

# KAJIAN DESAIN GEDUNG GRHA WIKSA PRANITI TERHADAP TATA KELOLA AIR BERKELANJUTAN

**Shirley Wahadamaputera, Abdullah, Jeffray Enokh Bayoe, Fachri Abdau  
Ramadhan, Michael Rahmadita**

Email shirl@itenas.ac.id

## *Abstrak*

*Kota Bandung merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki sistem drainase yang kurang baik, sehingga sering mengakibatkan banjir di beberapa daerah kota yang biasa disebut banjir 'cileuncang'. Gedung Grha Wiksa Praniti merupakan bangunan yang dibangun PuslitbangKim dan dirancang dengan memperhatikan aspek lingkungan, berdasarkan konsep yang memecahkan masalah air limpasan permukaan dengan cara memanfaatkan air hujan sebagai sumber cadangan air bersih di samping sumber PDAM dan Sumur Bor. Konsep yang mendukung lingkungan berkelanjutan ini dapat dijadikan contoh dan diperhatikan oleh perencana sejak tahap awal perencanaan. Guna mengetahui aspek apa saja yang perlu diperhatikan dalam mendesain bangunan dengan konsep pemanfaatan air berkelanjutan, dilakukan kajian terhadap gedung ini. Metoda kajian analisis deskriptif terhadap teori tentang desain gedung serba guna, pengolahan air hujan, pengolahan air kotor, dan penempatan alat pada desain bangunan dan lahan dibandingkan dengan penerapan. Analisis di lapangan menunjukkan bahwa bangunan dengan konsep desain pengolahan air yang berkelanjutan akan berpengaruh terhadap penataan zona ruang luar dan zona ruang dalam pada sebuah desain bangunan.*

**Kata kunci:** Pemanfaatan Air Berkelanjutan, Desain Zona Ruang Luar Dan Zona Ruang Dalam.

## *Abstract*

*Bandung is a city with a poor drainage system, which often results floods in some areas of the city called 'banjir cileuncang'. Grha Wiksa Praniti PuslitbangKim built and designed based on the concept which solves problems surface water runoff by utilizing rainwater as a source of clean water reserve in addition to the PDAM and Drilling taps water. This concept would be a good example to support a sustainable environment concept and should be considered by planners since the early stages of planning. A study on Grha Wiksa Praniti conducted to find out aspects which needed to be considered in designing a building with the concept of sustainable use of water. Find outs through a descriptive analysis method which compares theory and application on designing a multi-purpose building, rain water treatment, sewage treatment, and placement of tools in the design of buildings and site analysis, indicates that building with the concept of sustainable water treatment design will affect the arrangement of inside out space zoning in the building design.*

**Keywords:** Sustainable Water Utilization, inside building zoning, outside building zoning.

## 1. PENDAHULUAN

Kota Bandung merupakan salah satu kota di Indonesia yang memiliki sistem drainase yang kurang baik sehingga sering mengakibatkan banjir di beberapa daerah kota yang biasa disebut banjir 'cileuncang'. Hal ini bisa diatasi jika masyarakat yang mendirikan bangunan dan pemerintah yang mengatur pelaksanaan pembangunan di kota Bandung memperdulikan pengolahan air limpasan permukaan. Respon terhadap isu permasalahan lingkungan seperti banjir yang diakibatkan oleh pembangunan gedung yang tidak memperhatikan kondisi atau aturan bangunan yang ramah lingkungan, dilakukan Pusat Litbang Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dengan cara ikut berperan memberikan kontribusi lewat aplikasi hasil-hasil penelitian terkait masalah bangunan, bahkan menerapkannya pada perencanaan gedung serba guna Grha Wiksa Praniti atau 'GRANITI'. Bangunan yang berfungsi sebagai gedung pertemuan dan pameran hasil penelitian Puslitbangkim yang berlokasi di jalan Turangga No.5-7 Bandung. Gedung GRANITI dibangun pada tahun 2011 dan dilanjutkan pembangunannya pada tahun 2012 untuk melengkapi jaringan mekanikal utilitas dan lansekap. Gedung Serba Guna GRANITI merupakan salah satu aplikasi wujud nyata dari pengembangan penelitian litbang terhadap pembangunan. Gedung ini berdiri di lahan seluas satu hektar yang dalam pembangunannya tidak semua lahan dimanfaatkan dan diubah menjadi bangunan beton, namun sisa lahan dikosongkan dan dijadikan sebagai area resapan air hujan. Untuk memberikan gambaran tentang bangunan yang ramah lingkungan maka kajian ini difokuskan kepada bagaimana desain bangunan gedung Grha Wiksa Praniti ditinjau terhadap pemanfaatan ulang air yang berkelanjutan, khususnya sistem pengolahan air bersih dan air kotor beserta peralatan dan penempatannya yang diterapkan pada penataan zona fungsi ruang luar dan ruang dalam bangunan.

## 2. METODOLOGI

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda analisis deskriptif, yaitu membandingkan teori tentang aspek desain gedung serba guna, sistem pengolahan air hujan, pengolahan air kotor, dan penempatan alat pada desain bangunan serta lahan terhadap data penerapan di lapangan yang diperoleh melalui observasi dan wawancara.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

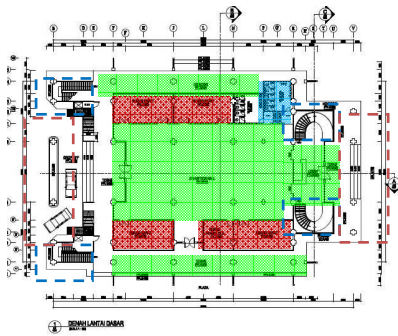
Grha Wiksa Praniti merupakan salah satu gedung serba guna yang mendapat penghargaan *Green listing* atas sistem pengolahan air yang diterapkan oleh Pusat Penelitian Bangunan Kota Bandung. Guna memperoleh gambaran tentang penerapan tata kelola air berkelanjutan pada desain GRANITI dilakukan kajian terhadap zoning ruang dalam dan luar, sistem pengolahan air bersih dan air kotor.

### 3.1. Analisis Zona Fungsi Ruang Dalam

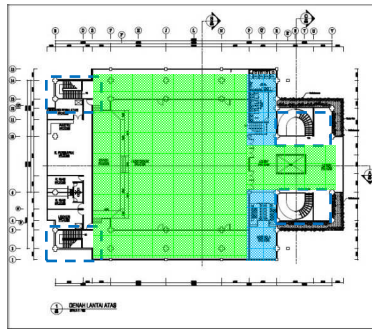
Menurut Ezra D Ehrenkrantz dalam bukunya *Architectural Sistem* [2]. Penentuan kebutuhan minimum ruang, dengan segala aktifitasnya yang berada didalamnya harus direncanakan untuk memastikan agar pemakaian suatu ruang tidak dialokasikan berulang.

Ruang yang digunakan secara bersama untuk beberapa kegiatan direncanakan dengan seksama agar kegiatan dapat berlangsung dengan simultan. Pengelompokan ini menghasilkan zona dalam bangunan.

Zona fungsi ruang dalam pada Gedung GRANITI dibagi menjadi zona horizontal dan vertikal. Zona Horizontal adalah penandaan area atau ruang yang menunjukkan pola hubungan antar ruang secara horizontal (mendatar), (lihat gambar 1 dan 2). Sebaliknya Zona Vertikal menunjukkan pola hubungan antar ruang secara vertikal (tegak). (lihat gambar 3 dan 4)



Gambar 1. Denah Lantai 1

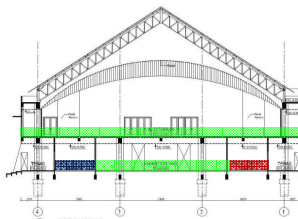


Gambar 2. Denah Lantai 2

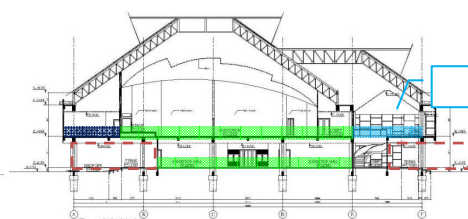
- Zona Publik
- Zona Privat
- Zona Semi Publik
- Zona Servis
- Drop Off Area
- Tangga Publik

Lantai dasar terdiri dari zona publik (exhibition hall, koridor, plaza, lobby), zona privat (ruang rapat), zona semi publik (ruang pengelola.) , zona servis (toilet pria dan wanita). (Lihat gambar 5)

Lantai atas terdiri dari zona publik (auditorium, mushola, loby), zona privat (ruang rias, loker), zona semi publik (ruang persiapan, pantry), zona servis (toilet pria dan wanita, ruang wudhu pria dan wanita, gudang peralatan). (Lihat Gambar 6)

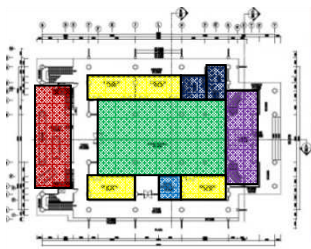


Gambar 3. Potongan A-A



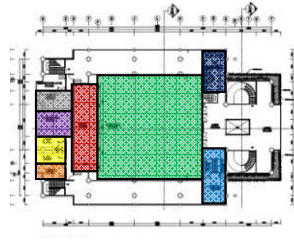
Gambar 4. Potongan B-B

- Zona Publik
- Zona Privat
- Zona Semi Publik
- Zona Servis
- Drop Off Area
- Tangga Publik



Gambar 5. Denah Lantai Dasar

- Keterangan :
- Lantai dasar
- Drop area
  - Ruang rapat
  - Ruang pengelola
  - Exhibition hall
  - Lobby
  - Toilet pria dan wanita



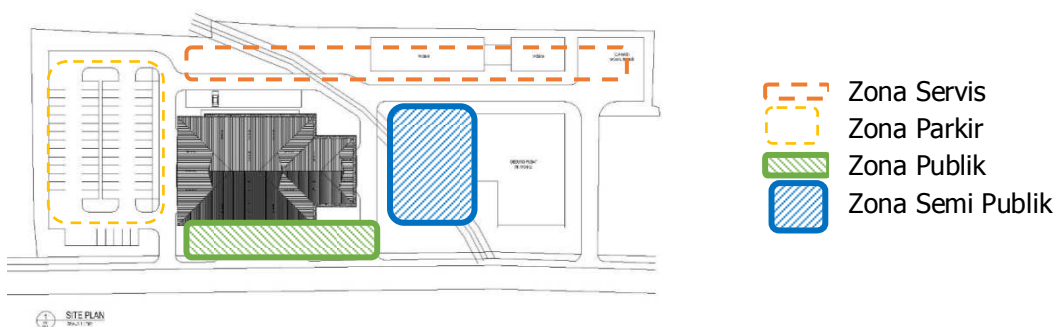
Gambar 6. Denah Lantai Atas

- Lantai atas
- Auditorium
  - Stage
  - Ruang persiapan
  - Ruang rias
  - Mushola
  - Pantry
  - Toilet pria dan wanita
  - Ruang loker

Analisis terhadap zoning vertikal pada gambar 4 menunjukkan bahwa dibutuhkan ruang guna penempatan peralatan didalam bangunan untuk mendukung sistem air bersih yang diterapkan.

### 3.2. Analisis Zona Fungsi Ruang Luar

Menurut Salingeros, Nikos A, dalam bukunya *Urban Space and Its Information Fields*; Journal of Urban Desain, Volume 4, [1]. Zona fungsi ruang luar adalah ruang terbuka yang sengaja dirancang secara khusus untuk kegiatan tertentu, dan digunakan secara intensif, seperti halaman sekolah, lapangan olahraga, termasuk plaza dan square.



Gambar 7. Site Plan

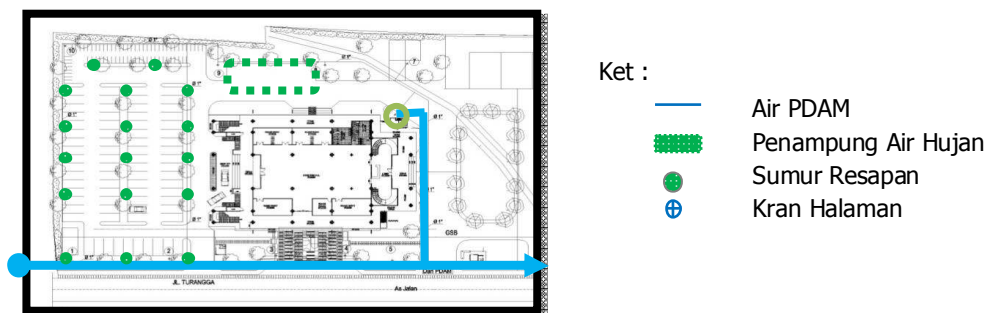
Penataan Zona fungsi ruang luar GRANITI dilakukan dengan memisahkan area servis, parkir dan taman. Zona bertanda warna hijau adalah taman terbuka, kolam sanita ditandai warna biru. Penanda merah adalah area servis sebagai penempatan alat utilitas seperti reservoir dan genset, sedangkan warna kuning menandai fungsi tempat parkir kendaraan. (lihat gambar 7. Site Plan)

Ketentuan Koefisien Dasar Bangunan pada site gedung pada site adalah sebesar 60% sedangkan area terbagnun adalah 30% [4], sehingga site mampu menyediakan ruang terbuka 50% lebih luas dari persyaratan peraturan di Kota Bandung.

### 3.3. Analisis Sistem Pengolahan Air Bersih.

#### 3.3.1. Sumber Air Bersih

Air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologis, sehingga apabila dikosumsi tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990) yang di kelola oleh Pemerintah Daerah.



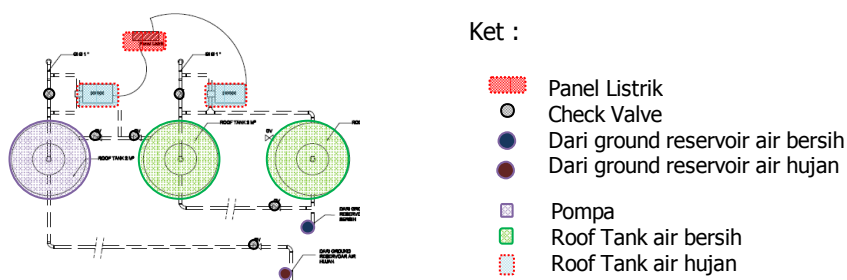
Gambar 8. Titik Penempatan Sumur Resapan dan Jaringan Sumber Air Bersih

Air bersih pada gedung GRANITI bersumber dari air PDAM, Sumur bor, dan air hujan yang didaur ulang.

### 3.3.2. Proses Pengolahan Air Hujan pada Gedung GRANITI

Menurut Rochem, dalam bukunya Water Desalination Reverse Osmosis system [3]. Proses mengolah air hujan menjadi air bersih atau sering dikenal dengan istilah desalinasi dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) macam

Proses desalinasi pertama dikenal sebagai proses destilasi yaitu memanfaatkan energi panas untuk menguapkan air asin. Uap air tersebut selanjutnya didinginkan menjadi titik-titik air dan hasilnya ditampung sebagai air bersih yang tawar. Proses desalinasi yang kedua adalah menggunakan teknik pertukaran ion yang memanfaatkan proses kimiawi untuk memisahkan garam dalam air. Pada proses ini ion garam ( $\text{Na Cl}$ ) ditukar dengan ion seperti  $\text{Ca}^{+2}$  dan  $\text{SO}_4^{-2}$ . Proses desalinasi yang ke tiga menggunakan filter semipermeabel untuk memisahkan molekul garam dalam air. Proses ketiga ini lebih dikenal dengan sistem osmose balik (Reverse Osmosis). Keistimewaan dari proses ini adalah mampu nyaring molekul yang lebih besar dari molekul air. Sehingga air hujan yang telah melalui proses tersebut siap digunakan untuk kebutuhan bangunan.

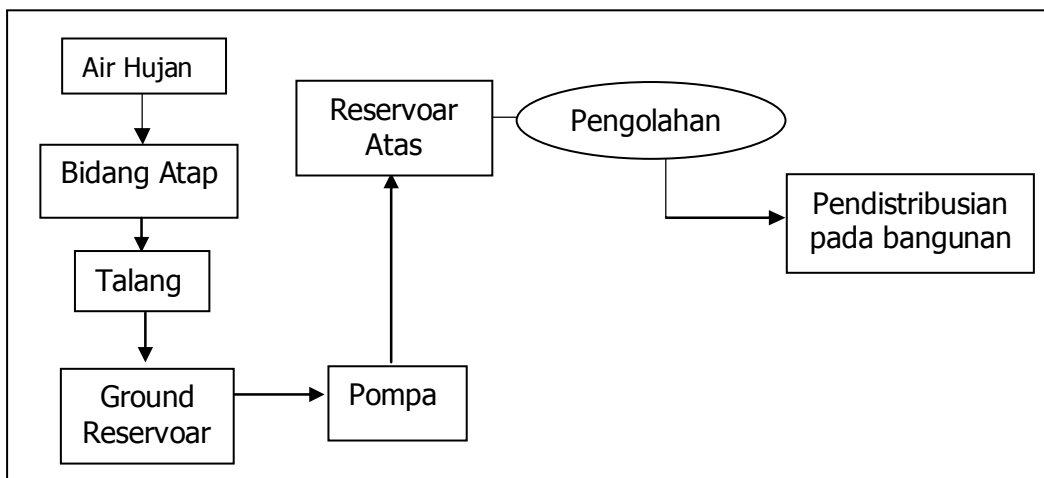


Gambar 9. Tangki Filtrasi Air Hujan

### 3.3.3. Proses Pemanfaatan Air Hujan pada Gedung GRANITI

Menurut Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990, pemanfaatan ulang air pada prinsipnya menampung, mengolah air yang ada seperti air hujan menjadi air baku yang layak dikonsumsi yaitu memenuhi persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis, dan BOD.

Guna memperoleh air yang memenuhi kualitas air minum dilakukan proses pengolahan air hujan dan distribusi yang berkesinambungan seperti pada gambar 10, sehingga kebutuhan air bersih dapat dipenuhi dalam site .

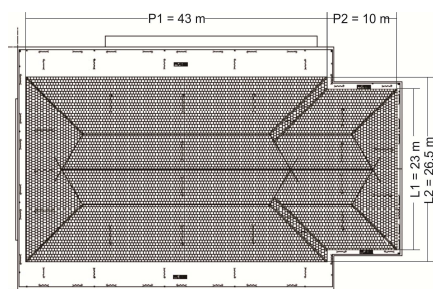


Gambar 10. Diagram pengolahan air hujan

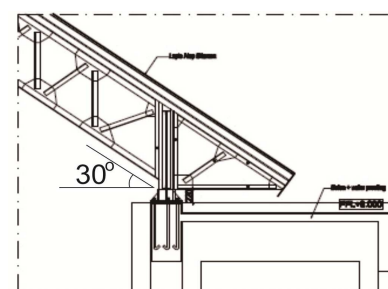
Air hujan yang jatuh keatap dialirkan ke ground reservoir begitu juga dengan air yang ada di drainase dialirkan ke ground reservoir melalui penyaringan terlebih dahulu. Dari ground reservoir dipompa naik ke roof tank, kemudian di alirkan kedalam bangunan. Untuk menjaga kesetabilan kebutuhan air pada bangunan, maka tangki reservoir dibuat saling terhubung dengan sumur resapan. Air hujan dari perkerasan, paving block dan grass block diresapkan kembali kedalam tanah melalui sumur resapan pada site ( lihat gambar 8 ), hanya kelebihanannya saja yang dialirkan ke drainase kota atau keluar dari site bangunan (zero run off). Gedung GRANITI menggunakan sumur resapan tipe III.(lihat gambar 13). Air dari sumur resapan menjadi sumber air cadangan pada musim kemarau.

**3.3.4. Bidang Tampung Air Hujan Pada Bangunan**

Menurut SNI 06-2459-2002, tentang spesifikasi sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan [6], bidang tadah adalah daerah permukaan yang menampung limpasan air hujan, dapat berupa atap ataupun permukaan tanah yang terkedapkan. Bidang tampung pada bangunan GRANITI dibagi menjadi dua yaitu sistem penampungan air hujan menggunakan perangkat air melalui bidang datar dan bidang miring ( Gambar 11 dan 12 ).



Gambar 11. Dimensi Atap



Gambar 12. Kemiringan Atap

nalisa

Perbandingan antara total luas atap dengan total luas penampang talang yang digunakan  $\Sigma A \text{ m}^2$  bidang atap  $\approx \Sigma A \text{ m}^2$  penampang talang [7]. Berdasarkan perhitungan perbandingan diperoleh luas bidang atap adalah 3029 m<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned} \text{Luas atap : } L &= P \times L : \cos(z) \\ &= \frac{(P_1 + P_2) \times (L_1 + L_2)}{\cos(z)} \\ &= \frac{(43 + 10) \times (23 + 26,5)}{\cos(30)} \\ &= \frac{53 \times 49,5}{0,866} \\ &= 3029 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Air yang jatuh pada bidang atap harus dialirkan secepat mungkin dan meninggalkan bidang atap, sehingga perhitungan terhadap jumlah talang harus dilakukan dengan seksama. Dengan membuat perbandingan jumlah luas bidang atap terhadap luas talang dilakukan perhitungan sebagai berikut :

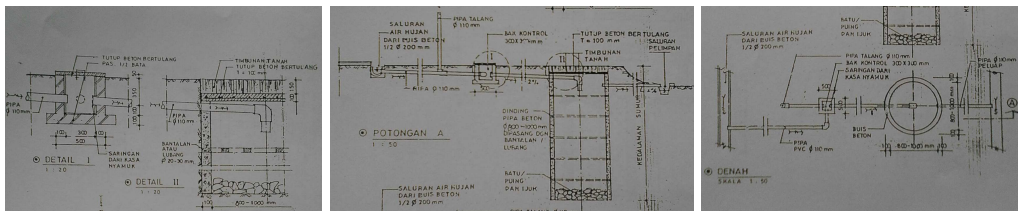
3.029 Luas bidang atap  $\approx 302.900 \text{ cm}^2$  total luas talang

@ talang r 5 cm<sup>2</sup> =  $\pi r^2 = 3,14 \times 5^2 = 78,5 \text{ cm}^2$

Jumlah talang yang dibutuhkan  $\frac{3.029}{78,5} = 38,6$  talang.

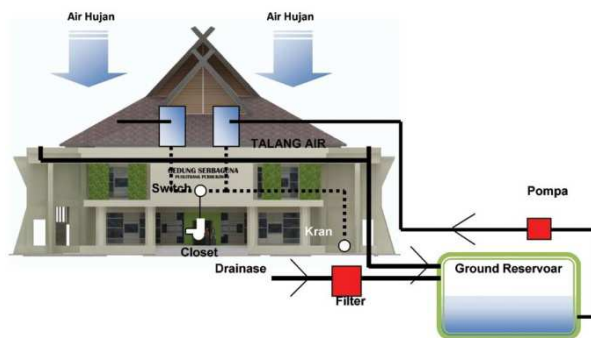
Jumlah talang yang terdapat pada bangunan GRANITI adalah 40 buah yang tersebar di 20 titik sedangkan hasil perhitungan hanya membutuhkan 39 buah talang. Jadi air dapat meninggalkan bidang atap tanpa terjadi genangan.

Air hujan yang jatuh pada atap dialirkan melalui talang tegak, saluran keliling yang dialirkan ke ground reservoir melalui alat saringan terlebih dahulu. Dari ground reservoir dipompa naik ke roof tank, kemudian di alirkan kedalam bangunan. Untuk menjaga kestabilan kebutuhan air pada bangunan, maka tangki reservoir dibuat saling terhubung dengan sumur resapan. Menurut SNI no. 06-2459-2002, tentang spesifikasi sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan[6], sumur resapan air hujan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan kedalam tanah.



Gambar 13. Detail Sumur Resapan [6]

### 3.3.5. Analisis Penempatan Peralatan



Gambar 14. Sistem pengolahan air hujan [5]

Kebutuhan air bersih pada bangunan dihitung terhadap jumlah orang dan pemakaian perhari sebagai berikut :

Perhitungan Kebutuhan Air Bersih	
Terdapat 3 tangki penampungan air hujan, masing-masing memiliki kapasitas 6 m <sup>3</sup> , total keseluruhan penampungan 18 m <sup>3</sup> .	Perhitungan Kapasitas Penampungan Air bersih :
Jumlah Orang = 1264 (luas bangunan) : 6 m <sup>2</sup> = 211 orang	= 3 buah tangki x kapasitas per tangki
Dalam sehari setiap orang membutuhkan 50 liter dengan mengacu kepada peraturan kebutuhan per orang per hari pada fungsi bangunan non rumah.	= 3 buah x 6 m <sup>3</sup>
Kapasitas tangki penampungan air bersih yang disediakan dapat memenuhi kebutuhan air bersih pada bangunan Grha Wiksa Praniti.	= 18 m <sup>3</sup>
	Perhitungan kebutuhan air pada bangunan :
	= Jumlah orang x 50 liter
	= 211 x 50 liter
	= 10.550 liter

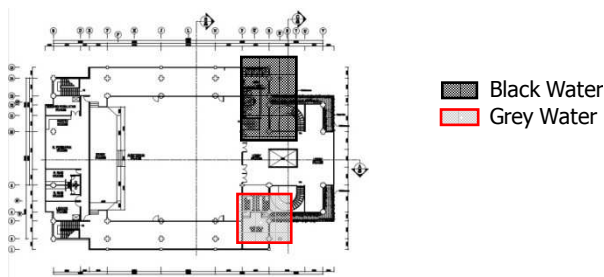
Tabel 1 Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Berdasarkan peritungan diatas dapat diinnat danwa dibutuhkan persiapan tempat bagi peralatan sediaan air bersih pada denah yang dapat memuat tangki penampungan.

### 3.4. Analisis Sistem Pengolahan Air Kotor

#### 3.4.1. Sumber Air Kotor Pada Gedung Graniti

Limbah cair atau 'Black Water' adalah air limbah yang mengandung kotoran manusia dan urin yang berasal dari toilet, urinial / bidet. Air Bekas Pakai atau 'Grey Water' mengandung residu dari proses mencuci yang berasal dari bak mandi, shower, wastafel dan 'Floor Drain' .



Gambar 15. Denah Zona Sumber Air Kotor

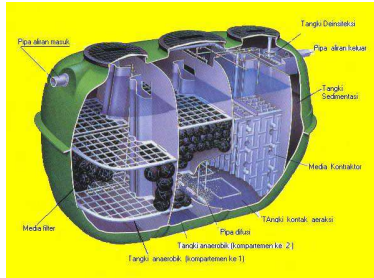
Air Limbah yang dihasilkan pada gedung GRANITI hanya berasal dari toilet pria dan wanita serta air dari tempat wudhu, dimana air limbah dari tempat wudhu digolongkan



kedalam limbah cair atau black water sedangkan air dari tempat wudhu digolongkan kedalam Grey water atau air bekas pakai.

### 3.4.2. Sistem Pengolahan

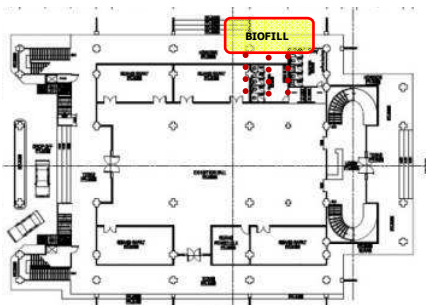
Gedung Grha Wiksa Praniti menggunakan septik tank dengan jenis Biofill dengan jarak 1,5 meter dari teras. Pemilihan Septik Tank jenis ini efektif digunakan pada bangunan dengan konsep berkelanjutan, karena air yang dihasilkan dapat dibuang kesaluran umum dan tidak menghasilkan bau. (Lihat gambar 16)



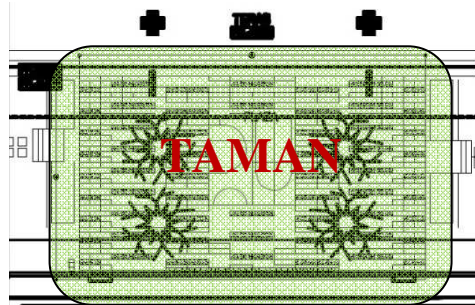
Gambar 16. Sistem Pengolahan Biofil

### 3.4.3. Sistem Penempatan Peralatan

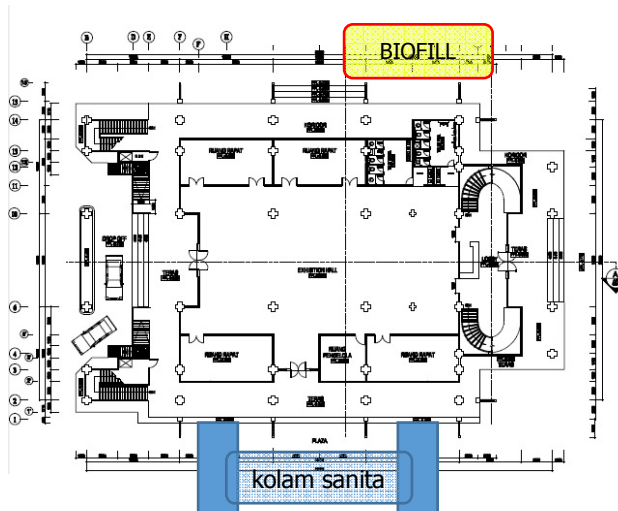
Berdasarkan Jurnal Permukiman, Vol.6 No.2 2011, Ida Medawaty, R. Pamekas. Sanitasi Taman (SANITA) adalah alternatif sistem yang dapat memperbaiki kualitas air limbah rumah tangga. Konsep Desain Taman GRANITI menempatkan Kolam Sanitasi pada taman ini. Air limpasan dari kolam ini dialirkan menuju sumur resapan yang berada disekitar taman (Lihat gambar 19). Area taman yang digunakan sebagai ruang untuk sistem sanitasi pada air limbah ini tidak hanya untuk mendaur ulang air saja, tetapi digunakan juga sebagai salah satu estetika bangunan yang menarik. (lihat gambar 15)



Gambar 17. Denah Penempatan Biofil



Gambar18. Denah Taman dan Kolam sanitasi



Gambar19. Denah Penempatan Peralatan

Besaran ruang yang perlu volume buangan dari ged

n diperhitungkan terhadap

Menurut UNDP no. INS/84/005, urban sanitation invesment support tentang rencana sistem tangki septik. Perhitungan kebutuhan kapasitas penampungan untuk penahan cairan adalah sebagai berikut :

$$B = P \times Q \times T$$

Q = banyaknya aliran air limbah (l/ orang / hari) 120-160 liter per orang per hari untuk rumah dengan pelayanan penuh, semua air limbah dibuang ke tangki septik.  
50-60 liter per orang per hari untuk rumah dengan sambungan minimal (terdapat kran-kran air di halaman).

30 liter untuk toilet yang dijalankan dengan air konvensional

10 liter per orang per hari jika tangki septik di hubungkan dengan toilet yang digelontorkan dengan tangan.

T = keperluan waktu penahanan minimum dalam sehari.

Untuk tangki hanya menampung limbah WC

$$T = 2,5 - 0,3 \log (PQ) > 0,5$$

Untuk tangki yang menampung limbah WC + dapur + kamar mandi

$$T = 1,5 - 0,3 \log (PQ) > 0,2$$

<b>Perhitungan Bak Penampungan Air Kotor</b>	
Perhitungan Kapasitas Tangki	Va = Volume air dalam septic tank
Rumus 1 :	= QOT
Va = QOT	= 200 l/org/hari x 10 org x 1 hari
Va = Volume air dalam tangki (m3)	= 2000 l = 2000 dm <sup>3</sup>
Q = Kuantitas air limbah (l / org / hari)	= 2 m <sup>3</sup>
~> 60~200 l / org / hari	VI = Volume lumpur yang mengendap
O = Jumlah pemakai (org)	= OLP
T = Waktu detensi (hari)	= 10 org x 40 l/org/hari x 2 thn
Rumus 2 :	= 800 l = 800 dm <sup>3</sup>
VI = OLP	= 0,8 m <sup>3</sup>
VI = Volume lumpur yang mengendap (m3)	Tu = Tinggi ruang bebas air = 30 cm = 0,30 m
O = Jumlah pemakai (org)	Vt = Va + Vi = 2 m <sup>3</sup> + 0,8 m <sup>3</sup> = 2,8 m <sup>3</sup>
L = Banyaknya lumpur yang mengendap	Dimensi septic tank (p x l x t) =
P = Periode pengurusan (thn)	2,54 m x 1,00 m x (1,20+0,30 m) = 2,8 m <sup>3</sup>
	2,54 m x 1,00 m x 1,50 m (1 buah septic tank)
Dengan menggunakan 4 buah tangki biofil dengan tipe BF-06 yang berkapasitas 2,145 liter/tangki, maka kebutuhan akan penampung air kotor black water dapat terpenuhi dengan baik.	

Tabel 2 Perhitungan Bak Penampungan Air Kotor

#### 4. KESIMPULAN

Analisis menunjukkan bahwa desain zona fungsi ruang dalam akibat fungsi kegiatan pada desain bangunan akan mempengaruhi pola hubungan antar ruang-ruang publik, privat, semi publik terhadap ruang servis sebagai tempat peralatan sistem pengolahan air berkelanjutan di dalamnya. Desain bangunan yang menggunakan konsep tata kelola air berkelanjutan memberikan dampak positif bagi pemukiman warga disekitar bangunan. Pemanfaatan air hujan sebagai pemenuh kebutuhan air bersih pada bangunan, berdampak baik dalam memperbaiki keadaan tinggi muka air tanah yang terdapat di sekitar kawasan, melalui penataan bidang resapan pada site yang kemudian bisa dimanfaatkan warga yang menggunakan sumur bor sebagai sumber air bersih sehari-hari. Air kotor yang dihasilkan oleh bangunan ini juga diolah dengan baik. Dengan adanya desain kolam sanitasi, air kotor diproses sehingga dapat digunakan kembali untuk menyiram tanaman. Kolam sanitasi yang terletak pada site di desain menjadi taman sebagai salah satu estetika bangunan. Jadi aspek-aspek yang perlu diperhatikan pada desain bangunan dengan konsep tata kelola air

berkelanjutan adalah penyediaan ruang bagi peralatan pendukung sistem, desain atap, desain talang tegak dan saluran disekeliling bangunan. Demikian pula diperlukan penataan bidang resapan air hujan pada site dan penempatan peralatan pendukung sistem yang harus direncanakan sejak awal tahap desain.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- [1] Salingaros, Nikos A, 1999. *Urban Space and Its Information Fields*; Journal of Urban Desain, Volume 4.
- [2] Ehrenkrantz, Ezra D, 1986. Architectural System Page 36. New York : Mc. Graw HillBook Company.
- [3] Rochem,1999. Water Desalination Reverse Osmosis system
- [4] Hermawan, Yuri2013. Masalah Bangunan, Vol.48, No.1. Pusat Litbang Permukiman.
- [5] Ida Medawaty, R. Pamekas,2011. Jurnal Permukiman, Vol.6 No.2. Pusat Litbang Permukiman.
- [6] Badan Standar Nasional ,Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan. SNI No. 06-2459-2002.
- [7] UNDP, 1987. Rencana Sistem Tangki Septik. INS/84/005.