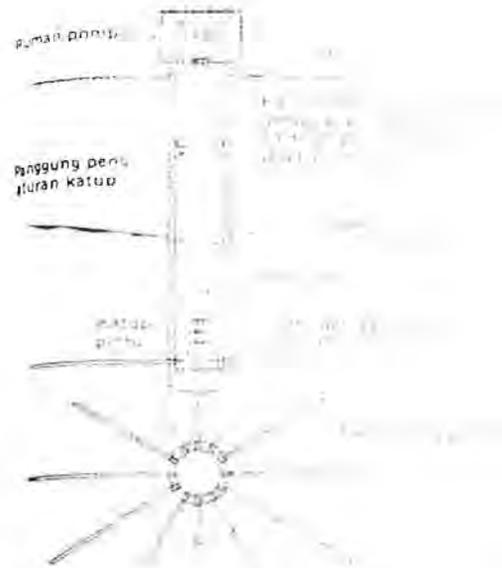
Gambar 2.8 Sumur dengan metode putaran hidrolik
Sumber : Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985



Gambar 2.9 Kolam lumpur
Sumber : Data lapangan, 2005

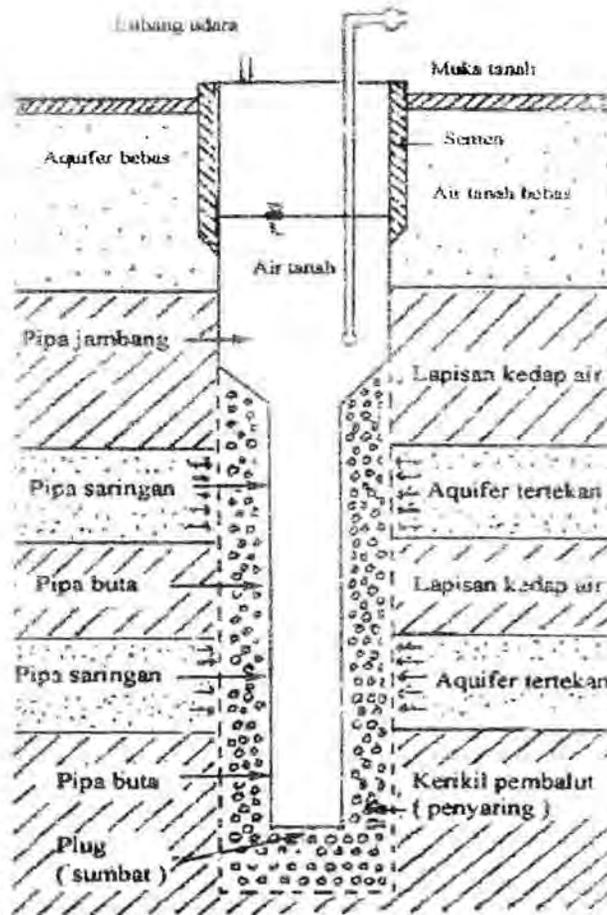
6) Sumur Radial (Pengumpul Ranney)

Terdiri dari sebuah kaisan berdiameter 13 Ft (4 meter) yang ditancapkan ke dalam akuifer hingga kedalaman yang dibutuhkan (Gambar 2.9). Saringan ditancapkan secara radial dari kaisan ke dalam akuifer. Jumlah, panjang dan letak dari saringan – saringan tergantung pada kondisi tempatnya. Panjang saringan rata-rata sekitar 200 Ft (60 meter), dan sumur yang dihasilkan mempunyai luas saringan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan sumur-sumur tegak lurus lainnya.



Gambar 2.10 Sumur Radial Ranney
 Sumber : Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1985

Konstruksi dan pengembangan sumur bor sangat membutuhkan ketelitian dalam perencanaannya (tampilan penampangnya dapat dilihat pada Gambar 2.11). Diantaranya saringan sumur. produk saringan yang sudah dipabrikasi harus terbuat dari bahan anti karat seperti lapisan *stainless steel*, galvanis, atau bahan campuran lain (Gambar 3.9). Ukuran saringan harus didesain sedemikian rupa, berdasarkan ukuran butir tanah dalam akuifer. Luas saringan haruslah cukup untuk menjaga agar kecepatan masuk tetap di bawah 0,5 Ft/detik (0,15 m/detik) untuk menekan hilangnya tekanan di pemasukan dan untuk mencegah gerakan bahan tanah yang berlebih di dalam akuifer. Dengan bertambahnya diameter sumur maka akan meningkatkan tingkat alirannya.



Gambar 2.11 Penampang sumur
Sumber : Ir. Suharyadi, 2006

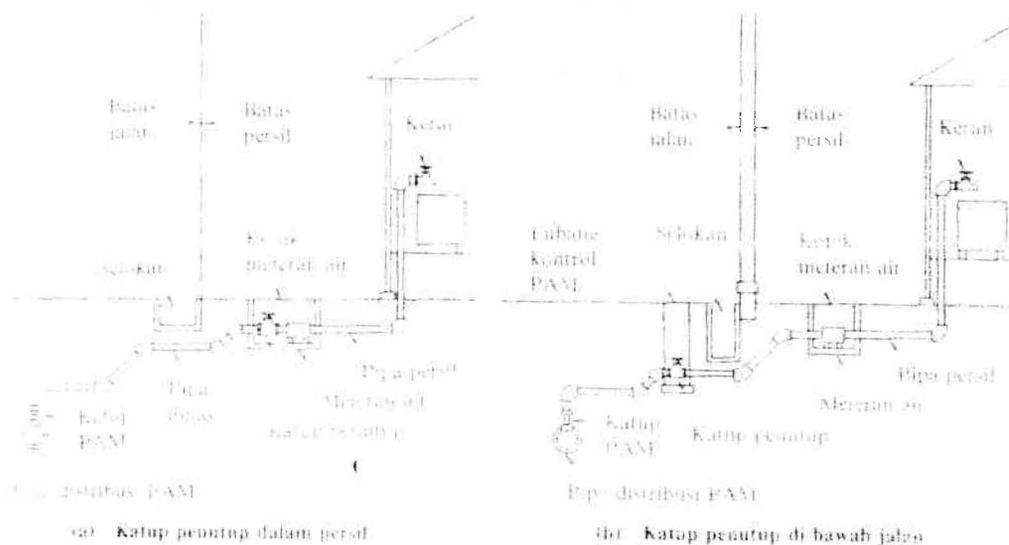
Langkah yang tak kalah penting dalam menyelesaikan konstruksi sebuah sumur bor sebagai 'penyedia air bersih adalah klorinasi. Ini bertujuan untuk menghapus setiap kontaminasi yang terjadi selama pekerjaan. Secara garis besarnya, klorinasi dilakukan dengan cara memasukkan zat *chlorine* ke dalam sumur dan membiarkannya selama kurang lebih 2 jam. Setelah itu dicuci keluar dengan air bersih yang dipompa masuk pada dasar sumur. Klorin tersebut memecahkan membran bakteri (Bakteri Fecal coli dan Total bakteri coliform sebagai indikator utama) sehingga menghambat kegiatan enzimatis vital, yang menyebabkan bakteri tersebut terbunuh (Buletin Tirtanadi, Agustus 2007).

BAB. III
SISTEM DAN PEMODELAN PENYEDIAAN
AIR BERSIH

3.1 Sistem Penyediaan

Garis besar sistem penyediaan air bersih dikelompokkan menjadi dua bagian umum, yaitu sistem penyediaan dan sistem distribusi.

1. Sistem sambungan langsung



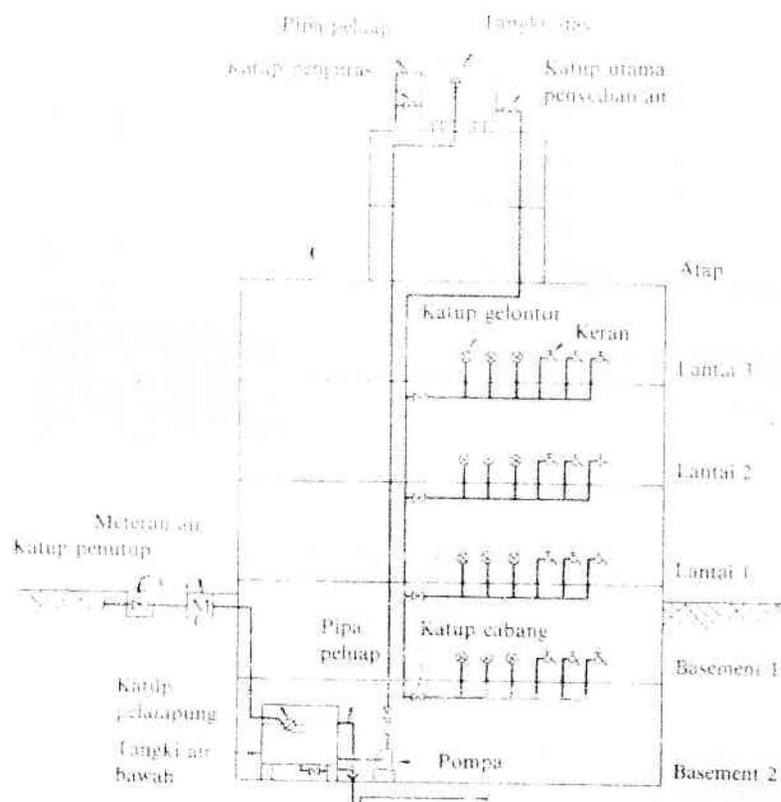
Gambar 2.12 Sistem sambungan langsung
Sumber : Noerbambang, Soufyan M dan Morimura, Takeo. 2000

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung langsung dengan pipa utama penyediaan air bersih. (Misalnya, pipa utama di bawah jalan dari Perusahaan Daerah Air Minum). Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 2.12. Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang

dari pipa utama tersebut, maka sistem ini dapat diterapkan untuk perumahan dan bangunan-bangunan kecil lainnya. Ukuran pipa cabang/pengambilan biasanya diatur oleh perusahaan air minum setempat.

2. Sistem Tangki Atas

Apabila sistem sambungan langsung oleh berbagai alasan tidak dapat diterapkan, maka sebagai gantinya sering sekali digunakan sistem tangki atas. Pada sistem ini, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah, biasanya dipasang pada lantai terendah bangunan atau di bawah muka tanah. Kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang di atas atap atau lantai tertinggi pada suatu bangunan. Maka dari tangki inilah air didistribusikan ke seluruh bagian bangunan (Gambar 2.13).



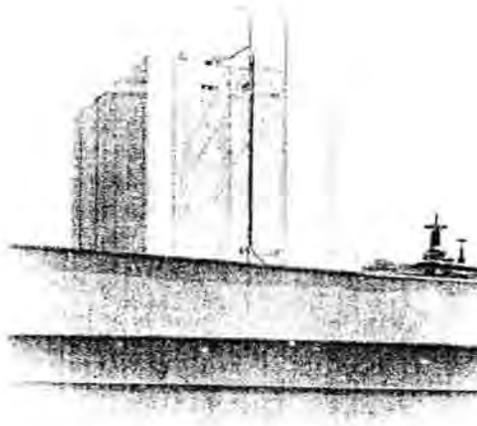
Ada beberapa alasan-alasan dalam penerapan sistem tangki atap ini :

- (1) Selama air digunakan, perubahan tekanan yang terjadi hanyalah berasal dari dampak perubahan elevasi muka air dalam tangki atap
- (2) Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang sangat sederhana sehingga kecil kemungkinan timbulnya kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat pendeteksi level muka air dalam tangki atap
- (3) Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan tangki tekan.

Berikut ini adalah gambar contoh bentuk-bentuk tangki atap yang pada umumnya sering dipakai.



(a) Konstruksi pelat tunggal



(b) Konstruksi pelat komposit

Gambar 2.14 Bentuk-bentuk tangki atap

Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000

Pada setiap tangki bawah dan tangki atap harus dipasang alarm yang memberikan tanda suara untuk saat kondisi muka air rendah dan penuh. Tanda suara (*alarm*) ini biasanya dipasang diruang control atau ruang pengawas instalasi bangunan. Cara kerja sistem *alarm* ini dapat di baca pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 Cara kerja *alarm* saat tangki penuh dan muka air rendah

Tangki	Cara kerja alarm waktu tangki penuh	Cara Kerja alarm waktu muka air rendah
Tangki atas	1 <i>Alarm</i> berbunyi	1 <i>Alarm</i> berbunyi
	2 Pompa pengisi tangki berhenti secara otomatis	2 (1) Pompa pengisi tangki tidak berhenti secara otomatis, melainkan harus dihentikan oleh operator (2) Pompa pengisi tangki berhenti secara otomatis (3) Pompa kedua pengisi tangki ikut bekerja
Tangki air minum PAM	1 <i>Alarm</i> berbunyi	1 <i>Alarm</i> berbunyi
		2 Pompa pengisi tangki berhenti secara otomatis

Sumber : Soufyan Moh. Noeroambang dan Takeo Morimura., 2000

Apabila tekanan air dalam pipa induk cukup besar, air dapat langsung dialirkan ke dalam tangki atap tanpa disimpan dalam tangki bawah dan dipompa. Hal yang terpenting dalam sistem tangki atap ini adalah penentuan letak tangki atap tersebut, apakah diletakkan di dalam langit-langit atau di atas atap (untuk atap beton) atau dengan konstruksi menara khusus. Penentuan ini harus didasarkan atas jenis alat *plumbing* yang dipasang pada lantai tertinggi bangunan dan yang membutuhkan sejumlah tekanan yang tinggi.

Biasanya katub gelontor dipasang dalam bangunan-bangunan untuk kepentingan umum karena dapat digunakan berkali-kali pada waktu pemakaian. Katub ini mempunyai pipa masuk berukuran 25 Mm dan dengan kebutuhan tekanan minimum sebesar $0,7 \text{ kg/cm}^2$ (tekanan statik pada waktu air mengalir). Sehingga peletakan level tangki atap tidak boleh sembarangan meskipun hanya karena pertimbangan estetika. Tujuan penggelontoran dengan katub ini pada kloset tidak hanya membersihkan kotoran padat dari kloset, tetapi juga untuk membawa kotoran tersebut sampi ke tempat pembuangan (*septic tank*).

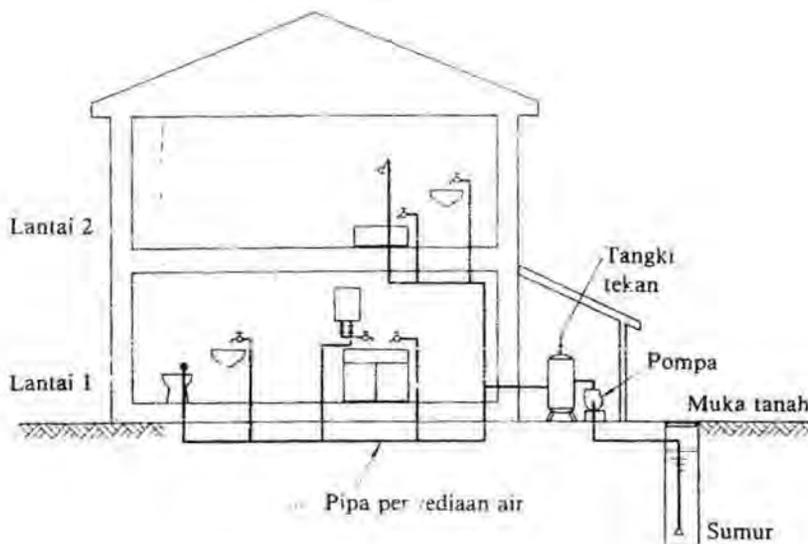
Jika karena pertimbangan estetika atau kekuatan struktur tidak memungkinkan dipasang tangki atap dengan ketinggian minimum tertentu, berikut ini ada beberapa alternatif lain untuk menyelesaikannya :

- (1) Kloset diganti dengan jenis yang menggunakan tangki gelontor. Alat ini kurang maksimal untuk melayani pemakaian dalam jumlah banyak dan relatif singkat, karena perlu waktu beberapa detik untuk mengisi kembali tangki gelontor.
- (2) Dibuat saluran pipa tersendiri dengan diameter yang lebih besar, khusus untuk melayani katub-katub yang membutuhkan tekanan yang tinggi dari tangki atap. Konsep ini dapat disempurnakan lagi dengan menyediakan sistem tangki tekan untuk melayani katub tersebut.

3. Sistem Tangki Tekan

Sama halnya dengan sistem tangki atap, sistem tangki tekan diterapkan dalam keadaan dimana karena sesuatu alasan tidak dapat digunakan sistem sambungan langsung.

Prinsip kerja pada sistem ini adalah : air yang telah ditampung dalam tangki bawah (sama seperti sistem tangki atap), dipompakan ke dalam suatu bejana (tangki) tertutup sehingga udara didalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan, yang menutup/membuka saklar motor listrik penggerak pompa.



Gambar 2.15 Sistem tangki tekan dengan sumur untuk rumah.
Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Moriyama, 2000

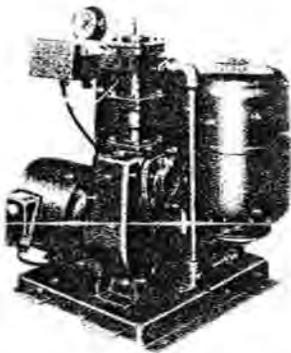
Pada gambar dibawah ini, dapat dilihat pemodelan dari tangki tekan tersebut :



(a) tangki saja



(b) Kombinasi dengan pompa, ukuran kecil, satu tangki saja



(c) Kombinasi dengan pompa, ukuran sedang, buatan Amerika



(d) Tangki tekan dengan diafram ukuran sedang

Gambar 2. 16 Bentuk – bentuk tangki tekan
Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000

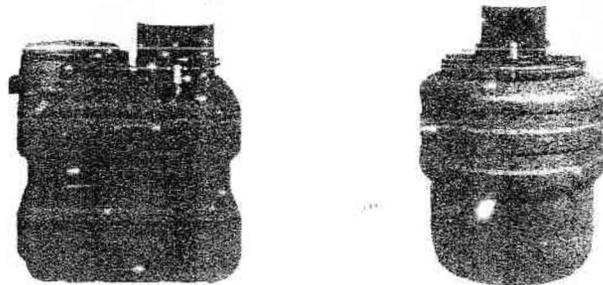
4. Sistem Tanpa Tangki

dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun, baik tangki bawah, tangki tekan, ataupun tangki atap. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama perusahaan air minum setempat. Sistem ini tidak diizinkan di Indonesia, baik oleh Perusahaan

Daerah Air Minum maupun pada pipa utama sistem penyediaan air bersih lainnya.

Secara singkat, sistem tanpa tangki ini memiliki ciri :

- (1) Mengurangi kemungkinan pencemaran air minum karena menghilangkan tangki bawah maupun tangki atas
- (2) Mengurangi karat karena kontak air dengan udara relatif singkat
- (3) Pada bangunan tinggi, akan mengurangi beban struktural
- (4) Menghilangkan biaya pembuatan menara air
- (5) Memakai daya yang besar dibandingkan dengan sistem tangki atap
- (6) Penyediaan air tergantung pada sumbernya



Gambar 2. 17 Bentuk pompa tekan pada sistem tanpa tangki
Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000

5. Konstruksi Pompa Sumur Dalam (*deep well drilling*)

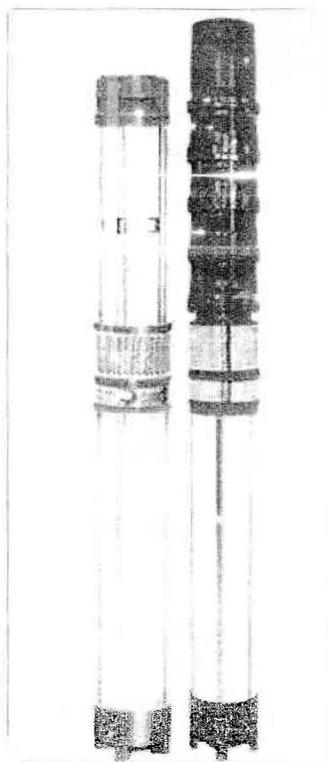
1) Pompa Turbin untuk Sumur (*bore hole-pump*)

Pompa ini dipasang dengan poros vertikal, motor penggeraknya, yaitu motor listrik dipasang di atas dan terpisah dari pompanya. Dahulu banyak dipakai untuk

sumur dalam (*deep well*). Tetapi seiring kemajuan teknologi pembuatan motor listrik yang dapat ditanamkan dalam air, pompa ini tidak lagi digunakan untuk sumur-sumur dalam.

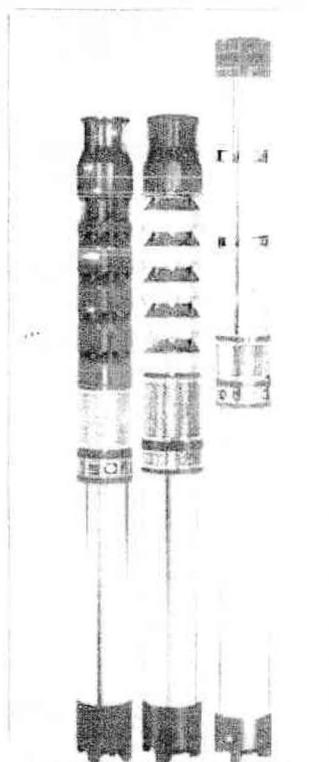
2) Pompa Submersibel untuk Sumur Dalam

Pompa selam ini digunakan untuk sumur-sumur dalam, dimana motor listriknya terpasang langsung pada rumah pompa (*direct coupled*) dalam konstruksi yang terpadu. Penyambungan ke atas hanya berupa pipa outlet untuk tempat bergantung dan kabel penghantar daya listrik. Motor listrik penggerak pompa benar-benar kedap air.



(a)

kapasitas 300 Liter per Menit,
maksimum *head* : 220 M



(b)

kapasitas 1400 Liter per Menit,
maksimum *head* : 430 M

Gambar 2.18 Bentuk pompa selam (*submersible*)
Sumber : Kiwi Pumps, 1999

Pompa ini dapat bekerja dengan kecepatan yang tinggi (sesuai kebutuhan) tanpa suara berisik. Konstruksinya sangat sederhana, karena tidak ada poros penyambung dan bantalan perantara.



Gambar 2. 19 Komponen-komponen pompa *submersible*
Sumber : Kiwi pumps, 1999

Secara teknis umum, penentuan jenis pompa yang akan dipakai pada konstruksi sumur bor dalam (*deep well drilling*), dibagi dalam 2 bagian (Menara Asia Global, 2007), yaitu :

1) Pompa *Jet pump*

Pompa ini digunakan untuk sumur dengan kedalaman 25 meter sampai dengan 60 meter. Diameter jambang pipa maksimum sebesar 4,0 Inchi

2) Pompa *Submersible* (untuk air artesis / dalam/ tekanan)

(1) Untuk Pembuatan Sumurbor Semi Artesis 40 M sampai dengan 100 M

Diameter jambang pipa maksimum sebesar 5,0 Inchi dan dapat menggunakan Pompa submersible 1 – 1,5 HP .

(2) Untuk Pembuatan Sumur Artesis 60 M sampai dengan 200 M

Diameter jambang pipa maksimum 6,0 Inchi dan dapat menggunakan Pompa Submersible 2-5 HP

3.1. Sistem Distribusi

Sistem distribusi air bersih adalah pendistribusian atau pembagian air melalui sistem perpipaan dari bangunan penyedia (*reservoir*) ke daerah pelayanan (konsumen).

Dalam perencanaan sistem distribusi air bersih, ada beberapa faktor penting yang harus diperhatikan, antara lain:

1) Pembagian daerah layanan dan jumlah penduduk yang akan dilayani. Biasanya meliputi wilayah Ibukota Kecamatan (IKK) dan wilayah kabupaten/kotamadya. Jumlah penduduk yang akan dilayani tergantung pada :

(1) Kebutuhan

(2) Kemauan/minat

(3) Kemampuan atau tingkat sosial ekonomi masyarakat, sehingga dalam satu daerah layanan belum tentu melayani semua penduduk.

2) Kebutuhan Debit Air

Kebutuhan ini mencakup jumlah debit air yang harus disediakan untuk suatu daerah pelayanan

3) Lctak topografi daerah pelayanan

Hal ini akan menentukan sistem jaringan dan pola aliran yang sesuai.

3.1.1 Pipa Distribusi

Pipa distribusi adalah pipa yang membawa air ke konsumen yang terdiri dari:

1) Pipa distribusi induk

Yaitu pipa utama yang membawa suplai air bersih, untuk didistribusikan ke konsumen.

2) Pipa cabang

Yaitu percabangan pipa dari pipa induk

3) Pipa dinas

Yaitu pipa pengambilan yang langsung melayani konsumen

4) Jenis sambungan pada sistem, yaitu :

(1) Sambungan halaman

Sambungan dari pipa distribusi dari pipa induk/utama (pipa cabang) ke tiap-tiap layanan halaman rumah

(2) Sambungan rumah (jaringan distribusi dalam bangunan)

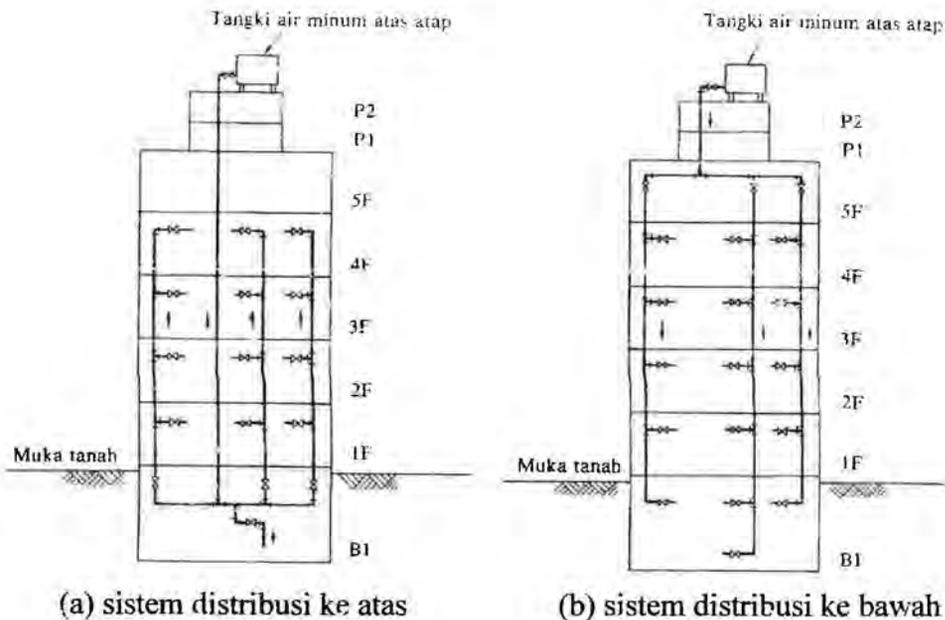
Yaitu pipa pengambilan dari sambungan halaman ke sistem distribusi dalam bangunan. Pada bangunan yang memiliki lebih dari satu lantai, sistem sambungan ini terbagi dalam dua bagian, yaitu :

a. Sistem pengaliran ke atas

Pipa Utama dipasang dari tanki atas ke bawah sampai pada sisi atas lantai terbawah bangunan, kemudian mendatar dan bercabang tegak ke atas untuk melayani lantai di atasnya (Gambar 2.20 a)

b. Sistem pengaliran ke bawah

Pipa utama dari tanki atas dipasang mendatar pada sisi atas lantai teratas bangunan, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai dibawahnya (Gambar 2.20 b)



Gambar 2. 20 Contoh sistem distribusi dalam bangunan
Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000

5) Hidran umum

Merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada suatu daerah tertentu. Biasanya untuk melayani per seratus orang (KK) per unit hidran umum.

6) Terminal air

sistem pendistribusian air dengan cara pengiriman tangki-tangki air bersih ke daerah-daerah kumuh, daerah terpencil, dan daerah yang krisis penyediaan air bersih.

7) Kran Umum

Merupakan pelayanan air bersih yang digunakan secara komunal pada kelompok masyarakat tertentu, yang mempunyai minat tetapi kurang mampu dalam membiayai penyambungan pipa ke masing-masing rumah. Biasanya satu kran umum dipakai untuk melayani sekitar 20 orang (KK).

3.1.2. Tipe Pengaliran

Tipe pengaliran pada sistem distribusi meliputi sistem pengaliran gravitasi dan sistem pemompaan. Sistem pengaliran gravitasi sangat cocok diterapkan di daerah yang kemiringan tanahnya landai, hampir membentuk dataran. Dengan perhitungan tinggi tekanan yang sempurna, maka air dapat menyuplai konsumen sampai pada titik terjauh. Namun bila hal ini tidak terpenuhi, maka pengaliran dapat dibantu dengan sistem pemompaan.

3.14. Pola Jaringan

1) Sistem cabang

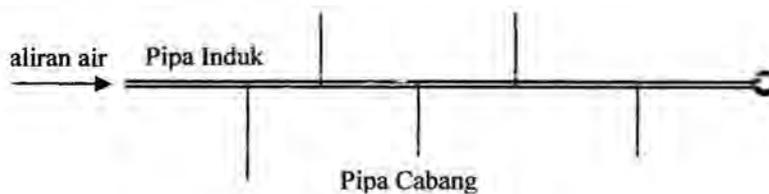
Sistem pendistribusian air yang bersifat terputus membentuk cabang-cabang sesuai dengan daerah pelayanan.

Keuntungan :

- (1) Tidak membutuhkan perhitungan dimensi pipa yang rumit karena debit dapat dibagi berdasarkan cabang-cabang pipa pelayanan.
- (2) Untuk mengembangkan daerah pelayanan lebih mudah karena hanya tinggal menambah sambungan pipa yang telah ada

Kelemahan :

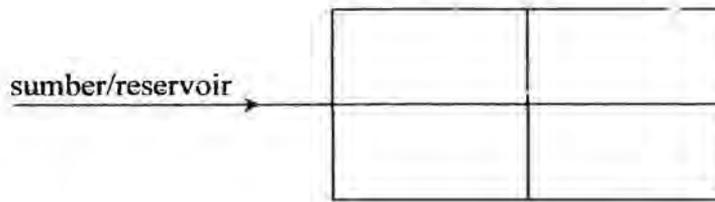
- (1) Jika terjadi kebocoran atau kerusakan pada titik tertentu, maka kemungkinan sistem pengaliran akan terhenti
- (2) Pembagian debit air tidak merata
- (3) Pengoperasian sistem akan lebih sulit karena antara pipa yang satu dengan yang lain saling berhubungan



Gambar 2. 21 Contoh konsep sederhana sistem cabang
Sumber : PDEC Bandung, 1985

2) Sistem *Loop*

Sistem loop adalah sistem perpipaan yang melingkar dimana ujung pipa yang satu bertemu kembali dengan ujung pipa yang lain.



Gambar 2. 22 Contoh konsep sederhana sistem *Loop*
Sumber : PDEC Bandung, 1985

Keuntungan :

- (1) Debit terbagi merata karena perencanaan diameter pipa berdasarkan pada jumlah kebutuhan total
- (2) Jika terjadi kebocoran atau kerusakan atau perubahan diameter pipa maka hanya daerah tertentu saja yang tidak mendapatkan pengaliran, sedangkan daerah yang tidak mengalami kerusakan, aliran tetap berfungsi.
- (3) Pengoperasian jaringan lebih mudah.

Kelemahan :

Perhitungan dimensi pemipaan mulai dari pipa induk sampai pipa sambungan rumah, membutuhkan kecermatan agar debit yang masuk pada setiap titik pengambilan merata.

3.1 5. Perlengkapan Sistem Distribusi

1) Bahan pipa

Bahan pipa yang biasa dipakai untuk pipa induk adalah pipa galvanis, dan bahan pipa cabang digunakan pipa PVC sedangkan bahan untuk pipa dinas dapat digunakan diantara kedua pipa tersebut. Keuntungan dari penggunaan pipa

galvanis adalah pipa tidak mudah pecah bila tekanan air yang mengalir cukup besar atau mengalami tekanan luar yang cukup berat meskipun harganya relatif mahal. Sebaliknya penggunaan pipa PVC atau polivinil klorida akan menghemat biaya proyek. Untuk mengatasi tekanan luar yang kemungkinan merusak pipa PVC diatasi dengan memilih kelas pipa PVC yang lebih tebal dan memasang sistem perpipaannya di bawah tanah.

2) Katub (*valve*)

Berfungsi untuk mengatur arah aliran air (*globe valve*) dalam pipa dan menghentikan air (*gate valve*) pada suatu daerah apabila terjadi perbaikan/kerusakan.

3) Meter Air

Berfungsi untuk mengukur jumlah pemakaian debit air

4) *Flow Restrictor*

Sebagai pembatas air baik untuk pemakaian rumah tinggal maupun keran umum agar aliran merata

5) Aksesoris Perpipaan

Ada banyak bentuk umum aksesoris perpipaan, diantaranya :

- (1) Sok, untuk penyambungan pipa pada posisi lurus, baik dengan diameter dan jenis pipa yang berbeda
- (2) Flens (*Flange*), untuk penyambungan pipa diatas tanah dengan diameter pipa lebih dari 50 Mm.
- (3) Dop dan plug, berfungsi untuk menutup ujung akhir pada jaringan pipa

- (4) Bend, untuk menyambung pipa dengan posisi penyambungan yang bersudut. misalnya sudut 90° , 45° , 135° , dsb
- (5) Tee, berfungsi untuk menyambung pipa dalam bentuk percabangan tiga atau empat yang saling tegak lurus.

3.2 Pemakaian Air Bersih

Tujuan utama dari sistem penyediaan air bersih adalah menyediakan air bersih. Pemenuhan kebutuhan air bersih yang diorientasikan pada 3 (tiga) aspek utama yaitu : Aspek kualitas, aspek kuantitas dan aspek kontinuitas. Dalam bab ini, tulisan hanya membahas tentang aspek kuantitas, keutamaan jumlah air sebagai kebutuhan pokok manusia.

Tingkat penggunaan air bersih dari satu kota ke kota lain sangatlah berbeda-beda. Misalnya, dengan kondisi iklim yang hangat dan kering, kebutuhan air untuk mandi, menyiram taman rumah, dan sebagainya akan lebih besar. Pemakaian air juga dipengaruhi oleh tingkat ekonomi pemakainya, misalnya pengaruh jumlah ketersediaan alat dan aksesoris sanitasi yang terpasang di rumah si pemilik. Dan hal yang tak kalah penting adalah tarif yang diberlakukan terhadap jumlah pemakaian air. Bila harga air semakin mahal, maka konsumen akan lebih menahan diri dalam pemakaian air (Ray K Linsley dan Joseph B Franzini, 1986)

Dalam mendesain suatu sistem penyediaan air, prinsip dasar yang dilakukan adalah penaksiran terhadap pemakaian aliran maksimum air. Dengan asumsi bahwa terjadi pemakaian serentak pada peralatan sanitasi di suatu bangunan/rumah

tinggal. Namun dengan alasan ekonomis, nilai pendekatannya yang dipakai lebih kecil dari hasil desain pemakaian debit air puncak tersebut.

Beberapa metode untuk menghitung nilai pendekatan/penaksiran pemakaian maksimum debit air bersih secara praktis telah ditemukan dan dibakukan. Sehingga dapat mempercepat dan mempermudah perhitungan. Berikut ini menyajikan metode perkiraan laju pemakaian air berdasarkan unit beban alat dan aksesoris saniter dan metode penaksiran jumlah pemakai (penghuni).

3.3 Perkiraan Berdasarkan Unit Beban Alat dan Aksesoris Saniter

3.3.1 Ragam Alat Saniter

Saniter sudah dikenal manusia sejak peradaban Mesir kuno. Pada waktu itu, kompleks permukiman raja-raja Mesir memiliki sebuah bak penampung khusus dengan sistem pemipaan sebagai tempat menampung kotoran manusia. Kemudian sempat tercipta teknologi kloset sederhana pada masa peradaban Mesir kuno.

Di Asia, khususnya Indonesia, saniter mulai dikenal setelah bangsa asing datang ke Indonesia. Pergeseran mata pencaharian dari bertani menjadi berdagang membawa peradaban asing ke nusantara. Budaya yang dibawa para pendatang pada akhirnya membuat penduduk Indonesia mengenal kloset jongkok, meskipun dengan teknologi paling sederhana sampai cara berendam dalam bak. Khususnya pada saat Indonesia dijajah Belanda, terjadi pergeseran paradigma mengenai konsep mandi dan kebersihan diri. Budaya mandi bangsa Eropa yang mengenal bak rendam dan kloset duduk sederhana membuat perubahan besar dalam tata cara mandi dan konsep kamar mandi. Masa penjajahan Jepang pun membawa

pengaruh baru dalam konsep mandi. Anatomi tubuh bangsa Asia umumnya lebih nyaman buang air dalam posisi jongkok dibandingkan duduk. Oleh karena itu konsep kloset jongkok yang dibawa oleh Jepang cepat populer dan diminati.

Segala pengaruh tersebut tersebut pada akhirnya menciptakan budaya mandi baru dalam masyarakat Indonesia. Dibuatlah beragam bentuk dan fungsi peralatan saniter. Dalam perkembangannya, kini peralatan saniter telah menjadi bagian dari gaya hidup dan lambang identitas sosial seiring perkembangan zaman yang semakin maju dan canggih (Studio Imelda Akmal, 2007).

American Standard Indonesia sebagai produsen alat saniter membuat batasan dalam kategori alat saniter, yaitu :

(2) Kloset

(3) Wastafel (*lavatory*)

(4) Bak mandi (*Bath tub*)

(5) Bidet

(6) Urinoar (*urinoir*)

sementara itu, peralatan lain seperti : keran (*faucet*), pancuran (*shower*), hingga *jet spray* termasuk kategori *fitting* dan aksesoris saniter.

1) Kloset

Kloset atau dalam bahasa Indonesia dikenal dengan istilah WC (singkatan dari bahasa Inggris : Water Closet). Bagian dalam kloset dilengkapi pipa berbentuk serupa leher angsa. Leher angsa ini berperan penting untuk mengalirkan kotoran dengan baik. dari segi fungsi, kloset merupakan produk saniter yang berfungsi sebagai alat bantu manusia membuang air kecil dan air besar.

Secara garis besarnya, kloset memiliki dua bagian utama, yaitu :

(1) Tangki air (*tank trim*)

Tangki air ini berisi alat-alat *flush* (pelampung) yang terdiri atas *handle* sebagai tuas penggerak *flush* tersebut, *inlet valve* yang berisi suplai air, dan keran tekan (*flush valve*) yang berfungsi sebagai penggerak teknik penyiraman air.

(2) *Bowl*

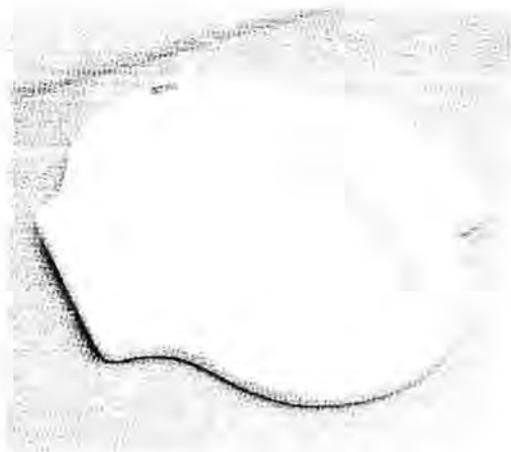
Adalah tempat duduk ketika buang air. Dalam memilih kloset, *flushing system* atau teknik penyiraman *bowl* dengan tombol ataupun *handle* juga sangat penting untuk diperhatikan. Berikut ini adalah penguraianannya :

- a. *Siphon Vortex*, yaitu teknik yang mengandalkan gaya gravitasi bumi dan juga tekanan udara. Ketika air turun, air dari tangki memasuki lubang *bowl*, dibantu dorongan air yang bergerak secara diagonal ke leher angsa dari lubang-lubang kecil yang terdapat di seluruh bagian dalam *bowl*. Tekanan air menimbulkan isapan air yang cukup kuat sehingga seluruh air terisap masuk ke leher angsa.
- b. *Siphon jet vorstek*, memiliki teknik dasar yang sama dengan teknik *Siphon Vortex*. Bedanya, terdapat lubang kecil tepat diujung mulut *bowl*. Selain berfungsi sebagai pencipta tekanan udara, lubang ini juga membantu mendorong air masuk ke leher angsa.
- c. *Wash down*, yaitu teknik yang hanya mengandalkan dorongan air yang turun dari tangki air. Tak heran ketika di-*flush*, masih ada sedikit sisa air dalam lubang leher angsa.
- d. *Siphon washdown*, yaitu gabungan antara teknik *siphon* dan *washdown*.

Sebelumnya telah disinggung tentang *seal level* yang cukup penting perannya dalam sistem pembuangan pada kloset. *Seal level* atau dikenal juga dengan *water seal* standard adalah ketinggian air dalam lubang kloset yang diukur dari ceruk terbawah bagian kaki *bowl* dan bagian datar *bowl* minimal sebesar 50 Mm. Selain bertujuan memenuhi kriteria standard pemipaan, *seal level* juga berguna sebagai perangkap udara agar gas atau bau dari pipa pembuang kotoran dibagian bawah tidak dapat naik atau mengalir ke atas. Maka semakin tinggi *seal level* atau air yang ada di permukaan kloset akan semakin baik.



(a) *close coupled* (duo blok)



(b) *Squat* (kloset jongkok)

Gambar 2. 23 Contoh tipe kloset
Sumber : Studio Imelda Akmal , 2007

Berikut ini adalah uraian jenis kloset yang beredar di pasaran dan lazim digunakan :

(1) Monoblok (*one piece closet*)

Disebut *one piece* karena tiga bagian kloset yaitu *bowl*, dudukan dan tangki air menyambung dan dibuat dalam satu cetakan (lihat gambar pada Lampiran 5).

(2) Duoblok (*close coupled*)

Terdiri dari dua bagian. Dudukan kloset dan bagian kakinya dibangun dalam satu konstruksi yang tersambung, sementara bagian tangki airnya terpisah dan harus disambung dengan *brass bolt*. Contoh pemodelannya dapat dilihat pada Gambar 2.23a)

(3) Menggantung di dinding (*institutional wall-hung*)

Bentuk kloset ini menggantung di batas lantai dan instalasi pemipanya disimpan didalam dinding.

(4) *Institutional top-spud*

Bentuk kloset ini hanya terdiri atas bagian *bowl* saja tanpa tangki penampung air (*tank trim*). Tangki digantikan dengan pipa yang dilengkapi dengan *flush valve* (katub gelontor) sebagai kendali keluarnya air. Kloset ini sering dipasang di area publik atau toilet umum seperti taman dan mal.

(5) *Institutional back-spud*

konsepnya serupa dengan model *Institutional top-spud*. Perbedaan mencolok terletak pada bagian sambungan pipa dengan *bowl*. Pada model *Institutional top-spud*, sambungan pipa dengan *bowl* terdapat pada bagian atas *bowl* sehingga pipanya hanya berupa pipa lurus. Sedangkan kloset *Institutional back-spud* harus

memakai pipa berbentuk 'L'. karena sambungan antara *bowl* dengan pipanya berada disamping *bowl*.

(6) Kloset jongkok (*squat*)

Ini adalah model awal yang digunakan di Indonesia. Mungkin karena penggunaannya mirip dengan buang air tradisional (tampak pada Gambar 2.23b). Namun lambat laun, kloset lebih banyak digunakan di area servis. Meskipun demikian, untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat yang belum terbiasa dengan kloset duduk, kini produsen saniter juga melengkapi kloset jongkok dengan *flush valve* dan *jet washer* agar higienis dan efisien.

2) Wastafel (*lavatory*)

Wastafel (istilah yang diserap dari bahasa Belanda) atau yang dikenal juga *lavatory* (istilah bahasa Inggris) merupakan salah satu jenis saniter yang berfungsi untuk tempat membasuh tangan, membasuh muka, serta menggosok gigi. Letaknya dapat ditaruh di kamar mandi, di dekat pintu kamar mandi, di tengah ruangan, teras, ataupun beranda (lihat Gambar 2.24 dibawah ini).



(a) *above counter*



(b) *lavatory with pedestal*

Gambar 2. 24 Contoh tipe wastafel

Sumber : Data lapangan, 2009

Menurut desain dan cara pemasangannya, wastafel terbagi menjadi tujuh macam, yaitu :

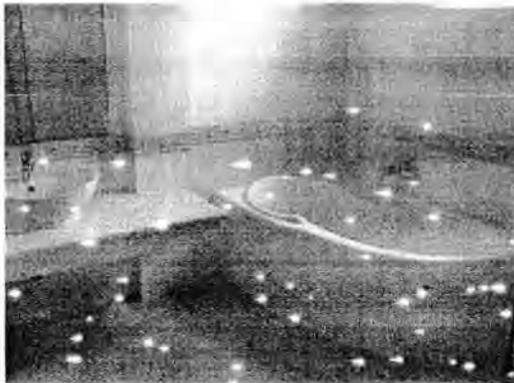
- (1) Wastafel berkaki (*lavatory with pedestal*)
- (2) Wastafel menggantung di dinding (*wall hung*)
- (3) Wastafel semi-pedestal
- (4) Wastafel ditanam (*counter top basin*)
- (5) *Semi counter top*
- (6) *Under counter*
- (7) *Above counter*

3) Bak mandi rendam (*bath tub*)

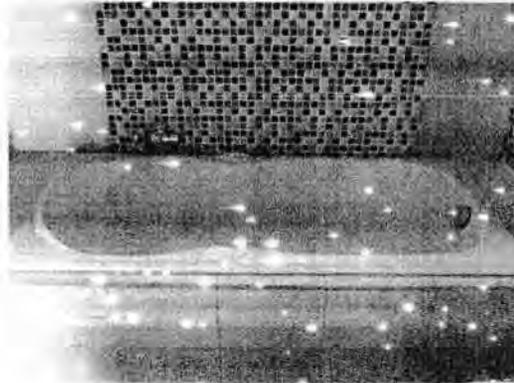
Berdasarkan metode pemasangannya, *bathtub* dibagi atas dua jenis yaitu : *built-in* dan *freestanding*. *Bathtub built-in* biasanya dipasang di pojok kamar mandi dan pemasangannya bisa ditanam di lantai maupun di atas lantai (lihat Gambar 2.25b). Sedangkan *Bathtub freestanding* harus diletakkan di tengah-tengah ruang atau memiliki jarak dengan dinding dan saniter lainnya agar bisa menampilkan keseluruhan bentuknya yang indah. Dalam perkembangannya, beragam tipe *bathtub* yang dapat kita temukan di pasaran, yaitu :

- (1) *Bathtub free standing*
- (2) *Bathtub ditanam*
- (3) *Bathtub menyudut*
- (4) *Bathtub ergonomis*
- (5) *Whirpool* (bak mandi spa)

(6) *Bathtub* model duduk



(a) *Bathtub* menyudut



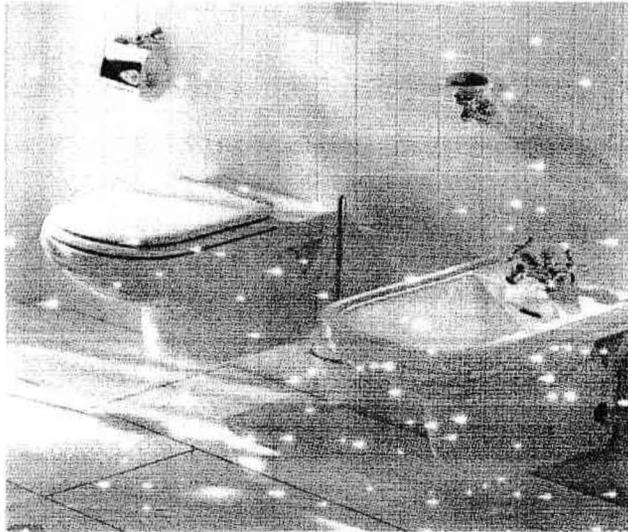
(b) *Bathtub* ditanam

Gambar 2. 25 Contoh tipe bak mandi rendam (*bathtub*)
Sumber : Data lapangan, 2009

4) Bidet

Bidet adalah sejenis bak pencuci yang dipakai untuk membersihkan bagian paling personal. Bidet juga digunakan untuk tempat buang air kecil wanita. Dua jenis bidet yang kita kenal selama ini adalah yang digantung di dinding dan yang bertumpu di atas lantai. Untuk jenis yang digantung di dinding dapat dilihat pada Gambar 2.26 dibawah ini.

Bidet biasanya diletakkan berdekatan dengan WC dan memiliki ketinggian yang sama dengan WC tersebut sehingga menciptakan kesatuan dan kemudahan dalam penggunaannya.



Gambar 2. 26 Bidet digantung di dinding
Sumber : Studio Imelda Akmal , 2007

5) Urinoar (*urinoir*)

Merupakan salah satu perangkat saniter yang berfungsi mengakomodasi kebutuhan buang air kecil laki-laki (tampak pada Gambar 2.27) . Biasanya alat ini dipakai di kamar mandi area publik. Alasannya adalah toilet umum cenderung lebih membutuhkan kepraktisan dan kehygienisan. Urinoar dianggap dapat menjawab kebutuhan tersebut. Bentuknya yang memiliki banyak bukaan lebih mudah dibersihkan daripada kloset biasa. Lazimnya alat ini dipasang pada dinding dengan ketinggian sekitar 30-40 Cm dari lantai. Dimensi urinoar ini berkisar antara 52 sampai 69 centimeter.

Alat saniter ini memiliki cara kerja yang mirip dengan kloset. Kontrol air terdapat pada keran tekan (*flush valve*) dan sistem pemipaan yang dipakai adalah sambungan ke dinding.



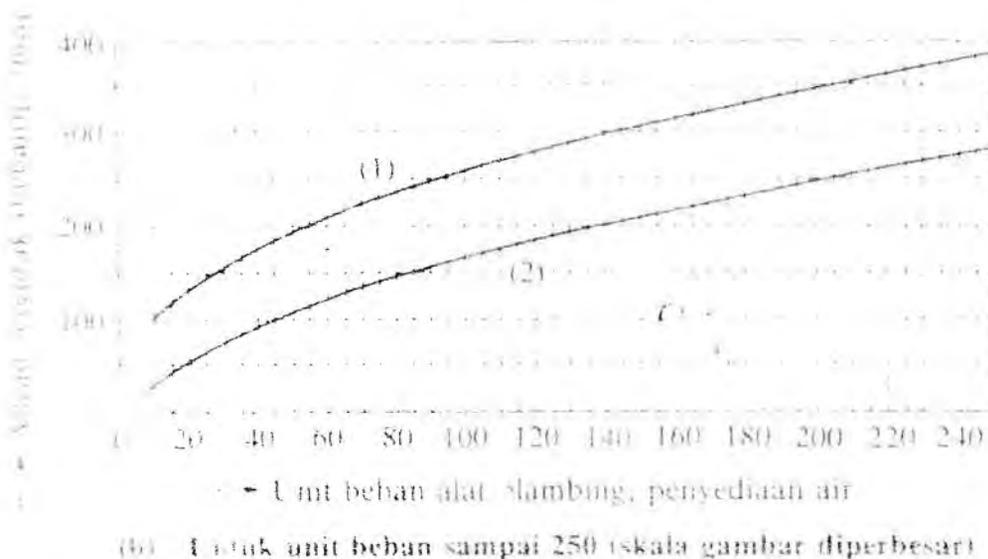
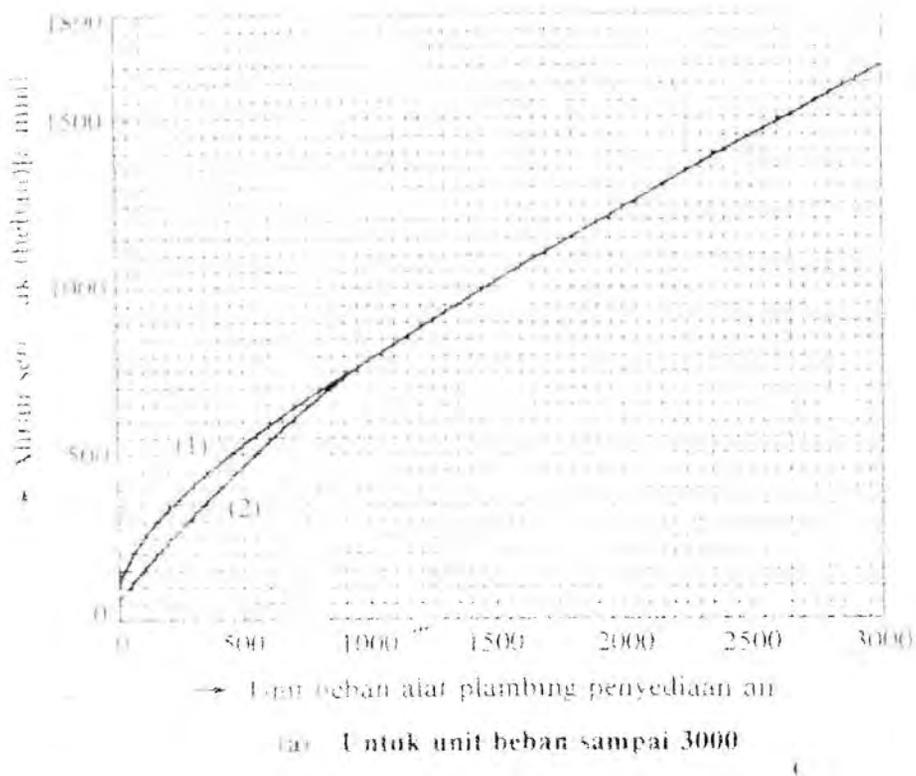
Gambar 2. 27 Urinoar
Sumber : Studio Imelda Akmal , 2007

3.3.2 Laju Aliran Air

Dalam perancangan sistem penyediaan air untuk suatu bangunan jumlah dan laju aliran air seharusnya diperoleh dari penelitian yang sesungguhnya, dan kemudian dibuat angka-angka peramalan yang sedapat mungkin mendekati keadaan sesungguhnya setelah bangunan digunakan. Tidak ada angka-angka jumlah dan laju aliran air yang berlaku atau telah disepakati oleh seluruh bangsa di dunia.

Dalam metode ini untuk setiap alat saniter ditetapkan suatu unit beban (*fixture unit*). Untuk setiap jenis alat dan aksesoris saniter dijumlahkan besar unit beban dari semua alat dan aksesoris saniter yang dilayaninya dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan menggunakan kurva pada Gambar 2.28. Kurva ini

memberikan hubungan antara jumlah unit beban alat dan aksesoris saniter dengan laju aliran air. Berikut ini disajikan Gambar 2.23, tentang Grafik hubungan antara unit beban alat dan aksesoris saniter dengan laju aliran dan selanjutnya ditampilkan Tabel 2.3 digunakan untuk memberikan besaran unit beban untuk alat dan aksesoris saniter .



- Kurva (1) untuk sistem yang sebagian besar dengan katub gelontor
Kurva (2) untuk sistem yang sebagian besar dengan tangki gelontor

Gambar 2.28 Grafik hubungan antara unit beban alat dan aksesoris saniter dengan laju aliran
Sumber : Soufyan Moh. Noerbambang dan Takeo Morimura, 2000

Tabel 2.3 Nilai unit pembebanan alat dan aksesoris saniter

Jenis Alat Plumbing/Saniter	Jenis Penyediaan Air	Unit Alat Plumbing/saniter		Keterangan
		Untuk Pribadi	Untuk Umum	
Kloset	Katub Gelontor	6	10	
Kloset	Tanki Gelontor	3	5	
Peturasan, dengan tiang	Katub Gelontor	-	10	
Peturasan Terbuka (Urinal Stall)	Katub Gelontor	-	5	
Peturasan Terbuka (Urinal Stall)	Tanki 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 Katub gelontor	8	-	
Satuan Kamar Mandi dengan Bak Mandi Rendam	Kloset dengan Tanki gelontor	6	-	
Bak Cuci Bersama	(untuk tiap keran)	-	2	
Bak Cuci Pel	Keran	3	4	Gedung Kantor, dsb.
Bak Cuci Dapur (Sink)	Keran	2	4	
Bak Cuci Piring	Keran	-	5	Untuk Umum : Hotel atau Restoran, dsb.
Bak Cuci Pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	-	
Pancuran Minum	Keran Air Minum	-	2	
Pemanas Air	Katub Bola	-	2	

3.4 Perkiraan berdasarkan Penaksiran Jumlah Pemakai (Penghuni)

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni, dan perkiraan jumlah penghuni. Dengan demikian jumlah pemakaian air sehari dapat diperkirakan, walaupun jenis maupun alat dan aksesori saniter belum ditentukan. Metode ini praktis untuk tahap perencanaan atau juga perancangan.

Apabila jumlah penghuni diketahui, atau ditetapkan untuk sesuatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan standar mengenai pemakaian air per orang per hari. Tetapi kalau jumlah penghuni tidak dapat diketahui, biasanya ditaksir berdasarkan luas lantai dan menetapkan kepadatan hunian per luas lantai. Luas lantai gedung yang dimaksudkan adalah luas lantai efektif, berkisar antara 55 sampai 80 persen dari luas keseluruhan. Tabel 2.4 dapat dijadikan referensi, tetapi tetap harus diperiksa terhadap kondisi pemakaian gedung yang dirancang (sifat penggunaan gedung).

Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume minimum tangki bawah, tangki atap, pompa dan sebagainya.

Berikut ini disajikan, tabel jumlah nilai pemakaian air rata-rata per orang setiap hari dalam batasan jenis-jenis bangunan/gedung.

Tabel 2.4 Pemakaian air rata-rata per orang setiap hari

Jenis Gedung	Pemakaian Air	Waktu	Perbandingan	Keterangan
	Rata-Rata Sehari	Pemakaian	Luas Lantai	
	(Liter)	Rata-Rata Sehari (Jam)	Efektif/Total (%)	
Perumahan Mewah	250	8 - 10	42 - 45	Setiap penghuni
Rumah Biasa	160 - 250	8 - 10	50 - 53	Setiap penghuni
Apartemen	200 - 250	8 - 10	45 - 50	Mewah : 250 Liter, Menengah : 180 Liter, Bujangan : 120 Liter
Asrama	120	8		Bujangan
Rumah Sakit	Mewah : > 1000			(setiap tempat tidur pasien).
	Menengah : 500 - 1000	8 - 10	45 - 48	Pasien luar : 8 Liter, Staff/Pegawai : 120 Liter, Keluarga pasien : 160 Liter
	Umum : 350 - 500			
Sekolah Dasar	40	5	58 - 60	Guru : 100 Liter
SLTP	50	6	58 - 60	Guru : 100 Liter
SLTA dan Lebih Tinggi	80	6		Guru/Dosen : 100 Liter
Rumah-Toko	100 - 200	8		Penghuninya : 160 Liter
Gedung Kantor	100	8	60 - 70	Setiap Pegawai
Toserba (Departement store)	3	7	55 - 60	Pemakaian hanya untuk kakus, belum termasuk untuk bagian restorannya
Pabrik/Industri	Buruh Pria : 60	8		Per orang, setiap giliran (kalau kerja lebih dari 8 jam sehari)
	Buruh Wanita : 100			
Stasiun/Terminal	3	15		Setiap penumpang (yang tiba maupun berangkat)
Restoran	30	5		Untuk Penghuni : 160 Liter
Restoran Umum	15	7		Untuk Penghuni : 160 Liter, Pelayan : 100 Liter, 70 % dari jumlah tamu perlu 15 Liter/orang untuk kakus, cuci tangan, dsb.
Gedung Pertunjukan	30	5	53 - 55	Kalau digunakan siang dan malam, pemakaian air dihitung per penonton
Gedung Bioskop	10	3		Jam pemakaian air pada tabel berlaku untuk satu kali pertunjukan -idem-
Toko Pengecer	40	6		Pedagang Besar : 30 Liter/tamu, 150 Liter/Staff atau 5 Liter per hari setiap m ² luas lantai
Hotel/Penginapan	250 - 300	10		Untuk setiap tamu, Untuk staf : 120 - 150 Liter, Penginapan : 200 Liter
Gedung Peribadatan	10	2		Didasarkan jumlah jemaah per hari
Perpustakaan	25	6		Untuk setiap pembaca yang tinggal
Bar	30	6		Setiap tamu
Perkumpulan Sosial	30			Setiap tamu
Kelab Malam	120 - 350			Setiap tempat duduk
Gedung Perkumpulan	150 - 200			Setiap tamu

BAB IV

ANALISIS PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR

4.1 Perkiraan Berdasarkan Unit Pembebanan Alat dan Aksesori Saniter

Pada perhitungan perkiraan jumlah debit air maksimal (pemakaian puncak) berdasarkan metode unit pembebanan alat dan aksesori saniter ini, disusun beberapa ketetapan/asumsi untuk mempermudah proses perhitungan. Ketetapan/asumsi tersebut yaitu :

1. Hasil pembacaan jumlah debit aliran serentak adalah nilai pemakaian debit air maksimal (jam puncak) dalam waktu yang bersamaan
2. Kebutuhan air pada kloset jongkok (*squat*) yang terpasang pada masing-masing tipe rumah tinggal tidak diperhitungkan (lihat Tabel 3.3; 3.5; 3.7; 3.9; 3.11; 3.13) dengan asumsi bahwa intensitas dan debit pemakaian air pada alat tersebut setiap harinya sangat kecil. Dengan pertimbangan, jika pemakaian dilakukan, jumlah air diperoleh dari bak air
3. Jumlah pemakaian debit air pada bak air, kebutuhannya diasumsikan sama dengan bak cuci pakaian. Hal ini dikarenakan alat saniter tersebut tidak memiliki satuan unit pembebanan pada Tabel 2.3
4. Jumlah pemakaian debit air pada shower pembilas (*jet spray*), kebutuhannya diasumsikan sama dengan shower tunggal. Hal ini dikarenakan alat saniter tersebut tidak memiliki satuan unit pembebanan pada Tabel 2.3
5. Untuk kegiatan penyiraman taman/kebun rumah diperhitungkan, keran air diasumsikan sama dengan jenis shower tunggal. Hal ini dikarenakan alat saniter tersebut tidak memiliki satuan unit pembebanan pada Tabel 2.3.

4.1 Perkiraan Berdasarkan Penaksiran Jumlah Penghuni

Pada perhitungan perkiraan jumlah debit air maksimal (pemakaian puncak) berdasarkan metode penaksiran jumlah penghuni ini, dibuat beberapa ketetapan/asumsi :

1. Jumlah penghuni ditentukan berdasarkan jumlah kamar tidur
2. Dari Tabel 2.4, konsep hunian termasuk jenis perumahan mewah. Jumlah debit Pemakaian air rata-rata orang per hari untuk adalah 250 Liter/orang/hari dengan jumlah waktu efektif pemakaian air selama 10 jam dalam sehari
3. Tiap satu kamar tidur utama (*master bed room*) diisi oleh dua orang
4. Masing-masing kamar tidur (*bed room*) diisi oleh satu orang
5. Khusus untuk ruangan pembantu (*maid room*) diisi oleh satu orang

4.2.1 Rumah Hunian Tipe Hermes

1.	1 Kamar Tidur Utama	x	2 orang	= 2 Orang
2.	3 Kamar Tidur	x	1 orang	= 3 Orang
3.	1 Ruang / Kamar Pembantu	x	1 orang	= 1 Orang
			<hr/>	
			Jumlah	= 6 Orang

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan per hari (} Q_d \text{)} &= 6 \text{ Orang} \times 250 \text{ Liter / hari} \\ &= 1500 \text{ Liter / Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan per jam (} Q_h \text{)} &= (1500 / 10) \text{ Liter / Jam} \\ &= 150 \text{ Liter / Jam} \end{aligned}$$

4.1.1 Rumah Hunian Tipe Hermes

Dalam perhitungan ini, tahap pertama dilakukan perhitungan total jumlah unit beban alat dan aksesoris saniter yang terpasang pada tipe hunian ini dengan memasukkan nilai unit beban alat saniter dari Tabel 2.3 ke masing-masing alat dan aksesoris saniter tersebut.

Tabel 4.1 Jumlah unit beban alat dan aksesoris saniter pada hunian tipe Hermes

No.	Nama Alat Saniter	Jumlah Unit	Nilai Unit Beban	Jumlah Unit Beban
1	Wastafel (cuci tangan)	4	1	4
2	Sink (bak cuci dapur)	1	2	2
3	Kloset (dengan tanki gelontor)	4	3	12
4	Buth tub (bak mandi)	1	2	2
5	Shower (pancuran mandi)	4	2	8
6	Shower tunggal	5	2	10
7	Bak air (cuci pakaian)	1	3	3
Total Keseluruhan =				41

Sumber : Hasil Analisa

Dengan memasukkan nilai jumlah unit beban alat dan aksesoris saniter di atas ke dalam grafik hubungan antara unit beban alat dan aksesoris saniter dengan laju aliran (Gambar 2.28), maka diperoleh pembacaan nilai debit aliran air serentak sebesar ≈ 93 Liter/menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengolahan Data Elektronik Pemerintah Prov. Riau, *Profil Kota Pekanbaru*, www.pekanbaru.go.id, 2003.
- Bowles, E Joseph ; Alih Bahasa : Johan K Hainim. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga, 1993.
- Kiwi Pumps, *Submersible Pumps*, www.kiwipumps.co.in, 1999.
- Linsley, K Ray dan Franzini, B Joseph ; Alih Bahasa : Djoko Sasongko. *Teknik Sumber Daya Air*, Jilid 1, Erlangga, 1985.
- Linsley, K Ray dan Franzini, B Joseph ; Alih Bahasa : Djoko Sasongko, *Teknik Sumber Daya Air*, Jilid 2, Erlangga, 1986.
- Lubis, F Rachmat, *Air tanah*, Rovicky.wordpress.com, 2007.
- Menara Asia Global, *Sumur Bor Dalam*, www.sumurbor.com, 2007.
- Noerbambang, M Soufyan dan Morimura, Takeo, *Perencanaan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*, Pradnya Paramita, 2000.
- Ondeo Nalco Indonesia, PT, *Water Treatment Plant in Palm Mill Oil*, Modu! Operator Training, 2006.
- PDEC Bandung, *Konstruksi Gedung*, 1985.
- Perda Kota Pekanbaru Nomor 4 Tahun 2004, *Pengelolaan Air Bawah Tanah*, www.pekanbaru.go.id
- Pusat Pengembangan Geologi Nuklir, *Air Tanah Dalam*, ppgn@batan.go.id, 2008
- Riswandi, *Bab IV*, Skripsi, www.damandiri.or.id/file/Riswandiipbbab4.pdf
- Siregar Aspita Dewi, *Parameter Mikrobiologi Air*, Buletin Tirtanadi Edisi Agustus 2007.
- Soemardono, Poedjastanto, *Tantangan Penyediaan Air Baku dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Minum*, Percik, Juni 2008.
- Studio Imelda Akmal Architectural Writer, *Saniter*, PT. Gramedia Pustaka Utama Seri Rumah Ide Edisi 7/II, 2007.
- Suharyadi, Ir, *Pengantar Geologi Teknik*, Edisi kelima, Biro Penerbit Teknik Sipil UGM, 2006.
- , *Siklus Hidrologi*, www.lablink.or.id, 2001.