

PRODUKSI PROTOTIPE *SUBSURFACE BUOYHULL*

SUBSURFACE BUOYHULL PROTOTYPE PRODUCTION

Irfan Eko Sandjaja¹, Wibowo H Nugroho², Endah Suwarni¹

¹ Balai Teknologi Hidrodinamika - BPPT, Surabaya

² Pusat Teknologi Rekayasa Industri Maritim - BPPT, Surabaya

Email: irfan.eko@bppt.go.id

Diterima: 26 Mei 2014; Direvisi: 27 Juni 2014; Disetujui: 28 Juli 2014

Abstrak

Salah satu faktor tidak terkirimnya data dari *buoy* ke stasiun data di darat untuk mengantisipasi potensi terjadinya tsunami karena adanya *vandalisme pada buoy* seperti; digunakan sebagai tambat kapal bahkan sampai dengan pencurian beberapa atau seluruh bagian dari *buoy* tersebut. Untuk menekan *vandalisme* atau pencurian dari *buoy* tersebut maka *buoy* disarankan beroperasi di bawah permukaan air laut sehingga tidak menarik perhatian kapal yang melintasi daerah tersebut. Untuk merancang *buoy* tersebut perlu dilakukan kajian baik dari segi hidrodinamis, kekuatan strukturnya dan proses produksi serta dengan pengujian *prototype*, dari kajian tersebut maka didapatkan desain *buoy* skala penuh yang akan dioperasikan di laut. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kemampuan apung dan kedekatan dari *prototype sub_buoy* secara umum selama 14 (empat belas) hari di kedalaman 1 meter dari permukaan air di kolam tetap mempunyai daya apung yang direncanakan dengan sarat operasional 1,2 m.

Kata kunci: *fiberglass, Subsurface buoy, Produksi dan Prototype Buoy.*

Abstract

The non-delivery of data from buoys to the ground station to anticipate potential tsunamis is sometime due to the vandalism in buoys such as; used as mooring ships even to the theft of some or all parts of the buoy. To suppress vandalism or theft from the buoy, the buoy is advised to operate below sea level so that it does not attract the attention of ships that cross the area. To design the sub-buoy it is necessary to study its hydrodynamics, structural strength, production processes and testing of the prototype. Then, from these studies a full-scale sub-buoy prototype will be made to operate at sea. The test show that the buoyancy and watertight capability of the sub-buoy prototype in general are in a good result. The prototype still has the designed buoyancy with 1.2 m operational surface draft after four 14 (fourteen) days submerging at a depth of 1 meter from the surface of the towing tank water.

Keywords: *fiberglass, Subsurface buoy, Prototype and Production of Buoy.*

PENDAHULUAN

Terkait dengan masalah kehilangan *surface buoy* di laut lepas akibat *vandalisme* telah terjadi pada *buoy* milik BPPT-Indonesia maupun pihak asing sehingga data - data pembacaan dari OBU tak terpantau ke stasiun darat. Kerugian yang ditimbulkan dengan hilangnya *surface buoy* ini selain harga peralatan elektronika yang mahal dan biaya *deployment*, kerugian terbesar adalah tidak terpantaunya data – data yang berhubungan dengan kejadian tsunami.

Maka salah satu solusi secara teknis adalah dengan menggunakan *buoy* yang terbenam dari muka air laut (*subsurface buoy*) sehingga agak sulit bagi pihak yang tak bertanggung jawab untuk melakukan perusakan di laut. *Subsurface buoy* untuk selanjutnya disebut dengan *sub-buoy* ini dibuat untuk berbagai macam keperluan adapun fungsi utamanya adalah memberikan daya apung untuk suatu sistem tambat dari berbagai instrumentasi pengukuran pada lokasi perairan pantai, teluk, sungai, pelabuhan, danau ataupun bendungan. Keunggulan dari penggunaan *sub-buoy* ini adalah keberlangsungan pengukuran data teknis dari suatu keadaan seperti arus, fluktuasi tekanan karena ombak, kondisi lingkungan perairan dapat berlangsung tanpa adanya gangguan yang disengaja (*vandalisme*) oleh pihak yang tidak bertanggungjawab. Pada penelitian ini material yang digunakan untuk pembuatan *prototype buoy* ini ialah material *fiberglass*, dengan pertimbangan efisiensi untuk menekan biaya produksi tetapi mempunyai kekuatan struktur yang masih diijinkan untuk beroperasi pada kedalaman air laut tertentu. Adapun tujuan dari riset ini adalah menghasilkan *prototype subsurface buoy* yang secara hidrodinamis dan kekuatan struktur yang sanggup beroperasi dengan handal di bawah permukaan laut, dengan bentuk hidrodinamik yang tepat sehingga diharapkan dapat terbebas dari gangguan external/pelayaran. Dengan demikian secara umum hasil dari penelitian ini akan menambah khazanah pengetahuan di bidang rancang bangun teknologi kelautan khususnya bawah air yang masih sangat minim di Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode produksi yang digunakan pada pembuatan prototipe *Sub_Buoy* ini adalah metode laminasi *fiberglass* dengan menggunakan tangan (*hand lay up method*). Dimana metodologi produksi prototipe *Sub_Buoy fiberglass* (FRP) ini mempunyai beberapa tahapan-tahapan sebagai berikut: (1) Tahap Desain, (2) Tahap Pembuatan Cetakan, (3) Tahap Persiapan Laminasi, (4) Tahap Laminasi, (5) Tahap Perakitan Komponen, dan (6) Tahap Penandaan Prototipe.

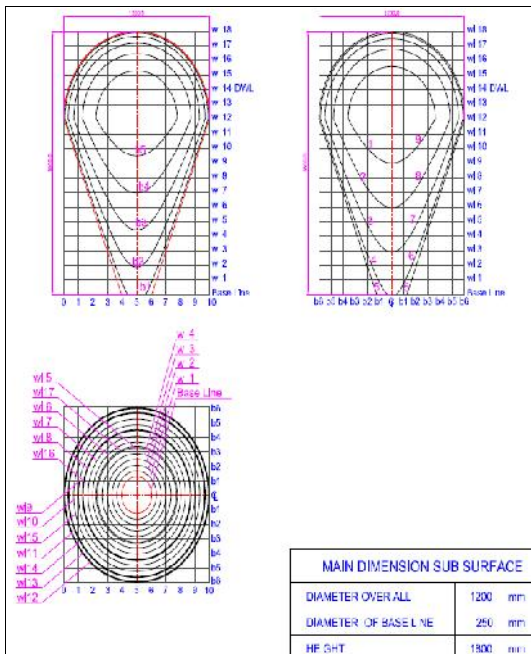
(1) Tahap Desain.

Untuk memulai pembuatan prototipe *Sub_Buoy* diperlukan desain yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan prototipe yaitu berupa “Gambar Kerja”, gambar kerja ini terdiri dari: gambar *body plan*, gambar *sheer plan*, gambar *ending* (AP & FP) dan bagian khusus lainnya yang dianggap perlu. Pada pembuatan prototipe dengan bahan *fibreglass* ini diperlukan *mould* cetakan sehingga untuk pembuatan prototipe tentunya sudah mempertimbangkan ukuran dari tebal konstruksi dari cetakan yang dipergunakan. Pada Tabel 1 ditampilkan tabel hidrostatis *Subsurface buoy* dan konfigurasi strukturnya diperlihatkan pada Gambar 1, sebagai dasar pembuatan prototipe *sub-buoy*.

Tabel 1. Tabel hidrostatis untuk kondisi operasional subBuoy

Displacement	0.578	tonne
Volume	0.564	m ³
Draft to Baseline	1.2	m
Immersed depth	1.2	m
Lwl	1.198	m
Beam wl	1.197	m
WSA	2.984	m ²
Max cross sect area	0.867	m ²
Waterplane area	1.124	m ²
Cp	0.543	
Cb	0.328	
Cm	0.604	
Cwp	0.784	
LCB from zero pt	0	m
LCF from zero pt	0	m
KB	0.829	m
KG	0	m
B Mt	0.18	m
B MI	0.177	m
G Mt	1.009	m
G MI	1.006	m
K Mt	1.009	m
K MI	1.006	m
Immersion (TPc)	0.012	tonne/cm
MTc	0.005	tonne.m
R M at 1deg = G Mt.Disp.sin(1)	0.01	tonne.m
Precision	Medium	50 stations

untuk gading-gading cetakan dan sekat atau dinding, bilah-bilah kayu dengan ukuran sekitar 14 x 4 mm yang akan digunakan sebagai kulit lambung prototipe dan tumpuan tripleks milamin. Kemudian penguat (gading-gading) dibuat dari multipleks dari proses *design* gambar *body plan* yang tentunya sudah diadakan koreksi ketebalan kulit dari cetakan sehingga bentuk *body plan* dari tiap-tiap *station* sesuai dengan dimensi sebenarnya, dari *body plan* ini diadakan duplikasi tiap-tiap *station*nya ke multipleks tersebut dengan menggunakan kertas karbon, paku pines, mistar dan bolpoint. Hasil duplikasi komponen *buoy* ini dipotong dan dihaluskan dengan mesin gosok atau kikir. Setelah potongan-potongan komponen di atas selesai maka proses selanjutnya diadakan perakitan, proses perakitan dilakukan sebagai berikut : (1). Pembuatan landasan cetakan dari multipleks, penentuan (garis) letak dari *stations* pada landasan cetakan ini, gading pada bagian dasar dipasang pada batang kayu dengan skrup atau paku kemudian sisi tegak lurus dari batang-batang kayu diikatkan/disekrup pada garis letak gading di landasan cetakan, setelah semua gading/*stations* terpasang maka untuk menambah kekakuan dari cetakan, pada bagian sisi dipasang penguat bisa dari multipleks/papan kayu, hal ini diperlihatkan pada Gambar 2. (2) Pemasangan galar-galar kulit yang terbuat dari bilah-bilah kayu yang menghubungkan antara satu *station* ke *station* berikutnya dengan menggunakan paku hingga seluruh konstruksi tertutup. (3). Pemasangan tripleks milamin seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3, yaitu tripleks yang mempunyai permukaan licin, tujuan permukaan yang licin ialah untuk mempermudah proses pengangkatan prototipe dari cetakan sehingga tidak akan mengalami kesulitan dan juga tidak akan merusak cetakan (permukaan) itu sendiri, pemasangan tripleks milamin ini menggunakan lem kayu dengan bantuan paku dengan ukuran bidang sebisa mungkin tergantung konstruksinya (bisa bentuk panel/bidang atau bentuk galar-galar). Akhir dari proses ini ialah proses pengecekan bentuk dari tiap-tiap *station* bila kondisi cembung maka milamin dipakukan lebih dalam bila kondisi cekung maka bagian luar dari galar-galar kayu dibaji dengan kayu. (4) Kondisi pada langkah 3 di atas belum menghasilkan permukaan cetakan yang sudah siap digunakan untuk laminasi namun masih perlu pembenahan terutama pada daerah sambungan antar melamin sehingga untuk penghalusan/*smoothing* perlu didempul yang kemudian digosok hingga halus dan memenuhi bentuk



Gambar 1. Lines Plan Sub_Buoy.

(2) Tahap Pembuatan Cetakan.

Dimulai dari material yang digunakan untuk pembuatan cetakan prototipe tergantung dari ukuran prototipe tersebut, untuk penguatan cetakan dibuat dari balok kayu dan atau papan yang mempunyai mutu baik sehingga kuat untuk menahan beban atau proses puntir/bengkok karena hal ini akan mempengaruhi hasil prototipe yang dicetak. Multipleks digunakan

yang diinginkan. Untuk menjaga permukaan cetakan tidak mudah rusak dan proses melepaskan prototipe lebih mudah maka permukaan cetakan dibersihkan dan digosok dengan Wax.



Gambar 2. Cetakan Badan *Sub_Buoy*. Gambar 3. Bagian Dalam Cetakan *Sub_Buoy*.

(3) Tahap Persiapan Laminasi.

Sebelum proses laminasi dilaksanakan maka dipersiapkan terlebih dahulu bahan-bahan yang akan digunakan antara lain :

- (a) *Wax* yaitu semacam parafin yang mempunyai warna lemon, wax digunakan untuk melicinkan permukaan cetakan dengan cara menggosokkan wax tersebut pada permukaan cetakan.
- (b) *PVA (polyvinyl alcohol)* yaitu cairan kental berwarna biru berfungsi sebagai komponen pelepas pada cetakan ketika *Sub_buoy* dilepas/diangkat dari cetakan.
- (c) *Gelcoat* yaitu cairan kental yang berwarna putih digunakan untuk campuran pigmen pada proses pengecatan/warna.
- (d) *Pigmen* yaitu material liat dengan warna-warna tertentu (13 warna) digunakan sebagai campuran cat/warna.
- (e) *Cobalt* yaitu cairan kental berwarna biru tua digunakan sebagai akselator dalam reaksi laminasi.
- (f) *SN* yaitu cairan encer yang berwarna putih bening berfungsi sebagai pengencer *gelcoat* dalam proses pewarnaan/cat.
- (g) *Methylethylketone Peroxide (MEKP)* yaitu cairan encer yang berwarna putih bening berfungsi sebagai katalis dalam proses laminasi.
- (h) *Roving cloths* berupa lembaran serat glass berwarna putih yang bersusun seperti tikar (anyaman).
- (i) *Chopped strand mats* berupa lembaran serat *glass*

berwarna putih yang tersusun dari benang-benang dengan panjang 5 s/d 10 cm secara acak.

- (j) *Inti/core* yaitu lapisan inti yang digunakan dalam suatu konstruksi misalnya: gading, sekat, penegar sekat. Bahan inti bisa dari kayu, gabus, multipleks.
- (k) *Stick glue* yaitu lem pejal warna putih dengan proses penggunaannya dengan alat listrik. Fungsi untuk mengikat sementara bagian sambungan dari suatu konstruksi.
- (l) *Powder* semacam semen berwarna putih yang penggunaannya bersama dengan resin dan MEKP (katalis), berfungsi seperti pengisi/dempul.
- (m) *Aceton* yaitu cairan encer yang berwarna putih bening berfungsi sebagai pelarut, digunakan terutama untuk mencuci/ membersihkan, misal alat kerja (*roll*) . Untuk menggambarkan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *Sub_Buoy FRP* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bahan FRP Secara Umum.

Selanjutnya dilakukan persiapan-persiapan material yang meliputi; (a) Semua material sedapat mungkin dekat dari tempat pengecoran dan memenuhi standard penanganan material dari produsen/pabrik (misalnya tidak boleh kena sinar matahari secara langsung, air, minyak, debu); (b) Penentuan material roving, matt pada perencanaan pelapisan (misalnya untuk lapisan awal, ke 2, dst sehingga waktu yang digunakan efektif); (c) Setelah langkah a dan b di atas siap maka permukaan cetakan dilaburi dengan PVA secara merata hingga ditunggu kering.

(4) Tahap Proses Laminasi.

Setelah cetakan selesai dibuat maka sebelum proses laminasi/pemfibrean maka perlu diadakan persiapan seperti di atas yang matang mengingat proses ini ada batasan waktu reaksi (*dead-line*) bila waktu reaksi terlampaui maka material harus dibuang karena tidak dapat digunakan lagi/rusak. Perlu disiapkan langkah langkah sebagai berikut agar proses laminasi sesuai dengan rencana :

- (a) Semua material sedapat mungkin dekat dari tempat

pengecoran dan memenuhi standard penanganan material dari produsen/pabrik (misalnya tidak boleh kena sinar matahari secara langsung, air, minyak, debu),

- (b) Penentuan material *roving, matt* pada perencanaan pelapisan (misalnya untuk lapisan awal, ke 2, dst sehingga waktu yang digunakan lebih efektif),
- (c) Setelah langkah a dan b di atas siap maka permukaan cetakan dilaburi dengan PVA secara merata hingga ditunggu kering.
- (d) Sebelum PVA kering betul maka proses pewarnaan/pengecatan bisa dimulai, cat yang digunakan dari proses ini merupakan campuran dari : *gelcoat, pigmen, cobalt*, katalis (MEKP) dengan komposisi sesuai spesifikasi teknis dari pabrikan yang bersangkutan, bila dipandang campurannya terlalu kental maka sebagai pengencernya bisa ditambahkan SN seperlunya. Proses pengecatan dilakukan selayaknya pada proses pengecatan dengan menggunakan kompressor. Pada pembuatan *Subsurface Buoyhull* telah disebutkan metode laminasi yang dipilih adalah *hand lay - up* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Laminasi pelat FRP Dengan *Hand Lay-Up*

Konstruksi *Sub_Buoy fibreglass* terdiri atas konstruksi kulit tunggal/*single skin* yaitu konstruksi yang tersusun panel-panel tunggal FRP dicetak dengan penguat serat *glass* dan resin (lihat Gambar 4), adapun proses pembuatannya adalah sbb:



Gambar 5. Konstruksi *Single Skin*

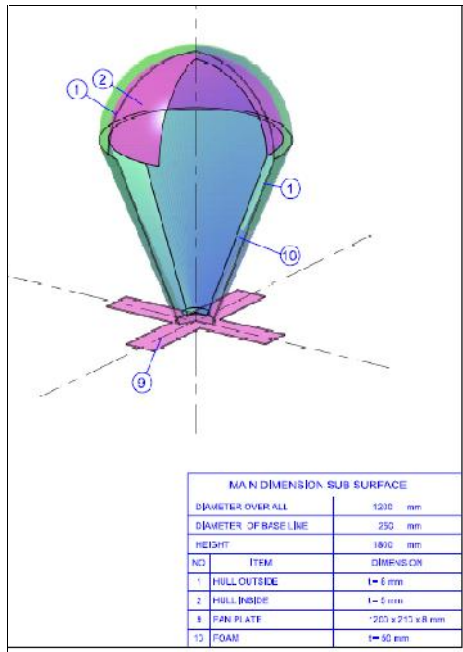
- (1) Setelah proses pengecatan/*gelcoat* selesai dan kering maka pelapisan pertama bisa dilakukan, permukaan lambung dilaburi resin yang telah diberikan katalis secara merata kemudian lembaran *mat* ditempelkan dan dirol dengan *roll* bulu dan *roll* besi dengan tujuan agar *matt* benar-benar menempel sesuai dengan pola cetakan dan untuk mengeluarkan udara yang terperangkap, bila terdapat udara terperangkap maka akan mengurangi kekuatan struktur tersebut.
- (2) Setelah *matt* terpasang maka proses selanjutnya lapisan *roving* dilengkatkan/ditempelkan seperti pada cara no 1, kemudian dilanjutkan dengan lapisan *matt* dengan cara-cara yang sama. Karena prototipe ini relatif kecil maka pelapisan/*penfibrean* dianggap cukup kuat.
- (3) Untuk konstruksi yang lain caranya sama, hanya jumlah lapisan seratnya yang berbeda tergantung beban yang diterima dari konstruksi tersebut semakin besar maka lapisannya juga semakin tebal

(5). Tahap Perakitan Komponen.

Pada bahagian ini akan dijelaskan langkah - langkah yang dilaksanakan untuk menghasilkan prototipe *subsurface buoy* yang baik sbb:

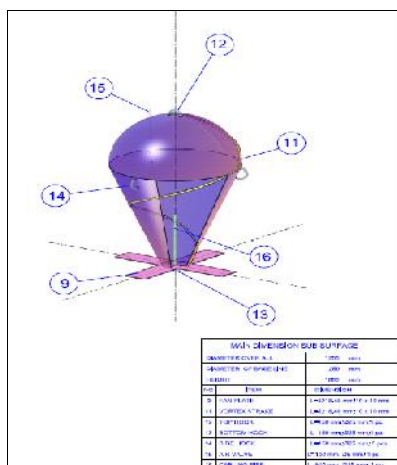
- (1) Pemasangan baut tanam untuk pengikatan pada kulit *Sub_buoy* seperti untuk di Tutup *Sub_Buoy* untuk penutupan dan mur tanam di *bottom* untuk pengikatan pelat dudukan (*Fan Plate*) serta pemasangan *valve* udara.
- (2) Pemasangan Penegar Vertikal (*vertical rings*) dan penegar horisontal (*horizotal rings*).
- (3) Pemasangan foam sebagai *core* di antara kulit luar dan kulit dalam untuk pengikat antar struktur dan redaman untuk beban dinamis/benturan dengan

ketebalan 5cm



Gambar 6. Kondisi Sub_Buoy Untuk Perakitan

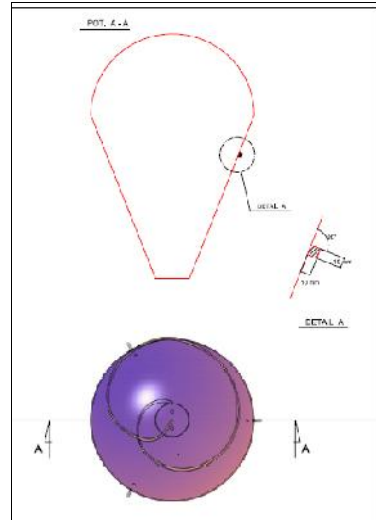
- (4) Setelah selesai maka *Sub_Bouy* diangkat dari cetakan. Untuk melakukan perpindahan dan kemudahan transportasi maka dipasang pengait/Baut Mata pada badan *Sub_Buoy* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 7 berupa posisi dari pengait.



Gambar 7. Penempatan Komponen *Handling*

- (5) Karena posisi operasional di bawah permukaan air

Produksi Prototipe *Subsurface Bouyhull* (Irfan Eko Sandjaja, Wibowo Harso Nugraho, Endah Suwarni) laut maka bisa ada kemungkinan terjadinya *vortex shedding* sehingga perlu juga dipasangkan " *Vortex Strake* " seperti yang diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Detail *Vortex Strake*.

(6). Tahap Penandaan Prototipe.

Proses ini digunakan untuk mengidentifikasi produk serta memudahkan dalam pengamatan dan analisa dari suatu pengujian dari prototipe tersebut, proses ini dilakukan di lokasi penandaan diperlihatkan pada Gambar 9. Pada pekerjaan ini meliputi penandaan garis air, *station-station*, identitas prototipe, kisi-kisi untuk pengamatan gelombang (*grids*) dan lain-lain yang terletak pada lambung prototipe, maupun tanda-tanda khusus lainnya yang diperlukan.



Gambar 9. Penandaan (marking) *SubBuoy* selesai untuk persiapan uji di Tanki

HASIL DAN PEMBAHASAN

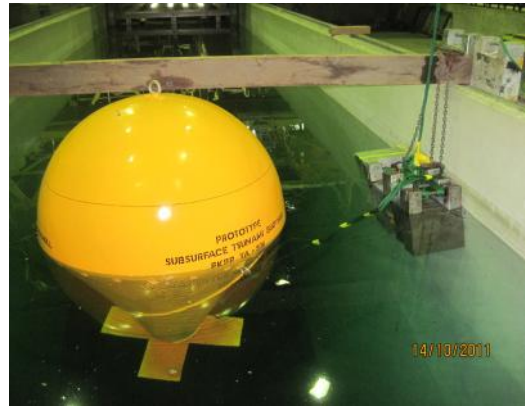
Dari hasil tahapan di atas maka telah dihasilkan prototipe dari *Sub_Buoy* yang selanjutnya diuji

kinerjanya di kolam uji harbour *Towing Tank UPT – BPPH*. Uji yang dilakukan adalah uji kedekatan dari prototype sub_surface buoy. Sebelum prototype sub-buoy dimasukkan ke dalam harbour kolam TT, dilakukan dahulu pengisian udara tekan sebesar 38 psi (sekitar 2 atm) seperti diperlihatkan pada Gambar 10, pada sub_buoy sebagai test kebocoran & agar air tidak merembes ke ruangan dalam subbuoy, untuk kondisi sebenarnya digunakan gas Nitrogen, agar ruangan instrumentasi tetap dingin.

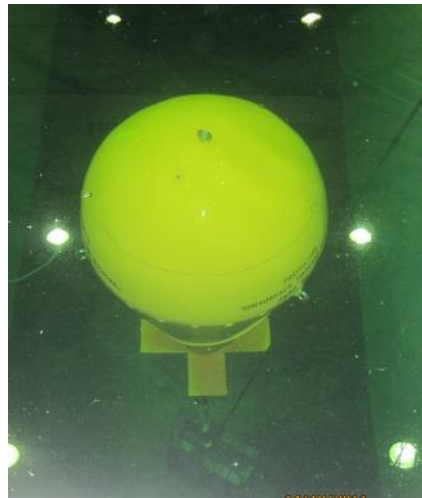


Gambar 10. Proses Pemberian tekanan udara pada subbuoy sebagai test kebocoran & agar air tidak merembes ke ruangan dalam subbuoy

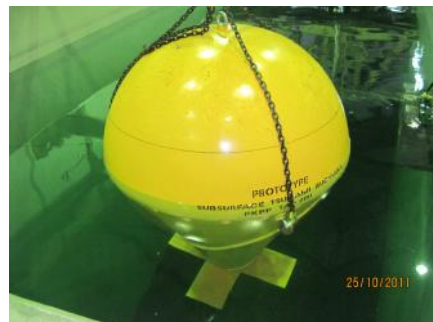
Setelah sub_Buoy diberi tekanan udara, kemudian diluncurkan kedalam harbor kolam towing tank dengan menggunakan pemberat sebesar 600 Kg seperti diperlihatkan pada Gambar 11, yang dalam kondisi di laut lepas berupa jangkar pemberat untuk membetuk tahanan tunggal (single point mooring). Prototipe sub_buoy akan berada di dalam kolam hingga kedalaman 1 meter dari permukaan air kolam selama 14 hari seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12. Pada Gambar 13 diperlihatkan kondisi Subbuoy setelah pemberat diambil dengan demikian subbuoy naik kepermukaan air karena daya apungnya, dari hasil percobaan ini subbuoy masih mempunyai daya apung yang direncanakan terbukti dengan sarat operasional sebesar 1,2m yang ditunjukan saat dipermukaan air walaupun telah 14(empat belas) hari di dasar tanki.



Gambar 11. Peluncuran Pemberat 600kg untuk pembedaan subbuoy



Gambar 12 Sub_buoy terbenam di dasar tanki kedalaman 1m dari muka air



Gambar 13. Subbuoy setelah pemberat diambil subbuoy naik kepermukaan air karena daya apungnya

KESIMPULAN

Secara garis besar pekerjaan penelitian ini dapat berlangsung tanpa kendala teknis yang berarti. Dari hasil pengujian kemampuan apung dan kedekatan dari

prototype sub_buoy secara umum selama 14 (empat belas) hari di kedalaman 1 meter dari permukaan air laut tetap mempunyai daya apung yang direncanakan dengan sarat operasional 1,2 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih ditujukan kepada Kementerian Negara Riset dan Teknologi atas bantuan dana melalui program Peningkatan Kemampuan Perekayasa Peneliti (PKPP) tahun anggaran 2011.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Nugroho, Wibowo H, Sahlan, A Syafiul. "**Analisa Kekuatan Struktur Subsurface Buoy Untuk Kedalaman Operasional 100 m Di Bawah Permukaan Laut**", Seminar Nasional Fakultas Teknik UMSIDA, Oktober 2011.
- 2) Nugroho, Wibowo H," *Final Report on MV Desain & Analysis, Buoy INA - TEWS* , Desember 2008.
- 3) Nugroho, Wibowo H," **Laporan akhir Penelitian Desain dan Uji Prototipe Subsurface Buoyhull Tsunami**, Dana DIKTI TA 2009, November 2009.
- 4) Reddy D.V and Arockiasamy, M," **OFFSHORE STRUCTURE Vol. I**", Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1991.
- 5) Sandjaja, Irfan E," **Laporan Teknis Pembuatan Subsurface buoy**" No : R-05/2011/TR/1.3.0/03, 2011.
- 6) SNAME," , " *Strength and Stability, Principle of Naval Architecture* Vol I ,1988