

BUBBLEBOWL HUS (HOUSE UNDER SEA): PERUMAHAN BAWAH LAUT RAMAH EKOSISTEM DI PANTAI JAKARTA UTARA

Donny Prasetya Atmaji¹⁾, La Ode Nizam Asrim¹⁾, Muhammad Arsyad Putra Pratama³⁾, Nur Hasanah⁴⁾

Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

¹email: donnyprasetya_atmaji10@yahoo.co.id

²email: nizam11@mhs.mat-eng.its.ac.id

³email: arsyad12@mhs.mat-eng.its.ac.id

⁴email: hasanah2nur@gmail.com

Abstract

The high population density and land subsidence is a major problem that threatens the population of northern Jakarta. Land used for new resident housing and green space is very hard to find. Making Bubblebowl aim to formulate the concept of the use of land from the sea with preserve the ecosystems therein, reduce the density of population on land, and realize the land as a city park. so can anticipate and prevent sinking of the northern city of Jakarta. The method used is pay attention to the mechanical effect that occurs and analyze based on calculations and concepts defined.

Keywords: *Bubble Bowl, density, sinking, land subsidence, residential*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. Salah satu contoh yang dapat diambil adalah ibu kota Jakarta. Hal ini disebabkan jumlah kelahiran dan arus urbanisasi ke Jakarta sangat tinggi, dan meningkat tiap tahunnya. Sehingga, secara otomatis lahan yang dibutuhkan untuk tempat tinggal penduduk akan semakin besar. Hal ini tidak sebanding dengan luas daratan daerah Jakarta yang hanya 661,52 km² dan lautan: 6.977,5 km² (JAMKESDA DKI 2011).

Berdasarkan sensus penduduk tahun 2010 jumlah penduduk kota Jakarta mencapai 9.607.787 jiwa. Hal ini berakibat pada kurangnya lahan untuk tempat tinggal penduduk. Kepadatan penduduk tidak serta merta menunjukkan tatanan kota yang baik, hal ini bisa ditunjukkan dengan banyaknya pendirian bangunan di atas tanah pemerintah tanpa izin mendirikan bangunan. Lalu, tingkat kemiskinan semakin bertambah seiring dengan banyaknya masyarakat yang tidak diimbangi dengan tersedianya lapangan pekerjaan yang menunjang.

Fakta penurunan muka tanah yang diprediksikan akan menenggelamkan Jakarta pada tahun 2030 juga semakin memperburuk keadaan. Laporan Dinas Perindustrian dan Energi DKI Jakarta menunjukkan bahwa dalam selang tahun 2008-2010, penurunan muka tanah pada lahan Jakarta Utara adalah sebesar 24,7 cm di daerah Pantai Mutiara, 20 cm di daerah Kelapa Gading, 16,4 cm di daerah Pantai Indah Kapuk dan 12,9 cm di daerah Ancol.

Dalam kondisi berkurangnya lahan, kota Jakarta semakin kekurangan tempat untuk tempat tinggal penduduk dan ruang hijau kota. Oleh karena itu, diperlukan suatu tempat atau lahan dimana mampu memuat banyak penduduk dan tidak jauh dari pusat kota, atau masih bisa di tempuh dalam waktu singkat. Sebuah perumahan atau kompleks bawah laut, dengan konsep perumahan yang diselubungi oleh kubah transparan berbentuk setengah elips adalah gagasan yang dapat digunakan untuk menanggapi masalah tersebut.

Gagasan ini bertujuan merumuskan konsep pemanfaatan luas lahan dari laut, mengurangi padatannya penduduk di darat, mengefisienkan lahan di darat untuk hal-hal yang lebih penting misalnya taman kota, mengantisipasi

tenggelamnya kota Jakarta dengan menggunakan lahan di bawah laut tanpa merusak ekosistem yang ada tetapi justru melestarikan ekosistem didalamnya. Konsep ramah lingkungan ditunjukkan dengan adanya penggunaan teknologi yang ramah lingkungan mulai dari sistem penghasil energi, sanitasi, pencarian air bersih, keperluan oksigen, dan pemanfaatan cahaya matahari.

2. METODE

Bubble bowl HUS dirancang dengan memperhatikan pengaruh mekanik yang terjadi, analisis yang digunakan adalah berdasarkan data pustaka dan perhitungan dengan menggunakan konsep kalkulus.

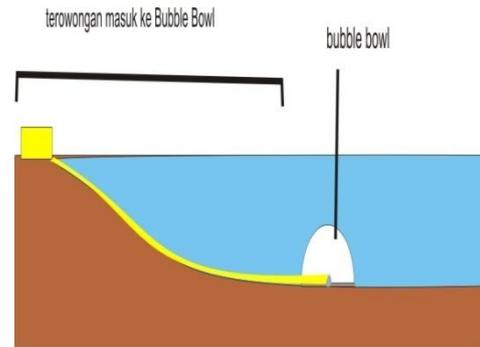
House Under the Sea (HUS) didirikan dengan pola tertentu agar memberikan suasana yang asri dan nyaman dengan sistem lingkungan hijau karena digunakan inovasi yang teknologi terbaru.

Dalam gagasan ini, ukuran yang digunakan untuk luas daerah yang tertutupi bubble bowl adalah sebesar 785.000 m^2 (jari-jari sebesar 500 m) dan dengan tinggi 50 meter sehingga tersedia ruang yang cukup luas sebagai tempat tinggal yang menunjang aktivitas warga. Adapun dimensi bangunan berdasarkan rancangan yang dikehendaki, namun prinsipnya adalah sama, yaitu menggunakan persamaan kalkulus untuk mengidentifikasi volume dan luasan daerah yang terbentuk dari kurva ellips.

Struktur ini didirikan di dasar laut Jakarta utara dengan pertimbangan seperti yang telah disebutkan di atas dan proses konstruksi tertentu agar dapat menahan gaya angkat ke atas oleh gas dan tidak terbawa arus laut sehingga menjadi tempat yang nyaman dan tenang untuk penghuni HUS itu sendiri. Sesuai dengan fungsinya yaitu melindungi HUS (House under the sea) yang ada didalamnya dari gangguan. Perancangan struktur mempertimbangkan faktor-faktor yang akan terjadi nantinya, yaitu besarnya gaya angkat, tekanan, getaran, dan lainnya.

Jalur akses ke Bubble Bowl berupa dua buah terowongan. Jalur ini di buat satu arah (arah masuk dan keluar) untuk menghindari

kemacetan maupun gangguan lalu lintas lainnya.



Gambar 1. Jalur masuk bubble bowl HUS tampak samping

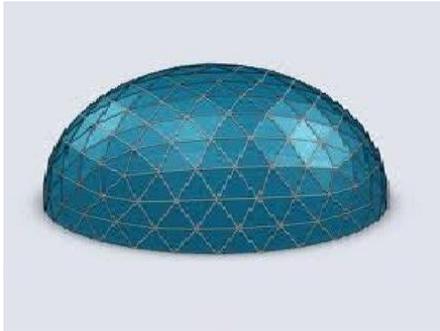
Konsep ramah ekosistem yang digagas mengacu pada penggunaan energi, pemanfaatan limbah, transportasi, dan pengalihfungsian daratan sebagai lahan hijau guna menghambat penurunan muka tanah. Adapun Metode yang digunakan dalam konsep ekosistem ini, berdasarkan peninjauan pustaka mengenai penelitian yang ada sebelumnya.

Dengan metode yang digunakan tersebut, diharapkan dapat diperoleh struktur yang benar-benar dapat diimplementasikan sehingga gagasan tersebut bisa terealisasikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bubble bowl HUS adalah sebuah perumahan yang berada di bawah laut ditutupi oleh sebuah kubah transparan yang sangat besar terbuat dari material yang tidak bisa pecah ataupun retak akibat hantaman gelombang laut karena perhitungan dimensi tertentu. Bubble bowls HUS terdiri dari struktur penutup atas, perumahan didalamnya, dan dua jalur transportasi yang terbentuk seperti pipa.

Bagian penutup atas berbentuk kubah transparan disebut Bubble bowl.



Gambar 2. Bubble bowl

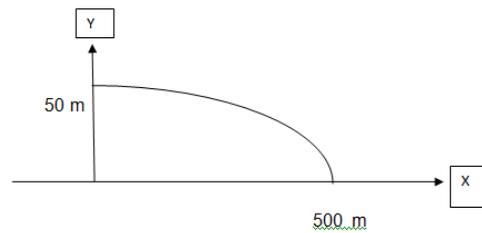
Material yang digunakan adalah kaca yang berasal dari pencampuran nanopartikel silika (SiO₂) dan material tambahan lainnya yang dapat memberikan sifat kuat dan dapat bertahan dari getaran thermal, korosi, pemuaian dan faktor lainnya dalam laut. Hal tersebut dapat kita ketahui dari data sifat fisis kaca yang ditunjukkan dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Sifat fisis kaca

Densiti	2.5 pada suhu 21°C
Koefisien pemuaian	86 x 10 ⁻⁷ m/°C
Titik luluh	730°C
Elastisitas	69GPa
Daya kompresif 25mm :	248 MPa
Kekuatan regangan (standar)	19.2 – 28.4 MPa
Kekuatan regangan (diperkeras)	175 MPa

Buble bowl ditanam dengan konstruksi tertentu di laut utara kota Jakarta yang tidak terlalu jauh dari kota Jakarta atau sekitar kedalaman 75 m untuk memudahkan akses dari dan ke kota Jakarta. Kedalaman laut juga menjadi pertimbangan yang penting mengingat masuknya cahaya matahari dalam bubble adalah sekitar kedalaman 200 m. Sehingga, cahaya matahari dapat digunakan untuk penerangan saat siang dan untuk manfaat lainnya.

Dimensi bubble bowl yang dirancang memiliki luas daerah tertutupi adalah sebesar 785.000 m² (jari-jari sebesar 500 m) dan dengan tinggi 50 meter. Dari dimensi tersebut, terbentuk kurva ellips yang dapat diidentifikasi dengan persamaan:



Gambar 3. Kuva Ellips

$$\frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{r^2} = 1 \quad (1)$$

(Kreyzig, E.1998)

Sehingga diperoleh persamaan:

$$y^2 = 2500 - 0,01 \cdot x^2 \quad (2)$$

maka volume bubble bowl tersebut adalah ():

$$V = \pi \int_0^{500} y^2 dx \quad (3) \quad (\text{Kreyzig, E.1998})$$

$$V = \pi \int_0^{500} (2500 - 0,01 \cdot x^2) dx$$

$$V = \pi \left[2500x - 0,01 \cdot \frac{x^3}{3} \right]$$

$$V = \pi \left[2500(500) - 0,01 \cdot \frac{500^3}{3} \right]$$

$$V = \pi \left[1.250.000 - 0,01 \cdot \frac{500^3}{3} \right]$$

$$V = \pi [1.250.000 - 416666,6667]$$

$$\text{Volume} = 2.616.666,667 \text{ m}^3$$

Jika ketebalan kaca yang digunakan adalah 0,05 m maka persamaan menjadi:

$$V = \pi \int_0^{500,05} y^2 dx$$

$$V = \pi \int_0^{500} (2505,0025 - 0,01002 \cdot x^2) dx$$

$$V = \pi \left[2505,0025x - 0,01002 \cdot \frac{x^3}{3} \right]$$

$$V = \pi \left[1.252.626,5 - 0,01002 \cdot \frac{500,05^3}{3} \right]$$

$$V = \pi [1.252.626,5 - 417.625,2625]$$

$$V = 2.621.903,886 \text{ m}^3$$

Maka volume kaca adalah

$$V_k = 2.621.903,886 \text{ m}^3 - 2.616.666,667 \text{ m}^3$$

$$V_k = 5237,21867 \text{ m}^3$$

Sehingga, dengan density sebesar 2,5 kg/m³ diperoleh berat kaca (w) adalah:

$$w = \rho \times V \times g \quad (4)$$

$$= 2,5 \text{ kg/m}^3 \times 5237,21867 \text{ m}^3 \times 9,80665 \text{ m/s}^2$$

$$= 128.398,9262 \text{ N}$$

Maka untuk menghitung struktur gaya total yang terjadi pada Bubble digunakan persamaan (Rosella, E. 2009):

$$F_g = F_a - W_t \quad (5)$$

F_g : Gaya angkat keatas oleh gas

F_a : Gaya ke atas oleh zat cair

W : Berat Bubble seluruhnya

$$F_g = 2,630225252 \times 10^{10} \text{ N} - 128.398,9262 \text{ N}$$

$$= 2,630198802 \times 10^{10} \text{ N}$$

Luas permukaan selimut bubble adalah (Dosen-dosen Jurusan Matematika. 1992):

$$L = \int_a^b 2\pi \cdot f(x) [1 + f'^2(x)] dx \quad (6)$$

Maka

$$\int_0^{500} 2\pi \sqrt{2500 - 0,01x^2} \cdot \sqrt{1 + \frac{0,0001x^2}{2500 - 0,01x^2}} dx$$

$$= 1.059.801,261 \text{ m}^2$$

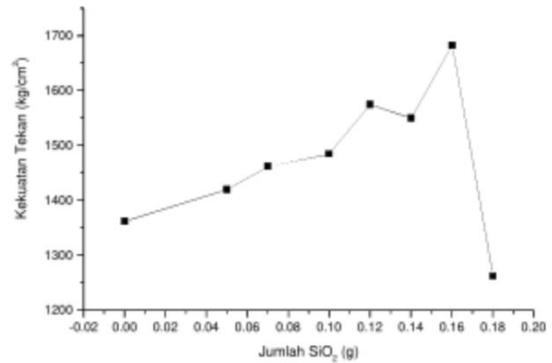
Maka tekanan yang dialami kaca adalah

$$= \frac{2,630198802 \times 10^{10} \text{ N}}{1.059.801,261 \text{ m}^2}$$

$$= 24.817,84933 \text{ N/m}^2 \approx 24,82 \text{ Mpa}$$

Fakta menunjukkan bahwa daya tekan kaca adalah 248 Mpa pada ketebalan 25 mm (Purwa, K. 2002-2012), sedangkan gaya yang dialami bubble bowl tiap meternya (tekanan) adalah sekitar 24,82 Mpa dengan ketebalan 50 mm, artinya kaca dapat menahan besarnya gaya angkat yang dialami oleh bubble tanpa mengalami kerusakan atau pecah.

Agar proses instalasi bubble lebih mudah, struktur Bubble Bowl ditopang oleh struktur logam yang dibawahnya tersambung dengan paku beton. Kaca tersebut disambung pada logam dengan menggunakan lem resin-epoxy dengan yang memiliki kekuatan 1682,5 kg/cm² pada penambahan 0,0087 gram nanopartikel SiO₂ (Hadiyawarman, Rijal, A., Nuryadin, B. W., Abdullah, M., Khairurijal, 2008).



Gambar 4. Grafik perubahan kekuatan hasil uji tekan material terhadap jumlah SiO₂ yang ditambahkan

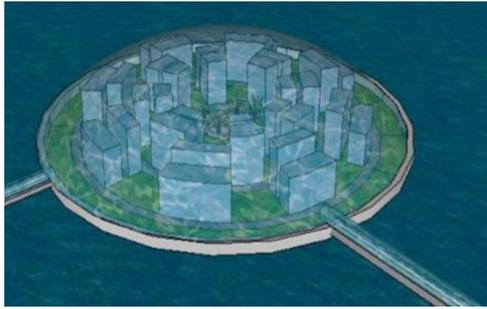
Adapun kekuatan beton yang digunakan adalah yang mampu menahan besarnya F_g . Realisasinya dengan memaksimalkan luas dan banyaknya pasak beton pada dasar bubble bowl tersebut.

Perumahan dalam Bubble bowl disebut dengan House Under the Sea (HUS), merupakan rumah yang berada dalam Bubble bowl pada dasar laut. Rumah ini tidak jauh berbeda dengan rumah yang ada di darat, hanya saja ditata dengan pola lingkaran agar memberikan suasana yang teratur, asri dan nyaman.

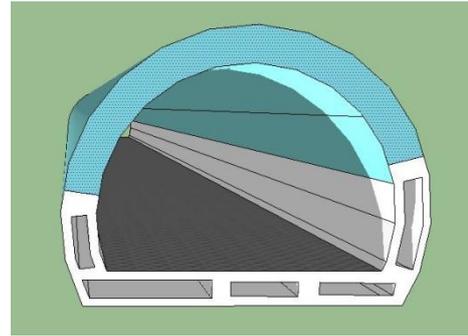
Material pembangun HUS sama dengan material dalam pembuatan gedung pada umumnya. Sedangkan jumlah HUS di dalam Bubble Bowl adalah 32 unit. Setiap HUS memiliki 8 lantai agar tampak lebih *futuristic* dan menghemat lahan serta dapat menampung lebih banyak warga.



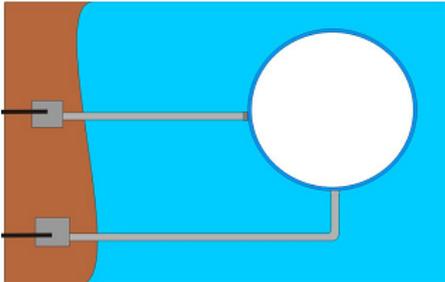
Gambar 5. House Under the Sea (HUS)



Gambar 6. Bubble Bowl HUS

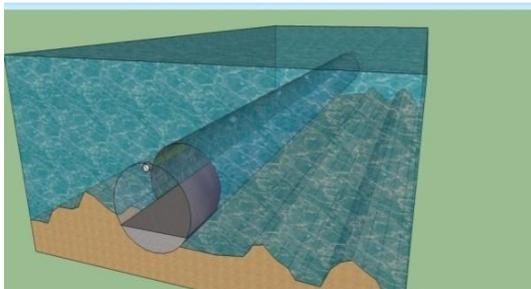


Gambar 9. Penampang potongan Pipa transportasi



Gambar 7. Jalur akses dari dan ke Bubble Bowl (tampak atas)

Dua jalur yang berbentuk seperti pipa merupakan jalur akses transportasi yang menghubungkan daratan dengan HUS. Pipa ini berukuran besar sehingga dapat dilalui menggunakan kendaraan roda empat. Struktur ini dapat digambarkan seperti dibawah ini:



Gambar 8. Jalur Pipa Transportasi

Pipa transportasi ini terbuat dari material yang sama seperti bahan dasar bubble bowl, dengan penampang potongan yakni:

Gambar 4 menunjukkan penampang potongan pipa transportasi yang dalam lapisannya terdapat rongga-rongga yang berfungsi sebagai saluran udara (penghubung dengan udara luar), saluran sanitasi, kabel listrik, dan air bersih.

Bubble Bowl HUS, perumahan bawah laut yang sumber energinya berasal dari konversi energi gerak air laut dan energi biomassa. Konversi energi gerak air laut menggunakan prinsip PLTA dimana gerakan yang terjadi akan menggerakkan turbin yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator lalu energi tersebut disimpan dalam kapasitor. Sedangkan untuk energi biomassa, konversi energinya berasal dari limbah.

Limbah dari kehidupan didalam Bubble Bowl itu sendiri, yang diolah lagi untuk menghasilkan energi, Pengolahan biomassa menjadi bioenergi dapat dilakukan dalam tiga cara, pembakaran biomassa padat, produksi bahan bakar gas dari biomassa, produksi bahan bakar cair dari biomassa (Kadek Fendy Sutrisna ST. dan Ardha Pradikta Rahardjo.2009.).

Cara pertama yaitu membakar biomassa dan diambil energinya. Energi yang dihasilkan berupa energi panas yang dapat digunakan untuk apa saja, bisa sebagai pemanas ruangan, ventilasi, atau untuk memanaskan dan menguapkan air pada turbin uap. Biomassa yang digunakan umumnya adalah sisa produk hutan dan pertanian, arang, atau sampah kota (pada PLTSa). PLTSa yang berkembang saat ini dilengkapi dengan sistem pengeringan dan filter abu yang berfungsi mengurangi unsur-unsur kimia berbahaya yang terkandung pada abu gas buangan, sehingga gas buangan PLTSa dalam taraf aman.

Cara yang kedua adalah produksi biomassa dalam bentuk gas. Penyaluran yang dilakukan bisa melalui pipa (pipa transportasi). Untuk proses konversi biokimia, digunakan anaerob yang kemudian akan memecah materi organik kedalam senyawa gula, dan kemudian menjadi zat asam, dan akhirnya menjadi gas. Untuk proses termokimia, gasifikasi dilakukan dengan cara yang tidak jauh berbeda dengan proses gasifikasi batu bara lalu menghasilkan gas sintesis, kombinasi antara hidrokarbon dan hidrogen. Dari gas sintesis ini hampir seluruh hidrokarbon, bensin sintesis dan bahkan hidrogen murni dapat dibentuk (yang nantinya dapat digunakan pada fuel cell).

Cara yang ketiga adalah dengan memproduksi biofuel cair dari biomassa, salah satunya yaitu bioetanol yang prinsipnya yaitu fermentasi menggunakan gula. Hasilnya dapat digunakan menghemat bahan bakar. Sebagai contoh produksi bioetanol Gasohol E-10, yang didapatkan dengan mencampurkan 10% Bio-ethanol dengan 90% premium. Seiring dengan perkembangan teknologi, bukan tidak mungkin campuran Bio-ethanol di kemudian hari akan semakin besar persentasenya. Selain itu, dapat digunakan juga bio-diesel dan bio-oil.

Adapun kebutuhan oksigen berasal dari rongga pipa transportasi yang tersambung dengan daratan. Diserap menggunakan alat penghisap udara atau sejenis *Exhaust Hood* dengan kapasitas besar. Juga, di buat sistem elektrolisis air laut menjadi gas menggunakan generator HHO. Dalam generator HHO, untuk menghasilkan gas hidrogen dan oksigen, dapat digunakan larutan elektrolit dari kalium Hidroksida atau menggunakan garam sulfat atau karbonat dari unsur-unsur golongan IA.

Untuk mencari suplai air bersih, di lakukan beberapa proses pada tepi pantai lokasi bubble bowl HUS, yaitu penyerapan air laut menggunakan pompa, penyaringan untuk menghilangkan pengotornya, lalu melalui tahap *heating* (pemanasan) yang dalam tahap ini terjadi desalinasi (pemisahan garam) yang menghasilkan uap air pada temperature rendah. Uap air inilah yang menjadi air bersih dan dialirkan melalui pipa transportasi ke dalam HUS.

Untuk kepentingan komunikasi, maka dibangun BTS (Base Transceiver Station) dalam bubble bowl HUS.

Konstruksi Bubble Bowl melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Pemerataan wilayah laut yang menjadi lokasi pembuatan Bubble Bowl beserta jalur pipa transportasi.
- b. Penancapan paku beton kedasar laut, paku beton berfungsi sebagai penyangga dan dasar tumpuan Bubble Bowl.
- c. Pemasangan struktur logam tumpuan kaca mengikuti bentuk kubah, kemudian memasang lembaran-lembaran kaca dengan resin-epoxy ditambah SiO_2 .
- d. Pengosongan isi Bubble Bowl oleh air
- e. Pembangunan House Under the Sea (HUS) dan sarana lain dalam Bubble Bowl.
- f. Pemasangan instalasi lainnya berupa listrik dan pembangkit energy, serta sanitasi.

4. KESIMPULAN

Adapun inti dari gagasan Bubble Bowl HUS (House Under the sea) pada dasarnya meliputi proses pembangunan Bubble Bowl yang merupakan bentuk gelembung raksasa di dasar laut untuk menyediakan lahan baru sebagai tempat tinggal, serta HUS (house under the Sea) yang akan di letakkan di dalam Bubble Bowl sebagai alternative dari rumah yang berada di atas permukaan, di dalam Bubble Bowl akan dibuat nyaman mungkin dengan fasilitas yang lengkap, dan tata perumahan yang indah. Konsep ini ditujukan untuk mengurangi masalah kepadatan penduduk di Indonesia, khususnya di kota Jakarta.

Gagasan Bubble Bowl HUS pada laut utara kota Jakarta ini dapat diimplementasikan dengan baik apabila didukung oleh beberapa hal-hal berikut:

- a. Adanya riset berkelanjutan dalam konsep Bubble Bowl HUS sehingga ditemukan lokasi laut yang sesuai, cara konstruksi yang tepat, serta tata perumahan yang teratur dan nyaman dihuni yang akan diterapkan pada Bubble Bowl HUS
- b. Pemerintah segera membuat kebijakan yang menunjang berjalannya pembangunan konsep Bubble Bowl HUS di daerah laut utara Jakarta.
- c. Sistem koordinasi yang baik antara pemerintah, masyarakat, bank, dan, instansi konstruksi untuk mewujudkan konsep ini di laut utara kota Jakarta

- d. Melakukan pengawasan dengan teliti dan berkala secara teratur dalam pengembangan konsep ini sampai Bubble Bowl berfungsi secara maksimal dan konstan.

Gagasan pengembangan konsep Bubble Bowl HUS di laut utara kota Jakarta utara merupakan konsep yang ideal untuk menanggulangi masalah keterbatasan lahan akibat sangat tingginya tingkat kepadatan penduduk di daerah tersebut. Konsep membuka lahan baru sebagai hunian yang sebelumnya belum di sentuh masyarakat, yaitu laut adalah konsep yang bisa direalisasikan sesuai dengan prosedur dan langkah-langkah yang telah diperhitungkan. Konstruksi dibawah laut ini akan memberikan kesan berbeda yang bagi penghuninya sehingga akan ada banyak masyarakat yang tertarik untuk menghuninya.

Setelah masyarakat beralih ke Bubble Bowl HUS maka kepadatan penduduk daerah utara jakarta akan berkurang, masyarakat mendapatkan tempat hidup dan fasilitas yang lebih baik, dan tatanan kota utara Jakarta akan berubah dengan adanya program perbaikan ekosistem atau penghijauan. Sehingga, makin banyaknya lahan hijau semakin menanggulangi penurunan muka tanah daerah tersebut yang kemudian menghambat atau bahkan menggagalkan prediksi bahwa bagian utara Jakarta akan tenggelam pada tahun 2030.

5. REFERENSI

- [1]Kreyzig, E. 1998. *Advanced Engineering Mathematics*. Edisi ke-6, John Wiley & Sons. Singapore.
- [2]Dosen-dosen Jurusan Matematika. 1992. *Matematika Dasar II*, Jurusan Matematika FMIPA ITS.
- [3]Rosella, E. 2009. *Rumus Pocket Fisika SMP*. Indonesia Cerdas. Indonesia.
- [3]Hadiyawardan, Rijal. A, Nuryadin. B. W, Abdullah. M, Khairurijal. 2008. Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing. *Jurnal Nano Sains & Nanoteknologi*. 1(1): 18
- [4]Purwa,K. 2002-2012. *Ketebalan Kaca Akuarium*.
[http://www.ofish.com/Akuarium/Ketebalan Kaca.php](http://www.ofish.com/Akuarium/KetebalanKaca.php). Diakses tanggal 5 februari 2013.
- [5]Mahendra,A. 2009. *Kaca dan Porselin*.<http://yandisage.blogspot.com/2009/09/kaca-dan-porselin.html>. diakses tanggal 4 september 2013.
- [6]Widianto, W. 2010. *Inilah Lokasi Penurunan Muka Tanah Paling Besar di Jakarta*.<http://www.tribunnews.com/metropolitan/2010/10/01/inilah-lokasi-penurunan-muka-tanah-paling-besar-di-jakarta>. Diakses tanggal 3 september 2013.
- [7]mnl. 2011. *Hasil Final Jumlah Penduduk Indonesia 2010*. <http://indonesiadata.co.id/main/index.php/jumlah-penduduk>. Diakses tanggal 3 september 2013.
- [8]Anonim. 2013. *Proses elektrolisis air menjadi gas HHO*.<http://gas-hho.blogspot.com/2013/03/proses-elektrolisis-air-menjadi-gas-hho.html>. diakses tanggal 2 september 2013.
- [9]Sutrisna. K. F, Rahardjo. A. P. 2009. *Pembangkit Listrik Masa Depan Indonesia*.<http://konversi.wordpress.com/2009/02/18/pembangkit-listrik-masa-depan-indonesia/> Diakses tanggal 2 september 2013.