

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Terminologi**

Pada bab kajian pustaka ini, peneliti memberikan definisi dan terminologi yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Huda dkk, 2013) tentang konsep *green builing* merupakan beberapa upaya untuk meminimalisir penggunaan energi yang dapat dilaksanakan pada suatu gedung. Konsep ini bisa hemat energi karena dipersiapkan dan dioperasikan untuk meminimalkan dampak lingkungan. Konsep *green campus* salah satunya mencakup penerapan *green building* pun sudah mulai dikembangkan sejak beberapa tahun belakangan ini di beberapa instansi perguruan tinggi.

#### **2.2 Konsep dan Dasar Teori**

Dalam sub-bab ini peneliti akan memaparkan mengenai teori-teori relevan mengenai penelitian yang telah dikemukakan oleh beberapa ahli mengenai pembahasan yang hendak diteliti, selain itu pada sub-bab ini peneliti juga akan memaparkan mengenai kerangka pemikiran dari penelitian ini sehingga dapat menjawab rumusan masalah yang diteliti secara teoritis.

#### **2.3 *Green Building***

##### **2.3.1 Pengertian**

*Green building* adalah suatu konsep pembangunan berkelanjutan yang mengarah pada struktur dan penerapan proses yang mewujudkan lingkungan yang hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan tersebut, mulai pemilihan tempat sampai desain konstruksi, perawatan,

renovasi dan peruntuhan. Konsep ini memperluas dan memenuhi desain bangunan dalam hal ekonomi, utilitas, durabilitas dan kenyamanan (US EPA, 2009).

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan Bab I Pasal 1, bangunan ramah lingkungan (*green building*) adalah suatu bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaannya dan aspek penting penanganan dampak perubahan iklim. Prinsip lingkungan yang dimaksud adalah prinsip yang mengedepankan dan memperhatikan unsur pelestarian fungsi lingkungan.

Menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI, 2012), *green building* adalah bangunan yang dimana sejak awal mulai dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga dalam operasional pemeliharannya memperlihatkan dan memperhatikan aspek-aspek dalam melindungi, menghemat, mengurangi penggunaan sumber daya alam, menjaga kualitas mutu udara di ruangan, dan memprioritaskan kesehatan penghuninya yang semuanya berpegang pada kaidah pembangunan yang berkelanjutan.

Menurut (Kriss, 2014) adalah sebuah konsep holistik yang dimulai dengan pemahaman bahwa lingkungan yang dibangun dapat menimbulkan dampak, baik dampak positif dan dampak negatif pada lingkungan hidup, juga orang-orang yang tinggal di bangunan tersebut setiap hari. Green building adalah sebuah usaha untuk memperbesar dampak positif dan mencegah dampak negatif selama umur pakai bangunan.

Menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI, 2012) adapun beberapa aspek utama yang perlu diperhatikan dari konsep *green building* yaitu :

1. Pemilihan material
2. Penggunaan energi
3. Penggunaan air
4. Kesehatan, keamanan dan kenyamanan

### **2.3.2 Manfaat *Green Building***

Meskipun di Indonesia belum banyak konsep pembangunan yang menerapkan konsep *green building* namun konsep tersebut sudah banyak diterapkan di beberapa Negara lain. Berikut adalah manfaat pembangunan yang menggunakan konsep *green building* (EPA, 2014) yaitu adalah :

1. Manfaat Lingkungan :
  - Meningkatkan dan melindungi biodiversitas dan ekosistem
  - Memperbaiki kualitas air dan udara
  - Memperbaiki aliran limbah
  - Konservasi dan sumber daya alam
2. Manfaat ekonomi :
  - Mengurangi biaya operasional
  - Menciptakan dan memperluas pasar untuk produk dan pelayanan ramah lingkungan
  - Meningkatkan produktivitas penghuni
  - Mengoptimalkan kinerja daur hidup ekonomi
3. Manfaat sosial :
  - Masalah dengan infrastruktur lokal
  - Meningkatkan kualitas estetika

- Meminimalkan ketegangan pada infrastruktur lokal
- Meningkatkan kualitas hidup secara umum

### **2.3.3 Green Campus**

Menurut (Nasution, 2011) *green campus* adalah salah satu program yang memiliki pengertian sejauh mana warga kampus dapat memanfaatkan sumberdaya yang ada di lingkungan kampus secara efektif dan efisien.

Menurut (Zulkifli, 2012) *green campus* adalah sistem pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat dan lokasi yang ramah lingkungan serta melibatkan warga kampus dalam aktifitas lingkungan serta harus berdampak positif bagi lingkungan, ekonomi dan sosial.

### **2.3.3 Peran Pemerintah Dalam Pelaksanaan Green Building**

Di Indonesia sendiri dalam penerapan konsep *green building*, pemerintah turut serta memiliki peraturan dan standar yang jelas terkait konsep ini. Beberapa peraturan dan undang-undang tersebut antara lain adalah :

1. Undang-undang nomor 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung
2. Peraturan Menteri PU 30/PRT/M/2006 mengenai Pedoman Teknis Fasilitas dan Aksesibilitas pada Bangunan Gedung dan Lingkungan.
3. Peraturan Menteri PU No. 5/PRT/M/2008 mengenai Ruang Terbuka Hijau (RTH)
4. B/277/Dep.III/LH/01/2009
5. Undang-undang nomor 30 tahun 2007 tentang Energi
6. Instruksi Presiden Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air
7. Keputusan Menteri No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Kotor Domestik

8. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung
9. Peraturan Gubernur DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Hijau
10. UU RI No. 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
11. Berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
12. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 8 tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan.
13. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 02/PRT/M tahun 2015 tentang Bangunan Gedung Hijau.
14. Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta nomor 38 tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau
15. Permen PU No. 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002

## **2.4 Standar Penilaian Kriteria *Green Building***

### **2.4.1 Rating**

Menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI) sistem *rating* di Indonesia adalah *Greenship*, sistem *rating* adalah suatu standard penilaian berisi butir-butir yang mempunyai nilai. Jika dari suatu bangunan telah berhasil memenuhi indikator-indikator maka akan mendapat poin dari indikator tersebut dan jika semua poin bisa berhasil sampai jumlah tertentu, maka bangunan tersebut dapat disertifikasi untuk tingkatan tertentu (GBCI, 2012).

Menurut (GBCI, 2012) terdapat tiga kriteria berbeda yang ada dalam *greenship*, yaitu:

1. Kriteria prasyarat adalah kriteria yang ada di setiap kategori dan harus dipenuhi sebelum dilakukannya penilaian lebih lanjut berdasarkan kriteria kredit dan kriteria bonus. Apabila salah satu prasyarat tidak dipenuhi, maka kriteria kredit dan kriteria bonus dalam kategori yang sama dari gedung tersebut tidak dapat dinilai.
2. Kriteria kredit adalah kriteria yang ada di setiap kategori dan tidak harus dipenuhi. Pemenuhan kriteria ini tentunya disesuaikan dengan kondisi eksisting gedung tersebut. Bila kriteria ini dipenuhi maka gedung yang bersangkutan mendapat nilai dan apabila tidak dipenuhi maka gedung yang bersangkutan tidak akan mendapat nilai.
3. Kriteria bonus adalah kriteria hanya ada pada kategori tertentu yang memungkinkan pemberian nilai tambahan. Hal ini dikarenakan selain kriteria ini tidak harus dipenuhi, pencapaiannya dinilai cukup sulit dan jarang terjadi di lapangan.

#### **2.4.2 Sistem Rating *Greenship* (*Greenship Rating Tools*)**

*Greenship* adalah standar pembangunan hijau berkelanjutan di Indonesia sebagai peringkat penilaian yang disusun oleh GBCI terdiri dari :

1. *Greenship* untuk rumah hunian
2. *Greenship* untuk gedung baru
3. *Greenship* untuk gedung terbangun
4. *Greenship* untuk interior ruangan

*Green Building Council Indonesia* (GBCI) sedang dalam tahap penyusunan sistem rating yaitu *Greenship*, kegunaannya adalah untuk menentukan suatu bangunan dapat dinyatakan layak bersertifikat *green*

*building* atau belum. Adapun sistem penilaian dibagi menjadi 6 kategori penilaian (GBCI, 2012), yaitu meliputi :

1. Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development / ASD*) :

Kesesuaian penggunaan lahan diperlukan dalam perencanaan pembangunan suatu kawasan yang memperhatikan dampak terhadap pada lingkungan sekitar. Semakin tepat pembangunan di suatu kawasan maka akan meminimalkan dampak negatif yang akan ditimbulkan. Semakin terpenuhinya fasilitas dan infrastruktur di suatu kawasan maka semakin mempermudah aksesibilitas dan efisiensi energi.

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator tepat guna lahan terdapat 2 (dua) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat 1. Kebijakan manajemen tapak (*Site management policy*)
- b. Prasyarat 2. Kebijakan pengurangan kendaraan bermotor (*Motor vehicle reduction policy*)

2. Efisiensi dan Konservasi Energi (*Energi Efficiency and Conservation/ EEC*)

Kebutuhan energi yang berlebihan dalam suatu gedung, secara tidak langsung turut menyumbang emisi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>). Jika hal ini dibiarkan maka akan mengakibatkan terjadinya pemanasan global. Oleh karena itu diperlukan adanya upaya efisiensi dan konservasi energi yang harus di dalam suatu gedung (Komalasari, 2014).

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator efisiensi dan konservasi energi terdapat 2 (dua) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat 1. Kebijakan dan strategi manajemen energi (*Policy and energy management plant*)
- b. Prasyarat 2. Kebijakan energi minimum (*Minimum building energy performance*)

### 3. Konservasi Air (*Water Conservation/ WAC*)

Sumber air dalam suatu kawasan biasanya berasal dari PDAM dan air tanah. Apabila air dalam gedung terus di konsumsi tanpa ada upaya konservasi maka kuantitas dan kualitas air bersih akan menurun. Oleh karena itu, perlu adanya usaha konservasi air di suatu kawasan. Banyak cara yang dapat dilakukan untuk konservasi air, diantaranya dengan menggunakan sumber air alternatif, pemilihan alat pengatur kebutuhan air dan penghematan penggunaan air (GBCI, 2012).

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator konservasi air terdapat 1 (satu) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat kebijakan penggunaan air (*Water management policy*)

### 4. Sumber dan Siklus Material (*Water Resource dan Cycle/WRC*)

Siklus material dimulai tahap eksploitasi produk, pengolahan dan produksi, desain bangunan dan aplikasi efisiensi, hingga upaya memperpanjang masa akhir pakai produk material (GBCI, 2012). Dengan pengelanaan siklus material yang baik, diharapkan suatu pembangunan dapat menjaga pelestarian alam.

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator sumber dan siklus material terdapat 3 (tiga) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat 1. Refrigeran fundamental (*Fundamental refrigerant*)
- b. Prasyarat 2. Kebijakan pembelian material (*Material purchasing policy*)
- c. Prasyarat 3. Kebijakan manajemen limbah (*Waste management policy*)

### 5. Kualitas Udara dan Kenyamanan Ruang (*Indoor Air Health and Comfort/ IHC*)

Kualitas udara dan kenyamanan dalam ruangan erat kaitannya dengan kesehatan penggunaan gedung. Keadaan ini perlu adanya pengaturan dan kontrol pada kualitas udara dan kenyamanan, sehingga kondisi di dalam ruangan bisa menjadi nyaman dan dapat meningkatkan produktivitas penghun gedung (GBCI, 2012)

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator kualitas udara dan kenyamanan ruang terdapat 1 (satu) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat Larangan merokok (*no smoking*)

## 6. Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building and Environment Management/BEM*)

Pengelolaan lingkungan gedung dbertujuan untuk memudahkan desain yang berkonsep *green building*. Dalam indikator ini adalah peengelolaan sumber daya melalui rencana opsional konsep yang berkelanjutan, data yang valid, dan penanganannyang membantu pemecahan masalah termasuk manajemen sumber daya manusia dalam penerapan konsep bangunan ramah (GBCI, 2012).

Menurut (GBCI, 2012) dalam indikator manajemen lingkungan bangunan terdapat 1 (satu) kriteria prasyarat, yaitu :

- a. Prasyarat kebijakan operasional dan perawatan (*Operation and maintenance policy*).

### 2.5 Kriteria Dalam *Greenship*

Kriteria *green building* yang terdapat dalam peringkat penilaian *greenship* versi 1.2 yang ditentukan oleh GBCI. Menurut (GBCI, 2012) ruang lingkup pembangunan adalah desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi dan perobohan. *Greenship* mendefinisikan lebih lanjut kriteria bangunan hijau dalam 6 kategori dan 46 tolak ukur, yaitu :

Tabel 2.1 Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Area Dasar Hijau	P	GBCI (2012)
2	Pemilihan Tapak	2	GBCI (2012)
3	Akseibilitas Komunitas	2	GBCI (2012)
4	Transportasi Umum	2	GBCI (2012)
5	Fasilitas Pengguna Sepeda	2	GBCI (2012)
6	Lanscape Pada Lahan	3	GBCI (2012)
7	Iklim Mikro	3	GBCI (2012), Wakhidah (2014)
8	Manajemen Limpasan Air Hujan	3	GBCI (2012)

(Sumber : GBCI 2012, Wakhidah 2014)

Tabel 2.2 Efisiensi dan Konservasi Energi (*Energy Efficiency and Conservation*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Pemasangan Sub-Meter	P	GBCI (2012)
2	Perhitungan OTTV	P	GBCI (2012)
3	Langkah Penghematan Energi	20	GBCI (2012), Huda dkk (2013)
4	Pencahayaan Alami	4	GBCI (2012), Huda dkk (2013)
5	Ventilasi	1	GBCI (2012)
6	Pengaruh Perubahan Iklim	1	GBCI (2012)
7	Energi Terbarukan	5	GBCI (2012)

(Sumber : GBCI 2012, Huda dkk 2013)

Tabel 2.3 Konservasi Air (*Water Conservation*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Meteran Air	P	GBCI (2012)
2	Perhitungan Penggunaan Air	P	GBCI (2012)
3	Fitur Air	8	GBCI (2012), Wakhidah (2014)
4	Pengurangan Penggunaan Air	3	GBCI (2012)
5	Daur Ulang Air	3	GBCI (2012)
6	Sumber Air Alternatif	2	GBCI (2012), Huda dkk (2013)
7	Penampungan Air Hujan	3	GBCI; (2012)
8	Efisiensi Penggunaan Air Lanskap	2	GBCI; (2012)

(Sumber : GBCI 2012, Wakhidah 2014, Huda dkk 2013)

Tabel 2.4 Sumber dan Siklus Material (*Material Resources and Cycle*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Refrigeran Fundamental	P	GBCI (2012)
2	Penggunaan Gedung dan Material Bekas	2	GBCI (2012)
3	Material Ramah Lingkungan	3	GBCI (2012)

Lanjutan

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
4	Penggunaan Refrigeran Tanpa ODP	2	GBCI (2012)
5	Kayu Bersertifikat	2	GBCI (2012)
6	Material Prafabrikasi	3	GBCI (2012)
7	Material Regional	2	GBCI (2012)

(Sumber : GBCI 2012)

Tabel 2.5 Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang (*Indoor Health and Comfort*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Introduksi Udara Luar	P	GBCI (2012)
2	Pemantauan Kadar CO <sub>2</sub>	1	GBCI (2012), Huda dkk (2013)
3	Kendali Asap Rokok di Lingkungan	2	GBCI (2012), Wakhidah (2014)
4	Polutan Kimia	3	GBCI (2012), Wakhidah (2014)
5	Pemandangan ke luar Gedung	1	GBCI (2012)
6	Kenyamanan Visual	1	GBCI (2012)
7	Kenyamanan Termal	1	GBCI (2012), Huda dkk (2013), Wakhidah (2014)
8	Tingkat Kebisingan	1	GBCI (2012)

(Sumber : GBCI 2012, Wakhidah 2014, Huda dkk 2013)

Tabel 2.6 Manajemen Lingkungan Bangunan (*Building Environment and Management*)

No	Sub Faktor	Poin Kriteria	Sumber
1	Dasar Pengelolaan Sampah	P	GBCI (2012)
2	GP ( <i>GreenShip Profesional</i> ) Sebagai Anggota Proyek	1	GBCI (2012)
3	Polusi dari Aktivitas Kontruksi	2	GBCI (2012)
4	Pengelolaan Sampah Tingkat Lanjut	2	GBCI (2012)
5	Sistem Komisioning yang Baik dan Benar	3	GBCI (2012)
6	Penyerahan Data <i>Green Building</i>	2	GBCI (2012)
7	Kesepakatan dalam Melakukan Aktivitas <i>Fit Out</i>	1	GBCI (2012)
8	Survei Pengguna Gedung	1	GBCI (2012)

(Sumber : GBCI 2012)

*Green building* didesain untuk mereduksi dampak lingkungan terbangunan pada kesehatan manusia dan alam, melalui efisiensi dalam penggunaan energi, air dan sumber daya lain, perlindungan kesehatan penghuninya dan meningkatkan

produktivitas pekerja, mereduksi limbah cair dan padat, mengurangi polusi serta mereduksi lingkungan.

Berikut adalah beberapa aspek utama *green building* :

#### 1. Material

Material yang digunakan adalah material yang diperoleh dari alam dan material tersebut merupakan sumber energi terbarukan yang dikelola secara berkelanjutan.

#### 2. Energi

Penerapan panel surya diyakini dapat menghemat penggunaan energi, selain itu bangunan juga harus dilengkapi ventilasi yang dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas penghuninya.

#### 3. Air

Penggunaan air dapat dihemat dengan menerapkan sistem pemanenan air hujan. Cara ini akan mendaur ulang air yang dapat digunakan untuk menyiram tanaman atau menyiram toilet. Penggunaan peralatan yang dapat menghemat air.

#### 4. Kesehatan

Penggunaan material dan bahan bangunan dan *furniture* yang ramah lingkungan, bebas emisi rendah dan tahan air. Kualitas udara dalam ruangan dapat ditingkatkan dengan sistem ventilasi yang baik.

### **2.7 Air Limbah**

Air limbah (*wastewater*) adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya, dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2008). Air limbah adalah air bekas atau yang tidak terpakai yang berasal dari kegiatan manusia sehari – hari. Air limbah dapat membahayakan kehidupan manusia karena dapat beracampur dengan zat – zat pencemaran oleh air.

### 2.6.1 Sumber Air Limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber merupakan hasil perbuatan manusia dan kemajuan teknologi misalnya ; air buangan industri, daerah pertanian, pekarangan dan lain – lain (Krismawati, 2010). Beberapa sumber air limbah antara lain :

#### 1. Infiltrasi air tanah

Terjadi karena air tanah masuk kedalam pipa – pipa air limbah melalui sambungan atau retakan – retakan pipa saluran. Dengan demikian, akan terjadi penambahan debit baliran air.

#### 2. Air limbah industri

Berasal dari akibat proses industri dan umumnya mempunyai pengolahan yang sulit serta mempunyai variasi yang luas, umumnya bersifat toksik dan beracun.

#### 3. Air limbah rumah tangga

Limbah rumah tangga adalah air buangan yang berasal dari limbah dapur, kamar mandi, toilet, cucian dan lain sebagainya. Umumnya limbah air rumah tangga mengandung bahan organik dan senyawa mineral yang berasal dari sisa – sisa makanan, urine dan sabun. Limbah rumah tangga biasanya dalam bentuk bahan yang mudah terlarut. Limbah rumah tangga dinagi menjadi dua, yaitu (Purwanto, 2004)

#### 4. Limbah *Black Water*

Limbah cair kaskus( feces) yang dibuang melalui tangki septik, tapi ada sebagian masyarakat yang membuangnya ke sungai.

#### 5. Limbah *gray water*

Limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah tangga seperti air bekas mandi, air bekas cucian, dan lain sebagainya. Biasanya air limbah seperti ini dibuang melalui drainase yang pada akhirnya menuju sungai.

Komposisi limbah cair domestik yang berupa padatan terbagi menjadi organik dan anorganik. Untuk komposisi limbah cair domestik dapat dilihat pada tabel 2.7

Komposisi limbah cair domestik dari kamar mandi & WC				
	Feses	Satuan	Urine	Satuan
Massa basah (gr/org/hari)	135-270	Gr	1-1,31	Gr
Massa kering (gr/org/hari)	20-35	Gr	0,5-0,7	Gr
Uap air	66-80	%	93-96	%
Organik	88-97	%	93-96	%
Nitrogen	5-7	%	15-19	%
Phosfor ( $P_2O_5$ )	3-5,4	%	2,5-5	%
Potasium ( $K_2O$ )	1-2,5	%	3,4-5	%
Carbon	44-55	%	11-17	%
Calcium ( $CaO$ )	4,5-5	%	4,5-6	%

Sumber : Mara dalam Sugiharto, 1987

Rata – rata air limbah yang dihasilkan dari pemukiman menurut

(Metcalf dan Eddy, 2003) sebagai berikut :

1. Rumah individu
  - a. Sederhana : 45 – 75 gal/orang/hari
  - b. Menengah : 60 – 100 gal/orang/hari
  - c. Mewah : 70 – 150 gal/orang/hari
2. Apartemen
  - a. High – rise : 35 – 75 gal/orang/hari
  - b. Low rise : 50 – 80gal/orang/hari
3. Hotel : 30 – 55gal/orang/hari
4. Motel
  - a. Dengan dapur : 90 – 180 gal/orang/hari
  - b. Tanpa dapur : 75 – 150 gal/orang/hari

## 2.7 Sistem Penyaluran Air Limbah

Penyaluran air limbah merupakan suatu rangkaian bangunan air yang berfungsi untuk membuang air limbah dari suatu kawasan industri atau rumah tangga. Sistem penyaluran seperti ini biasanya menggunakan sistem saluran tertutup dengan menggunakan pipa – pipa yang berfungsi menyalurkan air limbah tersebut ke bak *interceptor* (Fajarwati, 2008).

Pemilihan air sistem air limbah juga dipengaruhi dari prosentase jumlah penduduk dan kepadatan penduduk. Adapun presentase untuk jumlah penduduk menurut (utoyo, 2009)

$$\% = \frac{(Pt - Po)}{Po} \times 100\% \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana :

- % = presentase pertumbuhan penduduk
- Po = jumlah penduduk tahun awal perhitungan
- Pt = jumlah penduduk tahun akhir perhitungan

Sedangkan untuk proyeksi jumlah penduduk ditahun mendatang dirumuskan menurut (Utoyo, 2009).

1. Rumus geometri

$$Pn = Po (1 + r)^n \dots\dots\dots 2.10a$$

Dimana :

- Pn = jumlah penduduk tahun awal perhitungan
- Po = jumlah penduduk awal perhitungan
- 1 = bilangan konstanta geometris
- r = rata – rata tingkat pertumbuhan penduduk (%)
- n = jangka waktu dalam tahun

2. Rumus aritmatika

$$Pn = Po\{1+(r.n)\} \dots\dots\dots 2.11b$$

Dimana :

- $P_n$  = jumlah penduduk tahun awal perhitungan  
 $P_o$  = jumlah penduduk awal perhitungan  
 $r$  = rata – rata tingkat pertumbuhan penduduk (%)  
 $n$  = jangka waktu dalam tahun  
 $1$  = bilangan komstanta geometris

### 3. Rumus eksponensial

$$P_n = P_o e^{r \cdot n} \dots\dots\dots 2.11c$$

Dimana :

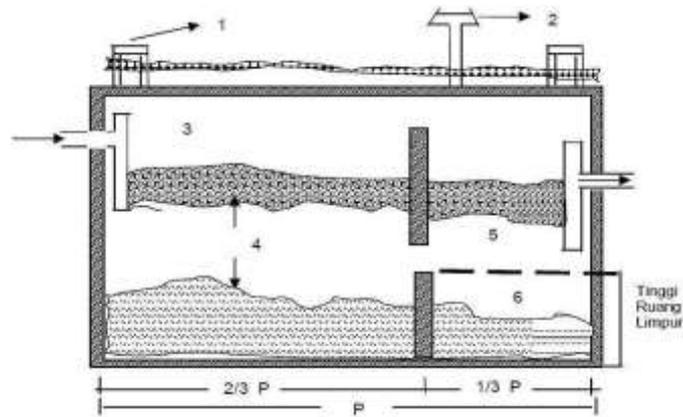
- $P_n$  = jumlah penduduk tahun awal perhitungan  
 $P_o$  = jumlah penduduk awal perhitungan  
 $r$  = rata – rata tingkat pertumbuhan penduduk (%)  
 $n$  = jangka waktu dalam tahun  
 $e$  = bilangan eksponensial = 2,7182818

#### 2.7.1 Persyaratan Tanki Septik

Persyaratan tangki septik yang digunakan haruslah sesuai dengan standart (SNI 03-2398-2002) sebagai berikut :

- a. Bahan bangunan harus tahan asam, kuat dan kedap air.
- b. Bahan untuk bangunan dasar, penutup, dan pipa penyalur air adalah batu kali, bata merah, batako, semen, PVC, plat besi, keramik, asbes seme, beton bertulang, beton biasa.
- c. Bentuk persegi panjang ( 2:1 s/d 3:1), lebar tangki minimal 0,75 m dan panjang 1,50 m, tinggi 1 – 5 m termasuk ambang batas 0,3 m.

Desain tangki dapat di contohkan dalam gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 tangki septik konvensional  
(Sumber : SNI 03-2398-2002)

Keterangan gambar :

1. Lubang pemeriksaan
2. Pipa udara
3. Ruang bebas air
4. Lubang jernih
5. Kerak
6. Lumpur

### 2.7.2 Perencanaan Pipa Saluran

Pipa merupakan hal yang terpenting dalam sistem pembuangan air limbah ini, sehingga pipa yang di pakai haruslah yang sesuai dengan standar. Standar yang dipakai sesuai dengan SNI No. 09-0084 atau SNI 06 – 06an 12. Dimana diameter pipa masuk dan keluaran minimum 110mm, dan pipa yang di gunakan harus yang tahan korosi. Sedangkan untuk pipa ventilasi dengan diameter 32mm.

## 2.8 Penelitian Terdahulu

Menurut penelitian Huda dkk, 2013 dengan judul “Analisa Faktor-Faktor Penting Penilaian Kriteria *Green Building* (Studi Kasus Pada Gedung-Gedung Kampus UWKS)” tujuan penelitian adalah menilai kriteria

*rating* (ser-tifikasi) dan penerapan kriteria *green building* pada gedung-gedung di lingkungan kampus UWKS berdasarkan standar nasional *Green Building Council Indonesia* (GBCI, 2010). Hasil penelitian didapatkan hasil analisa dengan melakukan kuisisioner dengan 100 responder yang di ambil secara acak. Kuisisioner di berikan dengan 31 kreteria *green building* menurut Greenship. (Aristia Putri A, dkk, 2012). Berdasarkan hasil survey kemudian di lakukan hitungan rata – rata (*mean*). Dan standar devisa (SD).

Menurut penelitian Wakhidah dkk, 2014 dengan judul “Pengukuran Kesesuaian Kriteria Green Building Pada Gedung Magister Manajemen Teknologi ITS” tujuan penelitian adalah hasil analisa dengan melakukan kuisisioner dengan 100 responder yang di ambil secara acak. Kuisisioner diberikan dengan 31 kereria *green building* menurut Greenship. (Aristia Putri A, dkk, 2012). Berdasarkan hasil survey kemudian di lakukan hitungan rata – rata (*mean*). Dan standar devisa (SD). Hasil penelitian di dapat perbandingan antara kondisi green yang ada dalam Greenship-GBCI dengan keadaan pada gedung Magister Manajemen Teknologi ITS.

Menurut penelitian (Kurniati, Deka dkk, 2014) dengan judul “Studi Implementasi *Green Building* Di Universitas Sebelas Maret Surakarta” tujuan penelitian yang pertama adalah mengetahui pengetahuan, persepsi, pengalaman, harapan, peran serta, dan kepedulian *owner* terhadap perwujudan *green building* di Universitas Sebelas Maret Surakarta, tujuan yang kedua Mengetahui pengetahuan, persepsi, pengalaman, harapan, peran serta, dan kepedulian *user* terhadap perwujudan *green building* di Universitas Sebelas Maret Surakarta, tujuan yang ketiga adalah Menganalisa dampak *green building* di Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hasil penelitian didapat hasil tingkat pengetahuan *owner* UNS

terhadap *green building* adalah kurang dan masih sekedar wacana. Pedoman pengembangan *green building* sudah tercantum dalam pemanfaatan lahan UNS. Berdasarkan perhitungan angket secara keseluruhan didapat 51,34% *user* UNS memiliki pengetahuan yang cukup baik.

Menurut penelitian Mayasari, dkk, 2016 dengan judul “Studi Perencana Pengembangan Universitas Hayim Asy’ari Sebagai *Green Campus*” tujuan dilakukan penelitian ini adalah berupa hasil observasi, studi pustaka dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian, Unhasy berpotensi untuk dikembangkan menjadi *Green Campus*, karena ruang kelas yang ada di Unhasy sudah sesuai dengan standar *Green Campus* yaitu menggunakan pencahayaan dan ventilasi alami sehingga hemat energi. Selain itu, di Unhasy masih banyak lahan kosong yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi ruang terbuka hijau yang menambah kesegaran kampus dan menunjang Unhasy menjadi *Green Campus*.

Menurut Firnando dkk, 2010, dengan judul “Penilaian Kriteria *Green Building* Pada Bangunan Gedung Rumah Sakit Universitas Sumatera Utara” tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil pengukuran kriteria *green building* berdasarkan standar GreenShip-GBCI pada gedung dengan cara melakukan pengamatan langsung dan wawancara verifikasi.