

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem *Plumbing***

Sistem *plumbing* merupakan sistem perpipaan yang didesain pada sebuah bangunan untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan tekanan dan jumlah aliran yang cukup, dan menyalurkan air buangan dari tempat-tempat tertentu tanpa mencemarkan bagian penting lainnya (Gupta, 2016). Di sisi lain, sistem plambing juga berfungsi untuk menampung dan menyalurkan air limbah dari berbagai sumber dengan aman dan bertanggung jawab, sehingga tidak mencemari lingkungan.

Sistem *plumbing* merupakan bidang ilmu yang mempelajari pemasangan, pemeliharaan, dan perbaikan pipa, baik di dalam maupun di luar bangunan. Cakupannya meliputi pipa limbah, perangkat perlengkapan, pipa ventilasi, saluran pembuangan bangunan, pipa drainase, serta berbagai perangkat yang menunjang fungsi sistem ini. Sistem *Plumbing* berperan penting dalam mendistribusikan air bersih ke seluruh bagian bangunan, termasuk toilet, dapur, dan area lainnya. Selain itu, sistem ini juga berfungsi untuk membuang air limbah dan kotoran manusia melalui jaringan pipa drainase yang dirancang dengan baik

Fungsi dari peralatan plambing adalah pertama, untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan jumlah aliran serta tekanan yang sesuai, dan kedua membuang air kotor dari tempat-tempat tertentu dan tetap menjaga kebersihan tempat-tempat yang dilaluinya (Noerbambang, 2005). Sistem plambing yang efisien memastikan distribusi air bersih yang memadai untuk memenuhi kebutuhan berbagai aktivitas di dalam gedung, seperti minum, memasak, mandi, dan sanitasi. Sistem ini juga berperan dalam mencegah kebocoran air, genangan air, dan kerusakan pipa yang dapat membahayakan keselamatan. Sistem pengolahan air limbah yang terintegrasi dalam sistem *plumbing* berperan penting dalam menjaga kelestarian

lingkungan. Pengolahan air limbah yang efektif dapat mencegah pencemaran air tanah dan sumber air lainnya.

Dalam perencanaan sistem *plumbing* air bersih, terdapat hal penting yang harus diperhatikan, yaitu kualitas air yang akan didistribusikan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, pencegahan pencemaran air dalam sistem, laju aliran dalam pipa, kecepatan aliran dan tekanan air, serta permasalahan yang mungkin timbul jika dilakukan penggabungan antara cadangan air untuk air bersih dan pencegahan pemadam kebakaran (Rinka, 2014). Pentingnya sistem *plumbing* dalam sebuah gedung bertingkat tidak dapat dipungkiri. Oleh karena itu, perancangan dan implementasi sistem *plumbing* yang matang dan bertanggung jawab menjadi kunci untuk mewujudkan bangunan yang sehat, aman, dan berkelanjutan.

### **2.1.1 Standar *Plumbing***

Sistem *plumbing* merupakan komponen vital dalam bangunan, berperan penting dalam mengalirkan air bersih dan membuang air limbah. Agar sistem ini dapat berfungsi optimal, aman, dan ramah lingkungan, diperlukan standar *plumbing* yang memandu desain, konstruksi, dan pemeliharannya. Adapun beberapa standar pada sistem *plumbing* yaitu sebagai berikut:

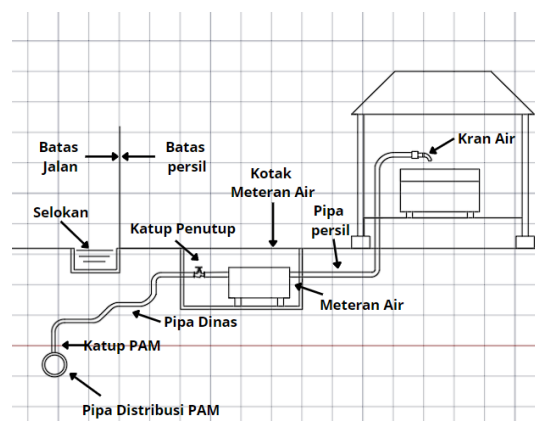
- a. SNI 6481:2000 tentang Sistem *Plumbing*
- b. SNI 03-2453-2002 tentang Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan
- c. SNI 03-7065-2005 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem *Plumbing*
- d. SNI 6774:2008 tentang Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air
- e. SNI 6773:2008 tentang Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air.
- f. SNI 8153:2015 tentang Sistem *Plumbing* pada Bangunan Gedung.
- g. SNI 2398:2017 tentang Tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *up flow filter*, kolam sanita).
- h. SNI 03-3424-1994 tentang Tata cara desain drainase

### 2.1.2 Jenis Sistem *Plumbing*

Sistem plumbing merupakan jaringan perpipaan yang kompleks dan vital dalam sebuah bangunan. Sistem penyediaan air bersih diperlukan untuk mengalirkan air bersih menuju tempat yang memerlukan. Dalam perancangan sistem air bersih harus diperhatikan mengenai sistem yang akan digunakan, pada umumnya terbagi dalam beberapa jenis seperti sistem sambungan langsung, sistem tangki atap, dan sistem tangki tekan (Suhardiyanto, 2016).

#### A. Sistem Sambungan Langsung

Sistem sambungan langsung merupakan salah satu metode koneksi pipa yang umum digunakan dalam sistem plumbing, khususnya pada sistem distribusi air bersih. Sistem ini memungkinkan aliran air mengalir secara langsung dari sumber air ke pipa utama, tanpa memerlukan sambungan tambahan.

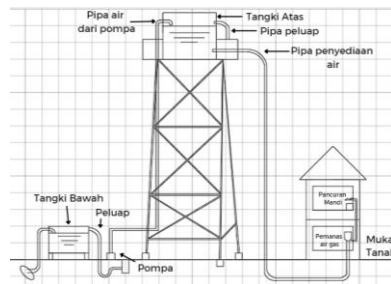


**Gambar 2.1** Sistem Sambungan Langsung

(Sumber : Noerbambang, 2005)

#### B. Sistem Tangki Atap

Sistem tangki atap, juga dikenal sebagai tangki air *elevated*, merupakan solusi penyimpanan air bersih yang umum digunakan di berbagai jenis bangunan, termasuk gedung bertingkat. Sistem ini memanfaatkan gravitasi untuk mendistribusikan air bersih ke seluruh bagian bangunan, menawarkan berbagai keuntungan dalam hal efisiensi, keandalan, dan kemudahan penggunaan.

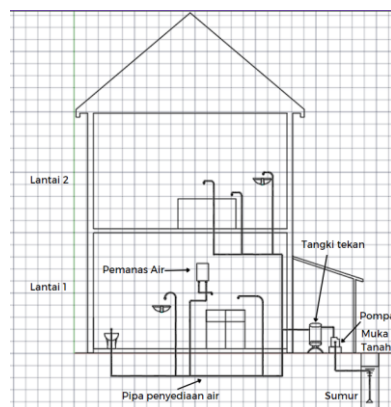


**Gambar 2.2** Sistem Tangki Atap

(Sumber : Noerbambang, 2005)

### C. Sistem Tangki Tekan

Sistem tangki tekan, juga dikenal sebagai tangki air bertekanan, merupakan solusi penyimpanan air bersih yang memanfaatkan pompa untuk meningkatkan tekanan air dan mendistribusikannya ke seluruh bagian bangunan. Sistem ini ideal untuk bangunan bertingkat tinggi, area dengan tekanan air rendah, dan aplikasi yang membutuhkan tekanan air tinggi.



**Gambar 2.3** Sistem Tangki Tekan

(Sumber : wepotus.com)

Sistem perpipaan harus memenuhi standar kedap udara dan kedap air untuk menahan tekanan yang diperlukan selama pengujian. Hal ini tidak berlaku untuk perpipaan sambungan berlubang atau terbuka yang sengaja dipasang untuk mengumpulkan dan mengalirkan air tanah atau rembesan ke saluran air badai bawah

tanah. Berbagai jenis sambungan yang umum digunakan dalam sistem perpipaan meliputi: sambungan berulir, sambungan brazing, sambungan solder, sambungan las, sambungan bergelang, sambungan kompresi, dan sambungan beralur.

## 2.2 Sistem Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris “*drainage*” yang mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Drainase juga dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas (Suripin, 2004).

Drainase merupakan sistem pengelolaan air yang terdiri dari saluran-saluran air di bawah atau atas permukaan tanah, baik yang alami maupun buatan, di suatu lokasi. Fungsi utama drainase adalah sebagai media penyambung saluran air untuk meminimalisir atau mengeluarkan kelebihan air di suatu daerah/tanah (Reza Gibran, 2024).

Berbeda dengan sistem perpipaan air bersih, sistem drainase tidak bergantung pada tekanan. Sistem drainase memanfaatkan gravitasi untuk menarik air limbah dan materialnya ke bawah melalui pipa yang miring. Kesederhanaan prinsip ini diimbangi dengan kompleksitas komponennya, seperti ventilasi, perangkap, dan sistem pembersihan. Ventilasi berperan penting dalam menjaga aliran air, mencegah air terjebak, dan meminimalisir kebutuhan pembersihan.

### 2.2.1 Perhitungan Drainase

DFU (*Drain Fixture Unit*) merupakan satuan yang digunakan untuk mengukur kapasitas sistem drainase dalam menampung aliran air limbah dari berbagai jenis perlengkapan pipa. Nilai DFU untuk suatu perlengkapan tertentu bergantung pada laju aliran air, durasi waktu penggunaan, dan interval waktu antara penggunaan berturut-turut. Dengan kata lain, DFU berfungsi sebagai indikator beban sistem drainase

yang dihasilkan oleh berbagai perlengkapan pipa. Semakin tinggi nilai DFU, semakin besar pula beban sistem drainase.

1 DFU= 1 Kaki kubik air yang dikeringkan melalui pipa berdiameter 1 1/4" dalam satu menit. (1 ft<sup>3</sup> / mnt air dikeringkan melalui pipa berdiameter 1 1/4").

1 DFU  $\approx$  (kurang-lebih) 7.48 US GPM atau  $\approx$  0.47 liter/detik

**Tabel 2.1 Drainage Fixture Unit Values**

<b>Table 11.4.1 (Continued) DRAINAGE FIXTURE UNIT (DFU) VALUES</b>			
<b>Heavy-Use Assembly</b>			
<b>Other Than Dwelling Units</b>			
<b>Serving 3 Or More Dwelling Units</b>			
<b>Individual Dwelling Units</b>			
<b>BATHROOM GROUPS HAVING 1.6 GPF GRAVITY-TANK WATER CLOSETS</b>			
Half-Bath or Powder Room	3	2	
1 Bathroom Group	5	3	
1-1/2 Bathrooms	6		
2 Bathrooms	7		
2-1/2 Bathrooms	8		
3 Bathrooms	9		
Each Additional Half-Bath	0.5		
Each Additional Bathroom Group	1		
<b>BATHROOM GROUPS HAVING 1.6 GPF PRESSURE-TANK WATER CLOSETS</b>			
Half-Bath or Powder Room	3.5	2.5	
1 Bathroom Group	5.5	3.5	
1-1/2 Bathrooms	6.5		
2 Bathrooms	7.5		
2-1/2 Bathrooms	8.5		
3 Bathrooms	9.5		
Each Additional Half-Bath	0.5		
Each Additional Bathroom Group	1		
<b>BATHROOM GROUPS HAVING 3.5 GPF (or higher) GRAVITY TANK WATER CLOSETS</b>			
Half-Bath or Powder Room	3	2	
1 Bathroom Group	6	4	
1-1/2 Bathrooms	8		

2 Bathrooms	10			
2-1/2 Bathrooms	11			
3 Bathrooms	12			
Each Additional Half-Bath	0.5			
Each Additional Bathroom Group	1			
<b>BATH GROUP (1.6 GPF Flushometer Valve)</b>	<b>5</b>	<b>3</b>		
<b>BATH GROUP (3.5 GPF Flushometer Valve)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		
<b>INDIVIDUAL FIXTURES</b>				
Bathtub or Combination Bath/Shower, 1-1/2" Trap	2	2		
Bidet, 1-1/4" Trap	1	1		
Clothes Washer, Domestic, with Independent Drain	3	3	3	
Dishwater, Domestic, 2" Standpipe	2	2	2	
Drinking Fountain or Watercooler			0.5	
Food-Waste-Grinder, Commercial, 2" Min Trap			3	
Floor Drain, Auxiliary			0	
Kitchen Sink, Domestic, with One 1-1/2" Trap	2	2	2	
Kitchen Sink, Domestic, with Food-Waste-Grinder	2	2	2	
Kitchen Sink, Domestic, with Dishwasher	3	3	3	
Kitchen Sink, Domestic, with Grinder and Dishwasher	3	3	3	
Laundry Sink, One or Two Compartments, 1-1/2" Waste	2	2	2	
Laundry Sink, with Discharge from Clothes Washer	2	2	2	
Lavatory, 1-1/4" Waste	1	1	1	1
Mop Basin, 3" Trap			3	
Servic Sink, 3" Trap			3	
Shower Stall, 1-1/2" Trap	2	2	2	
Shower Stall, 2" Trap	2	2	2	
Showers, Group, per Head (Continuous Use)			5	
Sink, 1-1/2" Trap	2	2	2	
Sink, 2" Trap	3	3	3	
Sink, 3" Trap			5	
Trap Size, 1-1/4" (Other)	1	1	1	
Trap Size, 1-1/2" (Other)	2	2	2	
Trap Size, 2" (Other)	3	3	3	
Trap Size, 3" (Other)			5	
Trap Size, 4" (Other)			6	
Urinal, 1.0 GPF			4	5
Urinal, Greater Than 1.0 GPF			5	6
Wash Fountain, 1-1/2" Trap			2	
Wash Fountain, 2" Trap			3	
sss			2	
Water Closet, 1.6 GPF Gravity or Pressure Tank	3	3	4	6

Water Closet, 1.6 GPF Flushometer Valve	3	3	4	6
Water Closet, 2.5 GPF Gravity Tank	4	4	6	8
Water Closet, 3.5 GPF Flushometer Valve	4	4	6	8
Whirlpoll Bath or Combination Bath/Shower, 1-1/2" Trap	2	2		

Tabel di atas menunjukkan variasi faktor DFU (*Drainage Fixture Unit*) untuk perlengkapan pipa, bergantung pada ukuran atau diameter saluran pembuangan dan perangkat. Sebagai referensi, berikut beberapa nilai DFU standar dari NSPC Tabel 11.4.1 untuk selain unit hunian:

- Kitchen Sink, Domestic, with one 1-1/2" Trap = 2 DFU
- Lavatory 1-1/4" = 1 DFU
- Shower group, per Head (Continuous flow) = 5 DFU
- Urial, 1,0 GPF (Gallons per Flush) = 4 DFU
- Water Closet, 1.6 GPF Gravity = 4 DFU
- Floor Drain (FD) = 0 DFU

Informasi ini penting untuk dipertimbangkan dalam desain sistem perpipaan, khususnya dalam menentukan kapasitas pipa dan peralatan pembuangan air limbah yang diperlukan untuk memastikan aliran air yang lancar dan efisien.

### 2.2.2 *Septic Tank*

Tangki septik adalah ruangan kedap air dengan kompartemen yang berfungsi untuk menampung dan mengolah air limbah rumah tangga dengan aliran lambat, sehingga memungkinkan pengendapan padatan dan untuk penguraian bahan-bahan organik oleh zat anaerobik membentuk bahan-bahan larut air dan gas.

Air yang keluar dari tangki septik yang biasa disebut dengan efluen, tidak boleh langsung dialirkan ke lingkungan tanpa pengolahan lanjutan. Hal ini karena efluen masih mengandung zat berbahaya seperti bakteri, virus, bahan organik, dan padatan tersuspensi yang dapat mencemari air tanah dan sumber air lainnya, serta membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Air yang keluar itu dapat dialirkan melalui pengolahan lanjutan berupa sistem penyaringan, bidang resapan, taman sanita, dan jarak unit. Adapun tabel yang menjelaskan tentang jarak minimum unit

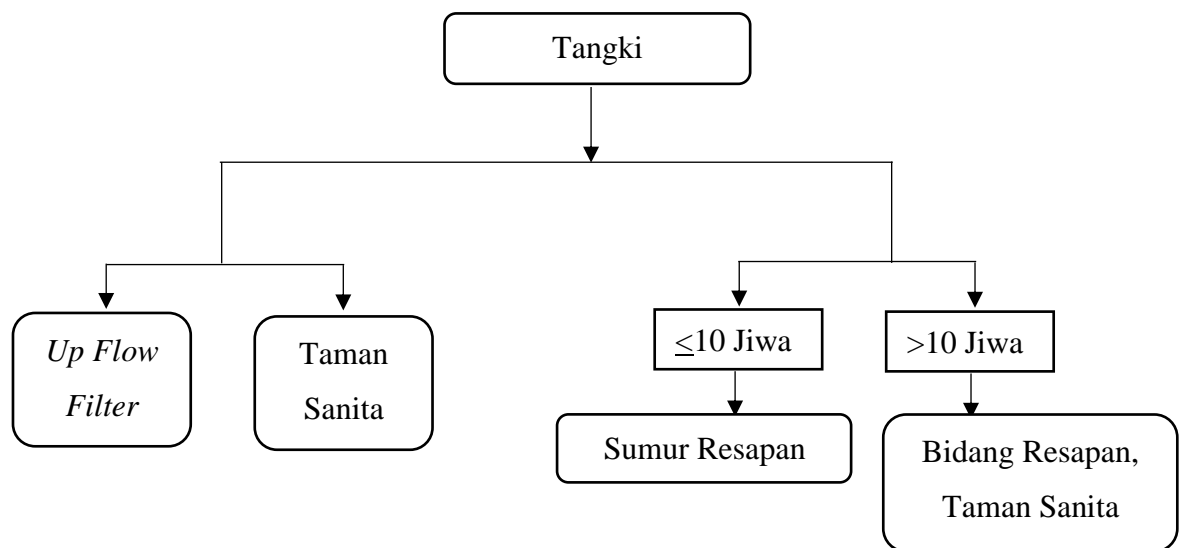


pengolahan lanjutan berdasarkan SNI 2398-2018 yang menjelaskan tentang tata cara perencanaan tangki septik dengan pengolahan lanjutan (sumur resapan, bidang resapan, *up flow filter*, kolam sanita) yaitu sebagai berikut.

**Tabel 2.2** Jarak minimum unit pengolahan lanjutan (SNI 2398 : 2017)

Jarak Dari	Sumur/Bidang Resapan (m)	<i>Upflow Filter</i>	Taman Sanita
Bangunan gedung/rumah	1.50	1.5	1.5
Sumur Air Bersih	10.00	1.5	1.5
Sumur Resapan Air Hujan	5.00	1.5	1.5

Pemilihan pengolahan lanjutan dari air keluar tangki septik juga bisa dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 2.4** Diagram Pengolahan Lanjutan Air Keluar

(Sumber : SNI 2398-2017)

### 2.3 Pompa

Pompa merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi fluida dan tekanan, lalu mengangkut fluida melalui sistem perpipaan. Pompa adalah suatu mesin yang mengubah energi mekanik menjadi energi dan tekanan fluida untuk

menggerakkan fluida dan mengangkut fluida melalui sistem perpipaan (Ranggatama G, 2020). Secara garis besar pompa digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu:

A. Pompa pemindah positif (*Positive Displacement Pump*)

- *Recripocating pump*
- *Rotary pump*

B. Pompa pemindah tidak positif (*Non Positive Displacement pump*) yaitu *centrifugal pump*

Pompa sentrifugal adalah sebuah jenis pompa yang populer digunakan dalam dunia industri. Pompa ini termasuk dalam jenis pompa kerja dinamis atau *non positive displacement*. Pompa sentrifugal sendiri memiliki prinsip kerja yang mengubah energi kinetis yang berawal dari kecepatan aliran sebuah fluida menjadi energi potensial atau energi dinamis. Fluida tersebut mengalir melalui impeller yang berputar di dalam casing pompa. Sifat dari hidrolis pompa ini adalah memindahkan energi yang terdapat pada daun (baling-baling) pompa dengan memakai dasar pengubahan arah aliran atau yang juga disebut dengan *fluid diynamics*. Kapasitas yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal selalu sebanding dengan putaran. Total head atau tekanan yang dihasilkan oleh pompa sentrifugal akan sebanding dengan pangkat dua dari kecepatan putaran. Sedangkan kontruksi pompa sentifugal bisa satu tingkat atau banyak tingkat (*multistage pump*) (Sularso, 2004).



**Gambar 2.5** Pompa Sentrifugal

(Sumber : klikglodok.com)

Pompa sentrifugal adalah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik ke dalam energi hidrolis melalui aktivitas sentrifugal, yaitu tekanan fluida yang sedang dipompa. Pompa sentrifugal juga merupakan salah satu pompa yang mempunyai kontruksi yang sederhana dan yang paling banyak

dipakai pada dunia industri. Gaya sentrifugal adalah sebuah gaya yang timbul akibat adanya gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung (melingkar) (Tarigan, 2020). Prinsip-prinsip dasar pompa sentrifugal ialah sebagai berikut:

1. Gaya sentrifugal bekerja pada impeller untuk mendorong fluida ke sisi luar sehingga kecepatan fluida meningkat (Tarigan, 2020).
2. Kecepatan fluida yang tinggi diubah oleh casing pompa (*volute ataudiffuser*) menjadi tekanan atau head (Tarigan, 2020).

Pompa Sentrifugal adalah pompa yang memperbesar energi fluida melalui prinsip gaya sentrifugal. Dengan diputarnya impeller atau rotor yang mempunyai sudu-sudu yang melengkung maka akan terjadi gaya sentrifugal pada butir-butir fluida yang terdapat diantara sudu-sudu, aliran fluida diarahkan oleh lengkungan sudu dan fluida akan keluar sudu dengan kecepatan yang tinggi. Fluida yang mempunyai kecepatan tinggi ini akan ditampung oleh rumah pompa atau volute yang penampangnya mulai dari kecil mengembang menjadi besar (Siregar A M, 2020).

### **2.3.1 NPSH (*Net Positive Suction Head*)**

*Net Positive Suction Head* (NPSH) adalah ukuran yang penting dalam rekayasa perpipaan untuk memastikan pompa cairan bekerja efektif. NPSH menunjukkan kemampuan sistem pipa untuk menyediakan cairan yang cukup ke pompa. Bila NPSH terlalu rendah, pompa dapat mengalami kavitasi, yaitu pembentukan gelembung udara yang mengganggu aliran dan merusak pompa. Kavitasi terjadi saat tekanan pada sisi hisap pompa turun di bawah tekanan uap jenuh cairan. Hal ini menyebabkan gelembung udara terbentuk di dalam pompa, mengganggu aliran dan menghasilkan suara bising. Kavitasi dapat merusak impeler pompa dan menurunkan kinerjanya. NPSH memastikan pompa beroperasi tanpa kavitasi. NPSH dihitung dengan membandingkan tekanan di sisi hisap pompa dengan tekanan uap jenuh cairan. NPSH yang dibutuhkan pompa harus lebih besar dari NPSH yang tersedia di sistem pipa.

Ada dua jenis *Net Positive Suction Head* (NPSH), dibawah ini dijelaskan tentang hal tersebut yaitu sebagai berikut:

a. NPSH yang Tersedia

Merupakan head yang dimiliki oleh zat cair pada sisi isap pompa (ekuivalen dengan tekanan absolut pada sisi isap pompa), dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut. Pada pompa yang mengisap zat cair dari tempat terbuka dengan tekanan atmosfer pada permukaan zat cair seperti diperlihatkan pada gambar 2.1, maka besarnya NPSH yang tersedia adalah:

$$h_{sv} = \frac{p_a}{\gamma} - \frac{p_v}{\gamma} - h_s - \sum h_{l s} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- $h_{sv}$  = NPSH yang tersedia (m)
- $P_a$  = Tekanan atmosfer (N/m<sup>2</sup>)
- $P_v$  = Tekanan uap jenuh (N/m<sup>2</sup>)
- $\gamma$  = Berat jenis cairan (N/m<sup>3</sup>)
- $h_s$  = *Head* isap statis (m)
- $\sum h_{l s}$  = *Head losses* pada pipa isap(m)

Dengan  $h_s$  bertanda positif (+) jika pompa terletak di atas permukaan zat cair yang dihisap dan negatif (-) jika pompa terletak di bawah permukaan zat cair yang dihisap. Dari persamaan tersebut, dapat dilihat bahwa NPSH yang tersedia merupakan tekanan absolut yang masih tersisa pada sisi isap pompa setelah dikurangi tekanan uap. Besarnya tergantung pada kondisi luar pompa dimana pompa tersebut dipasang. Jika zat cair dihisap dari tangki tertutup seperti pada gambar, maka  $P_a$  menyatakan tekanan absolut yang bekerja pada permukaan zat cair di dalam tangka tertutup tersebut. Jika tekanan di atas permukaan zat cair sama dengan tekanan uap jenuhnya, maka  $P_a = P_v$ , sehingga :

$$h_{sv} = -h_s - h_t \dots\dots\dots(2.2)$$

Harga  $h_s$  adalah negatif (-) karena permukaan zat cair dalam tangki lebih tinggi daripada sisi isap pompa. Pemasangan pompa

semacam ini diperlukan untuk mendapatkan harga atau NPSH yang positif (+).

b. NPSH yang Diperlukan

Tekanan terendah pada pompa besar dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor, yaitu kerugian *head* pada nosel isap, kenaikan kecepatan aliran akibat penyempitan luas penampang, dan kenaikan kecepatan aliran akibat ketebalan sudu. Pemahaman mengenai faktor-faktor ini penting dalam desain dan analisis kinerja pompa untuk memastikan operasi yang optimal dan efisien.

### 2.3.2 Efisiensi Pompa

Efisiensi pompa merupakan suatu faktor yang dipergunakan untuk menghitung *losses* pompa atau bisa juga sebagai nilai perbandingan antara output dan input pompa dan memiliki satuan berupa persen (%). Untuk dapat mendapat nilai efisiensi digunakan rugi – rugi yang terjadi. Berikut merupakan persamaan yang digunakan pada perhitungan efisiensi.

$$\eta = \frac{Q\Delta p}{W} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

$\eta$  : Efisiensi pompa (%).

$Q$  : Debit ( $m^3/s$ ).

$\Delta p$ :  $P_{out} - P_{in}$  (Pa).

$W$  : Daya pompa (Watt).

### 2.4 Pipa

Pipa adalah sebuah selongsongan bundar (silinder berongga) yang digunakan untuk mengalirkan fluida cairan atau gas. Pipa biasanya disamakan dengan istilah tube, pipa tersebut biasanya terbuat dari bermacam-macam bahan sesuai dengan kebutuhannya, seperti: besi, tembaga, kuningan, plastic, pvc, alumunium, stainless (Mukti, 1974).

### 2.4.1 Pipa PVC

Pipa PVC merupakan salah satu dari jenis pipa yang sering digunakan pada bangunan rumah, restoran, dan lain-lain. Pipa PVC dengan keunggulannya yang kompleks, memberikan solusi instalasi pipa yang andal, efisien, dan ekonomis. Sifat materialnya yang superior, kemudahan instalasi, dan manfaat lingkungan menjadikannya pilihan ideal untuk berbagai kebutuhan, seperti sistem air minum, drainase, irigasi, saluran kabel, dan aplikasi industri. Di era modern ini, pipa PVC telah menjadi inovasi material yang merevolusi industri konstruksi dan infrastruktur, memberikan kontribusi signifikan dalam pembangunan yang berkelanjutan (Pranomo Jonathan, 2017).

Menurut buku (Pipe.Association, 2012) memiliki beberapa keunggulan fisik yang sangat mendukung dalam perancangan, antara lain:

- **Ketahanan**

Pipa PVC adalah bahan non-konduktor listrik dan kebal terhadap reaksi elektrokimia yang disebabkan oleh asam, basa, dan garam. Sifat ini terdapat pada setiap bagian PVC baik bagian dalam maupun luar sehingga tidak memerlukan aplikasi lapisan pelindung. Pipa juga PVC tahan terhadap semua zat kimia rumah tangga dan sebagian besar zat kimia industrial pada temperature sekitar 140°F. Selain terhadap reaksi elektrokimia, pipa PVC juga memiliki ketahanan terhadap tarikan karena memiliki elastisitas (Pipe.Association, 2012).

- **Ringan**

Pipa PVC lebih ringan dibanding pipa dengan material pipa lain seperti besi, 1 orang dapat dengan mudah membawa 2 buah pipa PVC 4 inchi dengan panjang 20 kaki. Sifat PVC yang ringan ini sangat aman digunakan untuk industri, mudah dari segi handling, dan dapat mengurangi tingkat kecelakaan saat proses instalasi (Pipe.Association, 2012).

- Tahan Air

Pipa PVC terkonstruksi dari material yang kedap air ditambah dengan adanya lapisan plastik pada permukaan luar dan dalam tabung serta sambungannya (Pipe.Association, 2012).

- Sistem Sambungan

Instalasi pipa PVC sangat mudah karena didukung dengan variasi *joint system*. *Joint system* pada pipa PVC adalah *deep insertion joint* yang bersifat kedap air sehingga tidak memerlukan banyak treatment untuk mengatasi kebocoran saluran (Pipe.Association, 2012).

- *Strength*

Pipa PVC memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap benturan (karena memiliki kelenturan) jika dibandingkan dengan pipa beton dan pipa tanah liat. Pipa PVC juga mampu menahan terjadinya retak dan pecah saat menahan beban melebihi kapasitas kekuatan maksimalnya (Pipe.Association, 2012).

Dibawah ini terlampir tabel berbagai ukuran dari pipa pvc, yaitu:

**Tabel 2.3** Ukuran Pipa PVC.

Diameter		Diameter Luar (mm)	Keterangan
Ø (mm)	Ø (Inch)		
16	½"	22	Pipa PVC
20	¾"	26	Pipa PVC
25	1"	32	Pipa PVC
35	1 ¼"	42	Pipa PVC
40	1 ½"	48	Pipa PVC
50	2"	60	Pipa PVC
65	2 ½"	76	Pipa PVC
75	3"	89	Pipa PVC
100	4"	114	Pipa PVC
125	5"	140	Pipa PVC
150	6"	165	Pipa PVC
200	8"	216	Pipa PVC
250	10"	267	Pipa PVC
300	12"	318	Pipa PVC

## 2.5 Alat Saniter



Alat saniter adalah perlengkapan atau perangkat yang digunakan untuk menjaga kebersihan dan kesehatan di area kamar mandi dan toilet. Alat-alat ini umumnya terbuat dari bahan yang tahan air dan mudah dibersihkan, seperti keramik, porselen, dan *stainless steel*. Dibawah ini ada tabel yang akan menjelaskan tentang macam-macam alat saniter

**Tabel 2.4** Alat Saniter

No	Alat Saniter	Pemakaian Air Untuk Penggunaan Satu Kali (liter)	Waktu pengisian (detik)	Gambar
1	Kloset, Katup Gelontor	15	10	
2	Kloset, tangki gelontor	10	60	
3	Peturasan, Tangki gelontor	14	100	



4	Peturasan, katup gelontor	5	10	
5	Bak cuci tangan kecil	10	18	
6	Bak cuci tangan biasa	10	40	
7	Bak cuci dapur, dgn kran 13 mm	15	60	
8	Bak cuci dapur, dgn kran 20 mm	25	60	

9	Bak mandi rendam ( <i>Bathub</i> )	125	250	
10	Pancuran mandi ( <i>Shower</i> )	42	210	

## 2.6 Grease Interceptor

*Grease interceptor*, atau perangkap lemak, adalah perangkat penting dalam sistem drainase yang berfungsi untuk menangkap dan menahan material lemak, minyak, dan *grease* (FOG) sebelum memasuki saluran pembuangan air limbah. FOG dapat menyebabkan berbagai masalah, seperti penyumbatan pipa, kerusakan sistem sanitasi, dan pencemaran lingkungan. *Grease interceptor* membantu mencegah masalah ini dengan memisahkan FOG dari air limbah.

Menurut (Federation, 2017), *grease interceptor* memiliki beberapa fungsi utama:

### 1. Menangkap FOG (*Food, Oil, and Grease*)

*Grease interceptor* dirancang untuk memisahkan FOG (*Food, Oil, and Grease*) dari air limbah dengan memanfaatkan perbedaan densitas. FOG (*Food, Oil, and Grease*) yang lebih ringan akan mengapung di atas air dan terperangkap di dalam *grease interceptor*, sedangkan air yang lebih berat akan mengalir keluar melalui saluran pembuangan.

### 2. Mencegah Penyumbatan Pipa

Penumpukan FOG (*Food, Oil, and Grease*) di dalam pipa drainase dapat menyebabkan penyumbatan dan luapan air limbah. *Grease interceptor* membantu mencegah hal ini dengan menahan FOG sebelum mencapai saluran pembuangan.

### 3. Melindungi Lingkungan

FOG (*Food, Oil, and Grease*) yang terbuang ke lingkungan dapat mencemari air dan tanah. *Grease interceptor* membantu mengurangi polusi dengan menahan FOG sebelum dibuang ke sistem drainase.

### 4. Memperpanjang Umur Sistem Sanitasi

Penyumbatan dan kerusakan yang disebabkan oleh FOG dapat memperpendek umur sistem sanitasi. *Grease interceptor* membantu memperpanjang umur sistem dengan mencegah masalah-masalah tersebut.

#### 2.6.1 Jenis-jenis *Grease Interceptor*

*Grease interceptor*, atau perangkap lemak, adalah faktor penting dalam pengolahan air limbah di industri kuliner. Faktor ini berfungsi untuk menangkap dan menahan FOG (*Food, Oil, and Grease*) sebelum air limbah dibuang ke saluran pembuangan umum. *Grease interceptor* diklasifikasikan berdasarkan mekanismenya dalam memisahkan FOG dari air limbah, yaitu sebagai berikut:

1. *Grease Interceptor* Aliran Pasif (PFGI)
2. *Grease Interceptor* Aliran Mekanis (MFGI)
3. *Grease Interceptor* Aliran Reversal (RGI)

Berikut dibawah ini tabel yang menjelaskan tentang aliran setiap jenis dari *grease interceptor* yaitu sebagai berikut:

**Tabel 2.5** Aliran tiap jenis *grease interceptor* (Erin G, 2011)

<i>Device</i>	<i>Maximum-flow (Residence Time)</i>	<i>Average-flow (Residence Time)</i>
PFGI	38 L/Min (10 gpm) (30 <i>Seconds</i> )	19 L/Min (5 gpm) (1 <i>Minute</i> )
MFGI	95 L/Min (25 gpm) (1 <i>Minute</i> )	47 L/Min (12.5 gpm) (2 <i>Minute</i> )
RGI	3.4 L/Min (0.9 gpm) (30 <i>Minutes</i> )	1.7 L/Min (0.45 gpm) (60 <i>Minutes</i> )

Dilihat pada tabel diatas setiap *grease interceptor* diuji pada dua laju aliran: laju aliran maksimum (kapasitas tertinggi) dan setengah dari laju aliran maksimum (rata-rata), dengan rincian laju aliran dan waktu tinggal (Erin G, 2011).