



TUGAS AKHIR - VM180629

**RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KESTABILAN
PADA BODY *BOUY***

ZAINUR ROUF
NRP. 10211600000084

Dosen Pembimbing 1
Dr. Ir. Bambang Sampurno, MT.
NIP. 19650919 199003 1 003

Dosen Pembimbing 2
M. Lukman Hakim, S.T.,M.T.
NIP. 19942019 11070

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI



TUGAS AKHIR – VM180629

**RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KESTABILAN
PADA BODY *BUOY***

ZAINUR ROUF
NRP. 1021160000084

Dosen Pembimbing 1
Dr.Ir.BAMBANG SAMPURNO, MT.

Dosen Pembimbing 2
M. LUKMAN HAKIM, S.T.,M.T.

PROGRAM STUDY D3 MESIN INDUSTRI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - VM180629

**DESIGN AND STABILITY ANALISIS ON BUOY'S
BODY**

ZAINUR ROUF
NRP. 10211600000084

Counsellor Lecturer 1
Dr.Ir.BAMBANG SAMPURNO, MT.

Counsellor Lecturer 2
M. LUKMAN HAKIM, S.T.,M.T.

STUDY PROGRAM D3 MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTEMEN OF MECHANICAL INDUSTRY
ENGINEERING
Vocational Faculty
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surbaya 2019

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zainur Rouf
NRP : 10211600000084
Program studi : Diploma III Teknik Mesin
Departemen : Teknik Mesin Industri
Fakultas : Vokasi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir (TA) yang saya tulis ini benar benar tulisan saya, dan bukan merupakan hasil plagiasi. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan TA ini hasil plagiasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlakudi Departemen Teknik Mesin Industri, Fak, Vokasi – ITS

Surabaya, 10 Februari 2020
Yang membuat pernyataan,

Zainur Rouf
1021160000008

**RANCANG BANGUN DAN ANALISIS KESTABILAN
PADA BODY BUOY**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Diploma III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2019

Oleh:

Zainur Rouf

NRP. 1021160000084



SURABAYA, FEB 2020

ABSTRAK

Budidaya perikanan perikanan terdiri dari serangkaian kegiatan untuk pemeliharaan tanaman dan hewan air. Termasuk dengan udang.kegiatan ini berpengaruh dalam pengembangan produksi udang untuk tetap memantau kualitas air seperti: kekeruhan air, pH, oksigen terlarut, temperatur, dan TDS secara realtime agar produksi berjalan dengan normal.

Buoy ini dirancang untuk bisa memuat 2 sensor dari 4 sensor yang ada, dengan menggunakan desain yang simple dan bahan – bahan yang mudah untuk dicari, maka buoy ini dapat dibuat oleh setiap orang yang ingin membuatnya dengan mudah dan biaya yang cukup rendah.

Dari hasil simulasi dan uji cobadapat disimpulkan bahwa buoy dapat stabil dan tidak tenggelam pada saat di gunakan di tambak udang dengan kondisi ombak yang tidak besar dengan membawa sensor yang dibutuhkan.

ABSTRAK

Aquaculture fisheries consist of a series of activities for the maintenance of plants and aquatic animals. Including with shrimp. This activity influences the development of shrimp production to keep monitoring water quality such as: turbidity of water, pH, dissolved oxygen, temperature, and TDS in realtime so that production runs normally.

This buoy is designed to be able to load 2 sensors from 4 existing sensors, using a simple design and materials that are easy to find, so this buoy can be made by anyone who wants to make it easily and the cost is quite low.

From the results of simulations and trials it can be concluded that the buoy can be stable and not submerged when used in shrimp ponds with wave conditions that are not large by carrying the required sensors.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Dan Analisis Kestabilan Pada Body *BOUY*” Tugas akhir ini merupakan bagian dari kurikulum dan syarat kelulusan untuk jenjang diploma pada Program studi D3 Teknik Mesin Industri ITS, yang harus ditempuh oleh mahasiswa/i. Tujuan dari tugas akhir ini adalah untuk mengaplikasikan dan mengembangkan pengetahuan yang didapatkan selama perkuliahan. Penulisan laporan tugas akhir ini didasarkan pada penelitian di laboratorium serta didukung oleh teori, literatur, dan bimbingan dosen yang ada di Program Studi D3 Teknik Mesin Industri ITS.

Dengan terselesaikannya laporan Kerja Praktek ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Bambang Sampurno, MT selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan mendukung penulis sehingga laporan ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT selaku kepala departemen Teknik Mesin Industri – ITS.
3. Bapak Ir. Suhariyanto, MT selaku koordinator tugas akhir dan Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin Industri.
4. Mas Mashuri, S.Si yang telah membantu dalam pembelajaran, mendukung, dan memberikan saran – saran yang membantu selama proses pembuatan tugas akhir ini.
5. Pihak – pihak lain yang terkait tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuannya sehingga laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Terlepas dari itu semua, penulis juga menyadari masih terdapat, banyak kekurangan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, sehingga penulis sangat menerima kritik dan saran dari para pembaca yang dapat membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Penyusun
Surabaya, Februari 2020

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.. Error! Bookmark not defined.	v
ABSTRAK	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Buoy	5
2.2 Hukum Archimedes.....	5
2.2.1 <i>Buoyancy</i>	6
2.2.2 Stabilitas benda terapung dan tenggelam	8
2.2.3 penentuan stabilitas rotasi objek mengambang	11

2.2.4	Momen gaya	12
2.3	Massa jenis	13
2.4	Macam-macam Keadaan Stabilitas	13
2.5	Dimensi pokok dalam stabilitas kapal.....	14
2.6	Kayu balsa sebagai bahan	16
2.7	Coating menggunakan Epoksi.....	17
2.8	Sensor <i>turbidity</i> dan TDS	18
2.8.1	Sensor turbidity tipe SKU:SEN0189.....	18
2.8.2	Sensor TDS (total dissolved solid).....	19
BAB III.....		21
METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1.	Diagram alir proses penelitian.....	21
3.1.1	Studi literatur.....	22
3.1.2	Perancangan	22
3.1.3	Pemilihan komponen.....	22
3.1.4	Pembuatan buoy	22
3.1.5	Pengujian lapangan	23
BAB IV		25
HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Perancangan desain buoy dengan <i>autocad</i>	25
4.1.1	Desain buoy pandangan 3 dimensi tanpa tutup	25

4.1.2	Desain <i>buoy</i> padangan depan, bawah dan, samping	26
4.2	Perhitungan <i>buoy</i> tenggelam atau tidak.....	26
4.2.1	Menentukan massa <i>buoy</i> dan udara.....	26
4.2.2	Menentukan berat total <i>buoy</i>	28
4.2.3	Membuktikan benda tenggelam atau tidak..	29
4.2.4	Mencari volum tercelup	29
4.3	Input data ke <i>software maxsurf</i>	31
4.4	Mencari <i>center of gravity</i> <i>buoy</i> tanpa sensor	32
4.5	Mencari <i>center of gravity</i> komponen <i>buoy</i>	33
4.5.1	<i>Center of gravity</i> komponen sumbu z	33
4.5.2	<i>Center of gravity</i> komponen sumbu x	35
4.5.3	<i>Center of gravity</i> komponen sumbu y	36
4.5.4	Lokasi <i>center of gravity</i> komponen.....	38
4.6	<i>Center of gravity</i> seluruh bagian <i>buoy</i>	40
4.6.1	<i>center of gravity</i> pada sumbu z.....	40
4.6.2	<i>center of gravity</i> pada sumbu x	40
4.6.3	<i>center of gravity</i> pada sumbu y	41
4.6.4	Lokasi <i>center of gravity</i> body <i>buoy</i> dan komponen yang ada didalamnya	42
4.7	Menentukan K, G, dan M.....	43
4.7.1	KG (tinggi titik berat dari lunas)	43

4.7.2	KB (tinggi titik apung dari lunas.....)	44
4.7.3	BM (jarak titik apung ke metasentrik.....)	45
4.7.4	BG (tinggi <i>Bouyancy</i> ke G).....)	47
4.7.5	MG (tinggi dari titik G ke titik M)	47
4.8	<i>Restorating couple</i>)	48
BAB V.....)		49
KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran.....)	50
DAFTAR PUSTAKA		xi
LAMPIRAN.....)		xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Benda tercelup di <i>static liquid</i>	6
Gambar 2.2 Contoh dari stabil, tidak stabil, dan netral.....	9
Gambar 2.3 Tubuh benda terendam stabil secara rotasi.....	10
Gambar 2.4 Kayu balsa	17
Gambar 2.5 Epoxy yang di gunakan	18
Gambar 2.6 Sensor turbidity SKU: SEN0189.....	19
Gambar 2.7 Sensor TDS SKU:SEN0244	20
Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian.....	21
Gambar 4.1 Desain <i>body buoy</i> tanpa tutup.....	25
Gambar 4.2 Desain buoy padangan depan, bawah, dan samping	26
Gambar 4.3 Frame of reference maxsurf.....	31
Gambar 4.4 Calculate hydrostatis maxsurf	31
Gambar 4.5 Tinggi volum tercelup	32
Gambar 4.6 <i>Ccenter of gravity autocad</i>	32
Gambar 4.7 <i>Cneter of gravity</i> pandangan depan.....	32
Gambar 4.8 <i>Center of gravity</i> pandangan samping.....	33
Gambar 4.9 posisi datum sumbu z	34
Gambar 4.10 <i>free body diagram</i> komponen pada sumbu z.34	
Gambar 4.11 Lokasi datum pada sumbu x	35
Gambar 4.12 <i>free body diagram</i> komponen pada sumbu x 36	
Gambar 4.13 Lokasi datum pada sumbu y	37
Gambar 4.14 <i>free body diagram komponen</i> pada sumbu y .37	
Gambar 4.15 <i>Center of gravity</i> komponen padangan samping	38
Gambar 4.16 <i>Center of gravity</i> komponen pandangan depan	38

Gambar 4.17 <i>Center of gravity</i> komponen acuan baru pandangan samping	39
Gambar 4.18 <i>Center of gravity</i> komponen acuan baru pandangan depan	39
Gambar 4.19 <i>Center of gravity</i> body buoy dan komponen pandangan samping	42
Gambar 4.20 <i>Center of gravity</i> body buoy dan komponen pandangan depan	42
Gambar 4.21 Titik nol <i>autocad</i> pandangan samping	43
Gambar 4.22 Titik nol <i>autocad</i> pandangan depan	43
Gambar 4.23 <i>Center of gravity autocad</i> pandangan samping	44
Gambar 4.24 <i>Center of gravity autocad</i> pandangan depan .	44
Gambar 4.25 Tinggi buoyancy sampai lunas	45
Gambar 4.26 Titik - titik stability pandangan samping	46
Gambar 4.27 Titik titik stability pandangan depan	47

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Volum dan massa jenis udara dan buoy .	27
Tabel 5.1 Koordinat <i>Center of gravity</i>	49
Tabel 5.2 tinggi M, G, dan B dari lunas	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Luasnya perairan tambak dan lingkungan tambak yang tidak bersahabat menimbulkan tantangan tersendiri untuk diobservasi. Akses yang sulit dan faktor cuaca menyebabkan lokasi pengamatan di daerah laut memerlukan perencanaan yang baik. Ekosistem tambak yang terdiri dari ikan yang dibudidayakan dan tumbuhan sekitar tambak merupakan ekosistem. Produksi udang Indonesia pada 3 tahun terakhir terus menunjukkan peningkatan cukup signifikan. Tercatat produksi tahun 2012 mengalami peningkatan hingga 32,87%, dari 400.385 ton pada tahun 2011 menjadi 457.600 ton pada tahun 2012 (Pigoselipi, 2015)

Dalam rangka memuat sensor pendeksi kualitas air ditambah, maka dibutuhkan buoy, agar sensor didalam dapat terlindung dari lingkungan yang dinamis. Perlindungan ini dalam bertujuan agar pembacaan sensornya dapat akurat. Berbagai macam buoy diantaranya mooring buoy yaitu jenis buoy yang tertambat didasar kolam. Seperangkat instrumen beserta sistem transmisi data dipasang untuk melakukan pengukuran secara otomatis. Wahana ini telah terbukti keberhasilannya yang dipasang di laut lepas dalam

mempelajari iklim skala global dan sebagai alat peringatan bencana tsunami dan lain-lain seperti buoy TAO/TRITON. Akan tetapi rancangan sistem buoy laut lepas tidak cocok untuk diaplikasikan di daerah tambak akibat ukuran yang besar sehingga biaya keseluruhan menjadi tinggi. (Vivek,2013)

Berdasarkan pada kondisi tersebut, maka pada penelitian tugas akhir ini dirancang sebuah buoy, alat untuk menampung sistem sensor terintegrasi terhadap pengelolaan kualitas air budidaya udang. Wahana buoy yang dibuat berukuran tidak terlalu besar namun memiliki kestabilan yang baik pada pengujian statis dan dinamis.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas, permasalahan yang muncul pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mencari stabilitas dan rancangan desain menggunakan *autocad*.
2. Bagaimana proses pembuatannya dan desainnya,

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk merancang desain buoy menggunakan *software maxsurf* dan *autocad*.
2. Untuk memilih material buoy yang sesuai dengan

kondisi tambak udang.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu meluas, maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Proses pembuatannya tidak disertai gambar.
2. Keadaan lingkungan (environmental assumption) hanya di air tambak.
3. Beban komponen diasumsikan,.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi keilmuan dalam bidang instrumentasi yang memadukan teknologi *monitoring*, identifikasi dan serta optimalisasi controller dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan
2. Memberikan solusi kepada petani tambak udang agar dalam mengelola tambak sesuai dengan kondisi dan kebutuhan ekosistem udang.
3. Para petani dapat memonitor setiap waktu (*real time*) melalui teknologi android yang dimiliki oleh handphone.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan yang bersifat umum adalah sebagai berikut :

1. Bab I Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

2. BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi teori-teori yang menunjang pelaksanaan penelitian, perhitungan dan pemecahan masalah yang telah diperoleh.

3. BAB III Metodologi

Bab ini menjelaskan metodologi perencanaan pembuatan alat, diagram alir pembuatan buoy.

4. BAB IV Analisa Pembahasan

Bab ini menjelaskan uraian perencanaan dan perhitungan buoy menggunakan *software maxsurf* dianggap memenuhi.

5. BAB V Kesimpulan

Bab Kesimpulan menyatakan pernyataan akhir dari uraian dan penjelasan pada bab-bab sebelumnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buoy

Buoy adalah sebuah benda mengapung di air, terutama di air laut, yang dapat digunakan menurut jenisnya. *Buoy* dapat ditambatkan ke dasar laut dengan jangkar atau dibiarkan mengapung di permukaan laut. *Buoy* adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai penanda yang dipasang di laut. Pada awalnya alat ini dipasang untuk aktivitas bongkar muat kapal laut. Namun, alat ini kemudian juga difungsikan untuk mengamati tsunami yang mungkin terjadi di kawasan tersebut. (Zaimul, 2020)

2.2 Hukum Archimedes

Hukum Archimedes adalah hukum yang menyatakan bahwa setiap benda yang tercelup baik keseluruhan maupun sebagian dalam fluida, maka benda tersebut akan menerima dorongan gaya ke atas (atau gaya apung). Besarnya gaya apung yang diterima, nilainya sama dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut (berat = massa benda x percepatan gravitasi) dan memiliki arah gaya yang bertolak belakang (arah gaya berat kebawah, arah gaya apung ke atas). (Ibadurrahman, 2018)

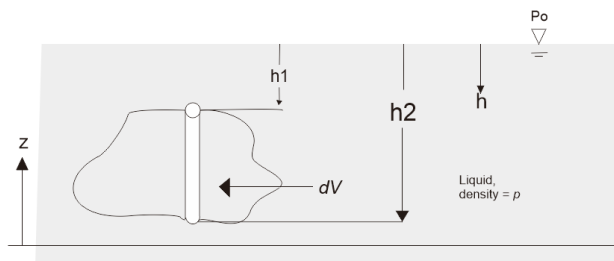
$$F_{buoyant} = W$$

Persamaan ini, ketika dinyatakan dalam kata-kata, disebut prinsip Archimedes. Prinsip Archimedes adalah

pernyataan bahwa gaya apung pada objek sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh objek. Kesederhanaan dan kekuatan ide ini sangat mencolok. Jika ingin mengetahui gaya apung pada suatu objek, hanya perlu menentukan berat fluida yang dipindahkan oleh objek. Fakta bahwa ide-ide sederhana dan indah seperti ini dihasilkan dari perkembangan logis dari prinsip-prinsip fisika dasar adalah bagian dari mengapa orang menemukan fisika sangat berguna, kuat, dan menarik. Dan fakta bahwa itu ditemukan oleh Archimedes dari Syracuse lebih dari 2000 tahun yang lalu, di hadapan hukum Newton, sangat mengesankan. (khan,2016)

2.2.1 Buoyancy

jika sebuah objek terbenam di dalam *liquid*, atau mengapung pada permukaan, (Viktor,1979) gaya bersih ke atas yang bekerja pada benda itu karena tekanan *liquid* disebut buoyancy. Mempertimbangkan sebuah objek terbenam total di *static liquid*, pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Benda tercelup di *static liquid*

Gaya vertikal pada benda karena tekanan hidrostatis dapat ditemukan paling awal dengan mempertimbangkan elemen volume silinder yang serupa dengan yang ditunjukkan pada gambar 2.1. untuk menghitung tekanan p pada kedalaman h di sebuah *liquid*, (Philip, 2011)

$$p = p_0 + \rho gh$$

gaya tekanan vertikal pada elemen kemudian

$$dF_z = (p_0 + \rho gh_2) dA - (p_0 + \rho gh_1) dA = \rho g(h_2 - h_1) dA$$

tapi $(h_2 - h_1) dA = dV$, volume dari elemen. Ini

$$F_z = \int dF_z = \int_V \rho g dV = \rho g V$$

Dimana V adalah volume dari air yang dipindahkan.

$$F_{\text{buoyancy}} = \rho g V$$

F_{buoyancy} = Gaya angkat (N)

ρ = Massa jenis (gk/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

V = Volume tercelup

Relasi ini dilaporkan digunakan oleh Archimedes di tahun 220_{b.c.} untuk menjelaskan kasus emas pada mahkota Raja Hiero II. Sehingga itu disebut dengan “prinsip Archimedes.” Pada pengaplikasian lebih, hasil 2.1

digunakan untuk desain *displacement vessel*, *flotation gear*, dan *submersibles*. (Viktor,1979)

Objek yang terendam tidak harus padat. Gelembung hidrogen, digunakan untuk memvisualisasikan garis lintasan dan garis waktu dalam air, itu positif buoyancy; mereka naik perlahan saat mereka tersapu oleh aliran. Sebaliknya, tetesan air dalam minyak adalah ringan dan cenderung tenggelam.

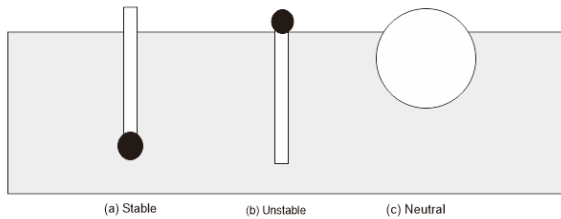
$$W_{\text{air}} > W_{\text{benda}}$$

Jika berat air yang dipindahkan lebih besar dari pada berat benda, maka benda akan terapung.

2.2.2 Stabilitas benda terapung dan tenggelam

Benda mengambang dalam cairan statis memiliki kemampuan vertikal. perpindahan kecil ke atas menurunkan volume cairan yang dipindahkan, menghasilkan gaya ke bawah yang tidak seimbang yang cenderung mengembalikan tubuh benda ke posisi semula. Sama halnya, perpindahan ke bawah yang kecil menghasilkan gaya apung yang lebih besar, yang menyebabkan gaya ke atas yang tidak seimbang.

suatu benda memiliki stabilitas linier ketika perpindahan linier kecil ke segala arah mengatur kekuatan pemulih yang cenderung mengembalikannya ke posisi semula. ini memiliki stabilitas rotasi ketika *restoring couple* diatur oleh perpindahan sudut kecil.(Viktor,1951)



Gambar 2.2 Contoh dari stabil, tidak stabil, dan netral

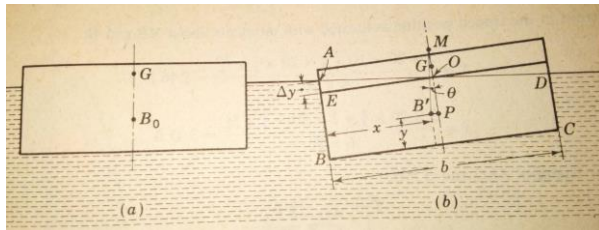
metode untuk menentukan stabilitas rotasi dikembangkan dalam diskusi berikut. Tubuh benda dapat mengambang dalam keseimbangan yang stabil, tidak stabil, atau netral. ketika suatu benda berada dalam ekuilibrium yang tidak stabil, setiap perpindahan sudut kecil membentuk *couple* yang cenderung meningkatkan perpindahan sudut.

Dengan tubuh benda dalam keseimbangan netral, perpindahan sudut kecil apa pun tidak akan menghasilkan *couple* apapun. gambar 2.2. menggambarkan tiga kasus kesetimbangan: (a) sepotong kayu ringan dengan berat logam di bagian bawahnya adalah meja; (B) ketika berat logam di bagian atas, tubuh benda berada dalam equilibrium tetapi setiap perpindahan sudut sedikit menyebabkan ia mengambil posisi dalam a; (c) bola homogen atau silinder sirkular kanan berada dalam kesetimbangan untuk setiap rotasi sudut; yaitu, tidak ada *couple* yang dihasilkan dari perpindahan sudut.

Objek yang benar-benar tenggelam sepenuhnya stabil secara rotasional ketika pusat gravitasinya di bawah pusat daya apung, seperti pada Gambar 2.3a. Saat objek berputar tidak searah jarum jam, seperti gambar 2.3b, gaya angkat dan berat membuat *couple* pada arah searah jarum jam. (Viktor,1951)



Gambar 2.3 Tubuh benda terendam stabil secara rotasi



Gambar 2.4 Stabilitas benda prisma

Biasanya, ketika sebuah benda terlalu berat untuk mengapung, ia tenggelam dan turun sampai bersandar di bagian bawah. meskipun berat spesifik suatu cairan sedikit meningkat dengan kedalaman, tekanan yang lebih tinggi cenderung menyebabkan cairan sedikit meningkat dengan kedalaman, tekanan yang lebih tinggi cenderung menyebabkan cairan untuk menekan tubuh benda atau

menembus ke dalam pori-pori zat padat dan dengan demikian mengurangi daya apung tubuh benda. Sebuah kapal, misalnya, pasti akan turun ke bawah begitu kapal itu benar-benar tenggelam, karena kompresi udara yang terperangkap di berbagai bagian ini. (Viktor,1951)

2.2.3 penentuan stabilitas rotasi objek mengambang

Setiap objek mengambang dengan pusat gravitasi di bawah pusat daya apungnya (centroid volume yang dipindahkan) mengapung dalam kesetimbangan stabil, seperti pada Gambar 2.2a. Namun, benda-benda mengambang tertentu berada dalam keseimbangan stabil ketika pusat gravitasinya di atas pusat bouyancy. Stabilitas benda prismatic pertama kali dipertimbangkan, diikuti oleh analisis benda mengambang umum untuk sudut kecil ujung.

Gambar 2.4a adalah potongan melintang dari suatu benda dengan semua potongan melintang paralel lainnya identik. pusat daya apung selalu berada di pusat massa dari volume yang dipindahkan, yang merupakan pusat massa dari luas penampang di bawah permukaan cair dalam kasus ini. karenanya, ketika tubuh benda miring , seperti gambar 2.4b, pusat bouyancy berada pada centroid B 'dari trapesium ABCD, gaya bouyant bekerja ke atas melalui B', dan beratnya bergerak ke bawah melalui G, pusat gravitasi dari tubuh benda. Ketika garis vertikal sampai B memotong garis tengah asli di atas G, seperti pada M, *restorating couple* dihasilkan dan tubuh benda berada dalam kesetimbangan stabil. Perpotongan kekuatan bouyant dan garis tengah disebut metacenter, yang disebut M. Ketika M di atas G, tubuh benda stabil; ketika di bawah

G. itu tidak stabil; dan ketika di G, ia berada dalam kesetimbangan netral. Jarak MG disebut tinggi metasentrik dan merupakan ukuran langsung dari stabilitas tubuh benda. *Restorating couple* adalah

$$W\overline{MG} \sin \theta$$

W = berat benda (N)
 \overline{MG} = Ttinggi metasentrik
 $\sin \theta$ = Perpindahan sudut ($^{\circ}$)

Yang mana θ adalah perpindahan sudut dan W berat dari tubuh benda. (Viktor,1979)

2.2.4 Momen gaya

Torsi dalam fisika, juga disebut momen atau momen gaya, adalah bentuk ekuivalen rotasi dari gaya linear. Konsep torsi diawali dari kerja Archimedes dengan alat peraga tuas. Secara umum, torsi dapat dianggap sebagai *gaya rotasi*. Analog rotasi dari gaya, massa, dan percepatan adalah torsi, momen inersia dan percepatan sudut. Gaya yang bekerja pada tuas, dikalikan dengan jarak dari titik tengah tuas, adalah torsi. (Serway,2003) Contohnya, gaya dari tiga newton bekerja sepanjang dua meter dari titik tengah mengeluarkan torsi yang sama dengan satu newton bekerja sepanjang enam meter dari titik tengah. Ini menandakan bahwa gaya dalam sebuah sudut pada sudut yang tepat kepada tuas lurus. Lebih umumnya, seseorang dapat mendefinisikan torsi dalam perkalian silang:

$$\mathbf{T} = \mathbf{W} \times \mathbf{r}$$

- T = momen gaya (Nm)
 W = Berat/Gaya (N)
 r = jarak komponen dari datum (m)

2.3 Massa jenis

Densitas fluida didefinisikan sebagai massanya per satuan volume. Untuk menentukan kerapatan pada suatu titik, massa m fluida dalam volume kecil v yang mengelilingi titik dibagi dengan v dan batas diambil sebagai v menjadi nilai di mana masih besar dibandingkan dengan jarak rata-rata antara molekul, (Viktor, 1951)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

m = Massa (kg)

V = Volume (m^3)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

2.4 Macam-macam Keadaan Stabilitas

Pada prinsipnya keadaan stabilitas ada tiga yaitu Stabilitas Positif (stable equilibrium), stabilitas Netral (Neutral equilibrium) dan stabilitas Negatif (Unstable equilibrium).

1. Stabilitas Positif (Stable Equilibrium)

Suatu keadaan dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki

stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

2. Stabilitas Netral (Neutral Equilibrium)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berhimpit dengan titik M. maka momen penegak kapal yang memiliki stabilitas netral sama dengan nol, atau bahkan tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali sewaktu menyenget. Dengan kata lain bila kapal senget tidak ada MP maupun momen penerus sehingga kapal tetap miring pada sudut senget yang sama, penyebabnya adalah titik G terlalu tinggi dan berimpit dengan titik M karena terlalu banyak muatan di bagian atas kapal.

3. Stabilitas Negatif (Unstable Equilibrium)

Suatu keadaan stabilitas dimana titik G-nya berada di atas titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas negatif sewaktu menyenget tidak memiliki kemampuan untuk menegak kembali, bahkan sudut sengetnya akan bertambah besar, yang menyebabkan kapal akan bertambah miring lagi bahkan bisa menjadi terbalik. Atau suatu kondisi bila kapal miring karena gaya dari luar, maka timbullah sebuah momen yang dinamakan MOMEN PENERUS/Heiling moment sehingga kapal akan bertambah miring.

2.5 Dimensi pokok dalam stabilitas kapal

Pada stabilitas kapal kita bisa menemukan dimensi dimensi stabilitasnya, yaitu:

1. KM (Tinggi titik metasentris di atas lunas)
KM ialah jarak tegak dari lunas kapal sampai ke titik M, atau jumlah jarak dari lunas ke titik apung (KB) dan jarak titik apung ke metasentris (BM), sehingga KM dapat dicari dengan rumus :

$$KM = KB + BM$$

Diperoleh dari diagram metasentris atau hydrostatical curve bagi setiap sarat (draft) saat itu.

2. KB (tinggi titik apung hingga lunas)
Letak titik B di atas lunas bukanlah suatu titik yang tetap, akan tetapi berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat atau senget kapal (Wakidjo, 1972). Menurut Rubianto (1996), nilai KB dapat dicari :

Untuk kapal tipe plat bottom, $KB = 0,50d$

Untuk kapal tipe V bottom, $KB = 0,67d$

Untuk kapal tipe U bottom, $KB = 0,53d$

dimana $d =$ draft kapal

Dari diagram metasentris atau lengkung hidrostatik, dimana nilai KB dapat dicari pada setiap sarat kapal saat itu (Wakidjo, 1972).

3. BM (Jarak Titik Apung ke Metasentris)
Menurut Usman (1981), BM dinamakan jari-jari metasentris atau metacentric radius karena bila kapal mengoleng dengan sudut-sudut yang kecil, maka lintasan pergerakan titik B merupakan

sebagian busur lingkaran dimana M merupakan titik pusatnya dan BM sebagai jari-jarinya.

2.6 Kayu balsa sebagai bahan

Kayu balsa adalah kayu dari pohon balsa, tumbuhan asli dari Amerika Selatan, *Ochroma pyramidale*. Saat ini produsen terbesar kayu balsa berasal dari Equador, Papua Nugini, dan Indonesia. Di pasar, kayu balsa dibagi atas tiga jenis berdasarkan kepadatannya, yaitu Light $< 120 \text{ kg/m}^3$, Medium $120\text{-}180 \text{ kg/m}^3$, dan Heavy $>180 \text{ kg/m}^3$. Balsa light biasanya digunakan untuk hobby dan aeromodelling, medium untuk kebutuhan komposit industri, sementara heavy sebagai substitusi kayu keras dengan harga yang lebih murah dan penggunaan lebih luas.(sibalsa,2014)

Kayu balsa untuk aeromodelling dipilih karena beratnya yang ringan, walaupun ada bagian-bagian tertentu dari pesawat balsa yang butuh struktur lebih kuat. Selain aeromodelling, kayu balsa juga banyak digunakan untuk membuat boat Radio Control dengan cara dilapisi resin atau coating sehingga tahan air dan lebih kuat. Saat ini para pengrajin banyak yang melirik lembaran kayu balsa karena sifatnya yang lentur dan mudah dikerjakan.



Gambar 2.4 Kayu balsa

2.7 Coating menggunakan Epoksi

Epoxy adalah campuran antara resin epoxy dan hardener / katalis. Kedua kimia dicampur secara bersama sebelum aplikasikan. Setelah pencampuran ada batasan waktu dan suhu. Jika ingin memberikan warna pada epoxy coating, maka perlu resin yang berwarna sesuai keinginan. Jika tidak diwarnai, disebut sebagai clear coating.

Pengaplikasian epoxy coating dapat berhasil dan gagal, sama seperti sifat cat. Namun tidak sepenuhnya memiliki sifat seperti cat, pencampuran kedua kimia tersebut memulai proses reaktif yang menciptakan *cross-linking* kimia saat mengering. Keterkaitan silang ini memberikan permukaan yang sangat keras dan tahan lama, dimana akan menyegel beton dan membuatnya tahan terhadap abrasi juga bahan kimia. Seberapa kuat ketahanan dan kinerja lapisan epoxy biasanya ditentukan oleh kualitas dan kandungan padatan dari epoksi yang digunakan.(Anggriawan, 2019)



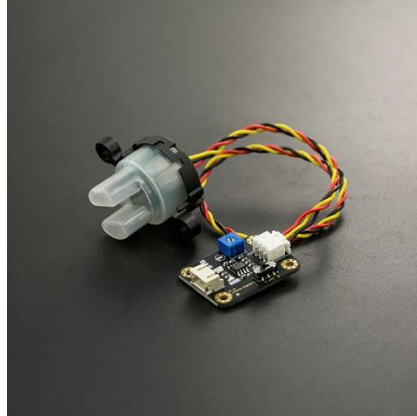
Gambar 2.5 Epoxy yang di gunakan

2.8 Sensor turbidity dan TDS

Sensor yang digunakan adalah sensor turbidity dan TDS (*total dissolved solid*), yaitu berguna untuk mengukur kekeruhan dan padatan yang terlarut.

2.8.1 Sensor turbidity tipe SKU:SEN0189

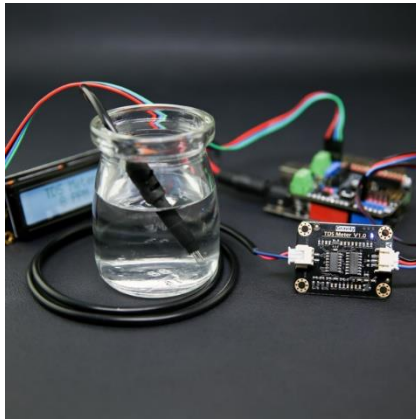
Sensor turbidity digunakan untuk mengukur kualitas air di sungai dan aliran air, pengukuran air limbah dan efluen, instrumentasi kontrol untuk kolam pengendapan, penelitian angkutan sedimen, dan pengukuran laboratorium. Kecerahan perairan pada air juga dapat mempengaruhi pengukuran tingkat kekeruhan air. Kecerahan (*transparency*) perairan dipengaruhi oleh bahan – bahan halus yang melayang – layang dalam air baik berupa bahan organik seperti plankton, jasad renik, detritus maupun berupa bahan anorganik seperti lumpur dan pasir (Hargreaves, 1999).



Gambar 2.6 Sensor turbidity SKU: SEN0189

2.8.2 Sensor TDS (total dissolved solid)

TDS (*Total Dissolved Solids*) menunjukkan bahwa berapa miligram padatan terlarut yang larut dalam satu liter air. Secara umum semakin tinggi nilai TDS, padatan yang larut sedikit dalam air, dan semakin tidak bersih airnya. Oleh karena itu, nilai TDS dapat digunakan sebagai salah satu referensi untuk mencerminkan kebersihan air. Pena TDS adalah peralatan yang banyak digunakan untuk mengukur nilai TDS. Sensor ini kompatibel dengan Arduino pengontrol. Sensor ini mendukung input tegangan lebar 3.3 ~ 5.5V, dan output tegangan analog 0 ~ 2.3V, yang membuatnya kompatibel dengan sistem atau papan kontrol 5V atau 3.3V. Sumber eksitasi adalah sinyal AC, yang secara efektif dapat mencegah probe dari polarisasi dan memperpanjang umur probe. Sementara itu, meningkatkan stabilitas sinyal output. Probe TDS tahan air, bisa saja direndam dalam air untuk pengukuran dengan waktu yang lama (DFRobot, 2017).

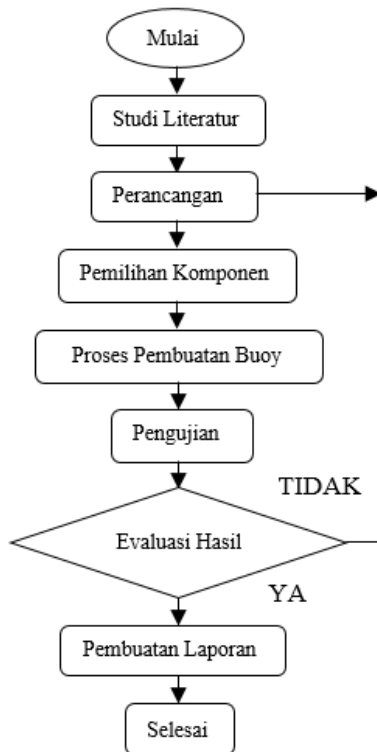


Gambar 2.7 Sensor TDS SKU:SEN0244

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian digunakan untuk memperlancar dan mempermudah dalam proses pengujian. Metode ini disusun secara urut dengan menggunakan *flowchart*.

3.1. Diagram alir proses penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir proses penelitian

3.1.1 Studi literatur

Pada tahap awal dilakukan studi literatur yang berkaitan dengan *buoy* dan kapal yang sudah diterapkan untuk mengetahui beberapa istilah body kapal, dan cara kerja kapal dan *buoy* di atas permukaan air didalam jurnal – jurnal dan buku yang ada.

3.1.2 Perancangan

Pada tahap ini dilakukan perancangan body *buoy* diatas kertas untuk membuat desain yang simple dan dapat dikerjakan untuk di jadikan benda jadi. Setelah desain jadi dan dapat di kerjakan menjadi benda jadi, selanjutnya adalah melakukan desain didalam *softwere maxsurf* dan memasukkan perhitungan dan data – data yang ada untuk dilakukannya simulasi. Jika simulasi tidak berhasil, maka akan dilakukan perancangan ulang, jika simulasi berhasil maka akan lanjut ke tahap berikutnya

3.1.3 Pemilihan komponen

Pada tahap ini dilakukannya pembelian bahan yang sudah di rencanakan pada tahap perancangan model *buoy*. Pembelian dilakukan dengan membeli bahan dari online shop dikarenakan lambatnya pelayanan yang dilakukan disurabaya.

3.1.4 Pembuatan buoy

Pada tahap ini dilakukannya pembuatan buoy dari komponen – komponen dan desain yang sudah disiapkan, pembuatan buoy menggunakan kayu balsa yang digambar dengan *softwere autocad*.

1. Memotong kayu balsa sesuai dengan desain yang telah digambar.
2. Merapikan sisi – sisi dari bagian buoy dengan amplas.
- 3 Melekatkan bagian bagian buoy yang telah dipotong dengan menggunakan lem Epoxy Avian, membentuk seperti desain, lalu menunggu kering sempurna selama 1 hari.
4. Melapisi body dan tutup dengan Epoxy Avian hardener dan resin dengan takaran 1:1 ke seluruh sisi, lalu menunggu 1 hari hingga kering sempurna.
5. Setelah kering maka buoy siap digunakan.

3.1.5 Pengujian lapangan

Pada tahap ini dilakukan pengujian dilapangan untuk mengetahui kondisi nyata apakah alat dapat bekerja semestinya, yaitu, alat tidak terbalik dan dapat stabil di area kolam dan tambak. Jika alat tidak dapat bekerja dengan semestinya maka harus dilakukan pembuatan pembuatan ulang pada model tersebut.

BAB IV

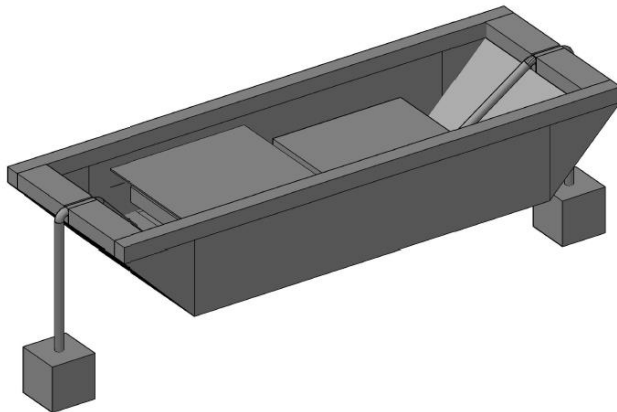
HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang hasil yang diperoleh dari tahap perancangan desain dengan menggunakan *software autocad*, perhitungan buoyancy dan stability, pengambilan data dari maxsurf, dan perhitungan stability pada buoy.

4.1 Perancangan desain buoy dengan *autocad*

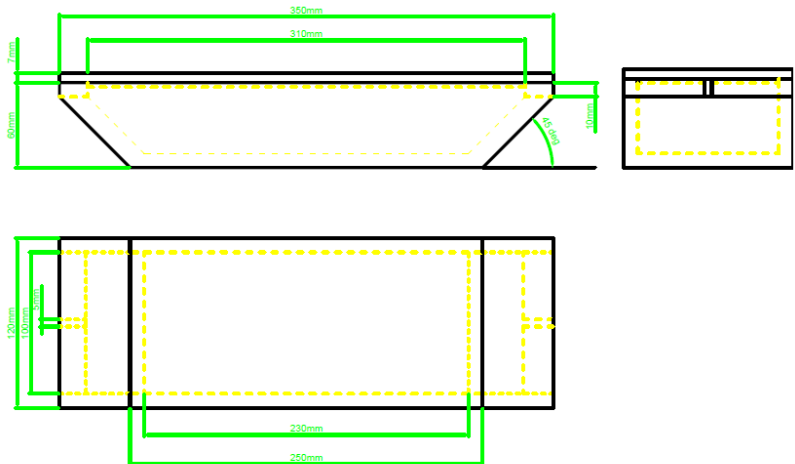
Hasil perancangan desain menggunakan *software autocad* menggunakan pandangan 3 dimensi, atas, dan bawah.

4.1.1 Desain buoy pandangan 3 dimensi tanpa tutup



Gambar 4.1 Desain *body buoy* tanpa tutup

4.1.2 Desain *buoy* pandangan depan, bawah dan, samping



Gambar 4.2 Desain *buoy* pandangan depan, bawah, dan samping

4.2 Perhitungan *buoy* tenggelam atau tidak

Pada tahap ini dilakukannya perhitungan *buoyancy* dan *stability*, dengan menggunakan hasil dari studi literasi.

4.2.1 Menentukan massa *buoy* dan udara

Hasil rancangan desain *buoy* menggunakan *software autocad* didapatkan ukuran atau dimensi utama *buoy*. ukuran utama rancangan ini menentukan berat dari *buoy* tersebut.

Di dapatkan volume total dari part - part body *buoy*, dan massa jenis dari *buoy* dan udara didalamnya adalah:

Tabel 4.1 Tabel Volum dan massa jenis udara dan buoy

	<i>buoy</i>	Udara
volum	527000 mm ³	1567000 mm ³
Massa jenis	120 kg/m ³	1.2 gk/m ³
Volum keduanya	2094000 mm ³	

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan :

m = Massa (kg)

V = Volume (m³)

ρ = Massa jenis (kg/m³)

$$\begin{aligned}
 120 \text{ kg/m}^3 &= \frac{m}{812379,96 \text{ mm}^3} \\
 m_{\text{buoy}} &= 120 \text{ kg/m}^3 \times 0,000527 \text{ m}^3 \\
 m_{\text{buoy}} &= 0,06324 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1.2 \text{ gk/m}^3 &= \frac{m}{1350000 \text{ mm}^3} \\
 m_{\text{udara}} &= 1.2 \text{ gk/m}^3 \times 0,001351 \text{ m}^3 \\
 m_{\text{udara}} &= 0,0016212 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

setelah ditemukannya masa dari body buoy dan udara yang didalam buoy, maka dijumlahkan untuk mendapatkan berat buoy di bumi.

$$\begin{aligned}
 m_{\text{udara}} + m_{\text{buoy}} &= 0,0016212 \text{ kg} + 0,06324 \text{ kg} \\
 &= 0,0648612 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.2.2 Menentukan berat total *buoy*

Setelah menentukan massa *buoy* dengan menggunakan massa jenis dan volum dari benda yang tersedia, maka akan di temukan massa dari benda tersebut. Dengan demikian akan ditemukan berat dari *buoy*. Dan dengan ditambahkan berat dari seluruh komponen.

$$W = mg$$

W = Berat *buoy* (N)

m = massa (kg)

g = gravitasi (m/s^2)

$$W = 0,0648612 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 0,63628837 \text{ m/s}^2$$

$$W = 0,63628837 \text{ N}$$

Pada tahap berikutnya adalah menambahkan beban dari komponen untuk mengetahui beban seluruhnya

$$\begin{aligned} \text{Beban komponen} &= 270 \text{ g} \times 9,81 \\ &= 2,6 \text{ N} \end{aligned}$$

Berat komponen masih diasumsikan.

$$\begin{aligned} W_{\text{buoy}} + W_{\text{komponen}} &= 0,63628837 \text{ N} + 2,6 \text{ N} \\ &= 3,28498837 \text{ N} \end{aligned}$$

Setelah berat *buoy* dan komponen serta volumnya ditemukan, maka bisa di cari tahu apakah benda kita tenggelam atau tidak.

4.2.3 Membuktikan benda tenggelam atau tidak

Pada tahap ini akan mencari tau apakah benda akan tenggelam atau tidak dengan menggunakan prinsip archimedes yaitu *buoyancy*, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}W_{\text{air}} &> W_{\text{benda}} \\ \rho_{\text{air}} \times g \times V_{\text{air}} &> W_{\text{benda}} \\ 977 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 2094000 \text{ mm}^3 &> 3,28498837 \text{ N} \\ 977 \text{ kg/m}^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2 \times 0,002094 \text{ m}^3 &> 3,28498837 \text{ N} \\ 20,48051 \text{ N} &> 3,28498837 \text{ N}\end{aligned}$$

V_{air} = Volum air yang dipindahkan (m^3)

Benda terapung apabila berat air dengan volum yang sama dengan benda lebih kecil dari pada benda, jadi dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa benda mengapung.

4.2.4 Mencari volum tercelup

Pada tahap ini adalah mencari volum yang tercelup untuk digunakan pada maxsurf untuk mencari tinggi dari benda yang tercelup atau tinggi *design of water lenght* (DWL).

Menentukan volum terelup dengan hukum archimedes, seperti berikut:

$$W_{\text{air}} = W_{\text{benda}}$$

Dengan menggunakan persamaan ini, jika berat air dan berat benda sama, maka benda akan mengambang pada air.

Sehingga dengan massa jenis yang berbeda, berapakah volum tercelup yang dibutuhkan agar berat benda sama dengan air. Ini artinya berat air sama dengan berat benda yang tercelup.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{air}} &= W_{\text{benda}} \\
 \rho_{\text{air}} \times g \times V_{\text{air}} &= \rho_{\text{benda}} \times g \times V_{\text{benda}} \\
 \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} &= \rho_{\text{benda}} \times V_{\text{benda}}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya karena buoy tidak hanya tersusun oleh kayu balsa, maka masa jenis yang digunakan adalah massa jenis dari seluruh buoy.

$$\begin{aligned}
 W_{\text{benda}} &= \rho_{\text{benda}} \times g \times V_{\text{benda}} \\
 3,28498837 \text{ N} &= \rho_{\text{benda}} \times 9,81 \times 0,002094\text{m}^3 \\
 \rho_{\text{benda}} &= 159,914613 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

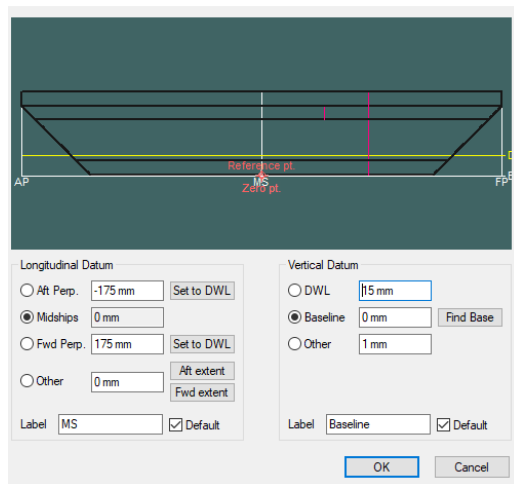
Setelah didapatkan massa jenis dari seluruh bagian buoy maka dapat dimasukkan kedalam persamaan sebelumnya.

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{air}} \times V_{\text{air}} &= \rho_{\text{benda}} \times V_{\text{benda}} \\
 997 \text{ kg/m}^3 \times V_{\text{air}} &= 159,914613 \text{ kg/m}^3 \times 0,002094\text{m}^3 \\
 V_{\text{air}} &= \frac{159,914613 \text{ kg/m}^3}{997 \text{ kg/m}^3} \times 0,002094\text{m}^3 \\
 V_{\text{air}} &= 0,0003358688\text{m}^3 \\
 V_{\text{air}} &= 335868,8 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Jadi volum air yang di pindahkan oleh volum benda yang tercelup adalah 335868,8 mm³

4.3 Input data ke *software maxsurf*

Pada tahap ini akan memasukkan data data yang ada ke *software maxsurf* untuk mendapatkan data yang lainnya guna menghitung stabilitasnya. Sehingga bisa didapatkan data data dari simulasi di *software maxsurf*.



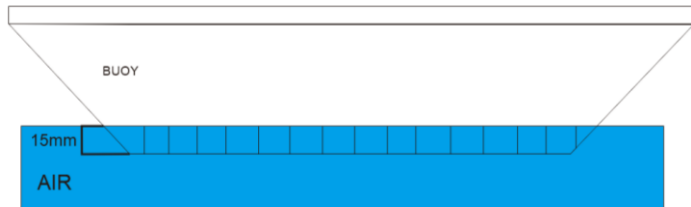
Gambar 4.3 Frame of reference maxsurf

Dengan mengatur dan mengubah DWL atau tinggi dari volume tercelup, sampai volume tercelup pada *calculate hydrostatis* menunjukkan angka yang mendekati dari perhitungan di sebelumnya.

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	333044355	kg
2	Volume (displaced)	334046,5	mm ³
3	Draft Amidships	15,0	mm

Gambar 4.4 Calculate hydrostatis maxsurf

Saat tinggi dari volum tercelup di atur ke 15 mm, didapatkan volum tercelup yang mendekati $335868,8 \text{ mm}^3$, maka tinggi dari DWL adalah 15 mm.



Gambar 4.5 Tinggi volum tercelup

4.4 Mencari *center of gravity* buoy tanpa sensor

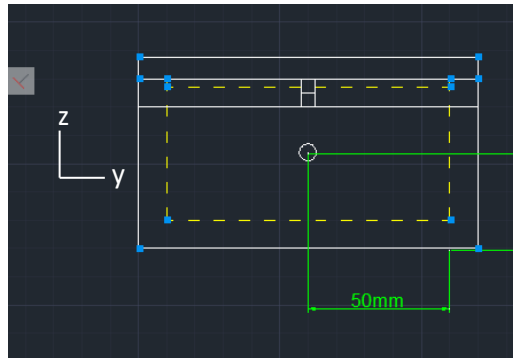
Pada tahap ini kita akan menggunakan data yang telah didapat dari Autocad. *Center of gravity* diambil dari software *Autocad*, maka didapatkan data sebagai berikut:

```
Centroid:      X: 125.0000
                Y: 50.0000
                Z: 33.9624
```

Gambar 4.6 *Ccenter of gravity autocad*



Gambar 4.7 *Cneter of gravity pandangan depan*



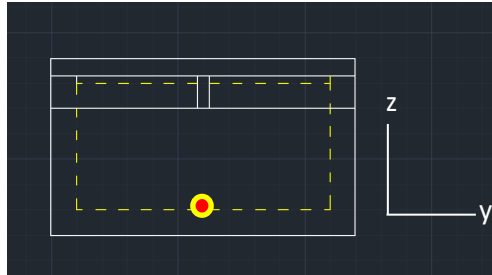
Gambar 4.8 *Center of gravity* pandangan samping

4.5 Mencari *center of gravity* komponen buoy

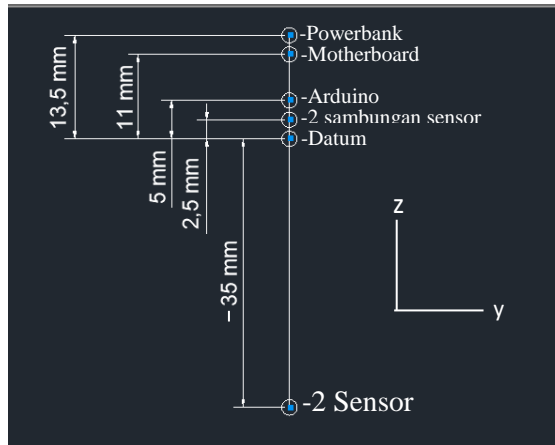
Pada tahap ini mencari *center of gravity* dari komponen sensor saja, karena posisi dan berat sensor berbeda – beda maka harus dicari secara manual. Posisi kabel diabaikan dan *Center of gravity* sumbu y sama dengan *bouy* tanpa komponen,

4.5.1 *Center of gravity* komponen sumbu z

Tahap ini menghitung untuk menentukan posisi dari sumbu z dengan menggunakan perhitungan momen. Titik datum diambil dari dasar buoy.



Gambar 4.9 posisi datum sumbu z



Gambar 4.10 free body diagram komponen pada sumbu z

Berat komponen :

Powerank	= 1,78 N
Motherboard	= 0,078 N
Arduino	= 0,197 N
2 sambungan sensor	= 0,098 N
2 sensor	= 0,39 N

$$T = W \times r$$

- T = momen gaya (Nm)
 W = Berat (N)
 r = jarak komponen dari datum (m)

$$T_z = (1,89 \text{ N} \times 13,5 \text{ mm}) + (0,078 \text{ N} \times 11 \text{ mm}) + (0,197 \text{ N} \times 5 \text{ mm}) + (0,098 \text{ N} \times 2,5 \text{ mm}) + (0,39 \text{ N} \times -35 \text{ mm})$$

$$T_z = 13,953 \text{ Nm}$$

$$r = \frac{T_z}{W}$$

$$r = \frac{13,953 \text{ Nm}}{2,6 \text{ N}}$$

$$r = 5,3 \text{ mm}$$

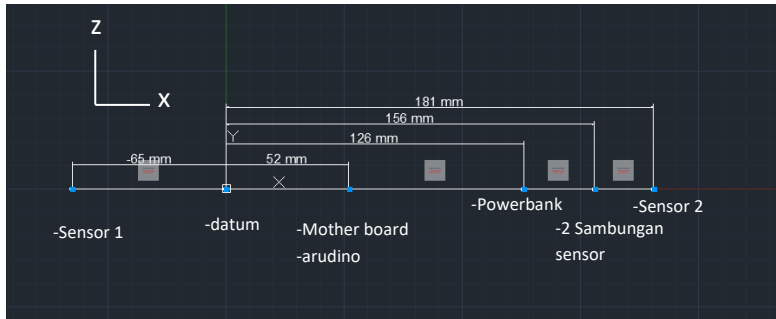
Dari perhitungan ini, jadi jarak sumbu z ke center of gravity komponen adalah sejauh 5,3 mm.

4.5.2 *Center of gravity* komponen sumbu x

Tahap ini menghitung untuk menentukan posisi dari sumbu x dengan menggunakan perhitungan momen. Titik datum diambil dari ujung buoy.



Gambar 4.11 Lokasi datum pada sumbu x



Gambar 4.12 *free body diagram* komponen pada sumbu x

$$T_x = (0,078 \text{ N} \times 52 \text{ mm}) + (0,197 \text{ N} \times 52 \text{ mm}) + (0,098 \text{ N} \times 156 \text{ mm}) + (1,89 \text{ N} \times 126) + (0,197 \text{ N} \times 181 \text{ mm}) + (0,197 \text{ N} \times -65 \text{ mm})$$

$$T_x = 290,623 \text{ Nm}$$

$$r = \frac{T_z}{W}$$

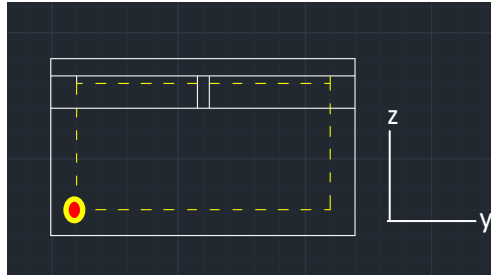
$$r = \frac{301,8 \text{ Nm}}{2,6 \text{ N}}$$

$$r = 111,78 \text{ mm}$$

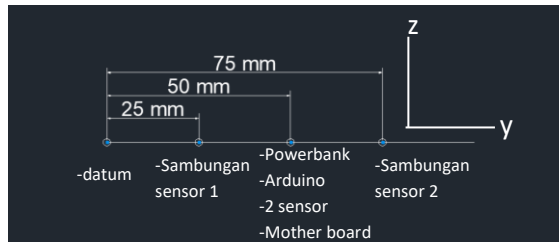
Dari perhitungan ini, jadi jarak sumbu x ke center of gravity komponen adalah sejauh 115,78 mm.

4.5.3 *Center of gravity* komponen sumbu y

Tahap ini menghitung untuk menentukan posisi dari sumbu y dengan menggunakan perhitungan momen. Titik datum diambil dari ujung buoy.



Gambar 4.13 Lokasi datum pada sumbu y



Gambar 4.14 free body diagram komponen pada sumbu y

$$T_z = (0,049 \text{ N} \times 25 \text{ mm}) + (2,445 \text{ N} \times 50 \text{ mm}) + (0,049 \text{ N} \times 75 \text{ mm})$$

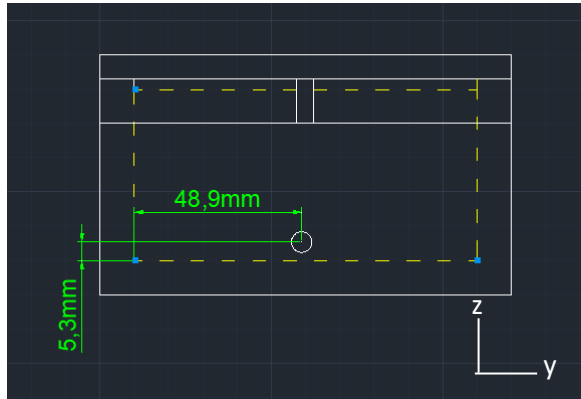
$$T_z = 127,15 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} r &= \frac{T_z}{W} \\ r &= \frac{127,15 \text{ Nm}}{2,6 \text{ N}} \\ r &= 48,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan ini, jadi jarak sumbu y ke center of gravity komponen adalah sejauh 48,9 mm.

4.5.4 Lokasi *center of gravity* komponen

Setelah ditemukannya seluruh *center of gravity* dari 3 sumbu maka seperti berikut ini:

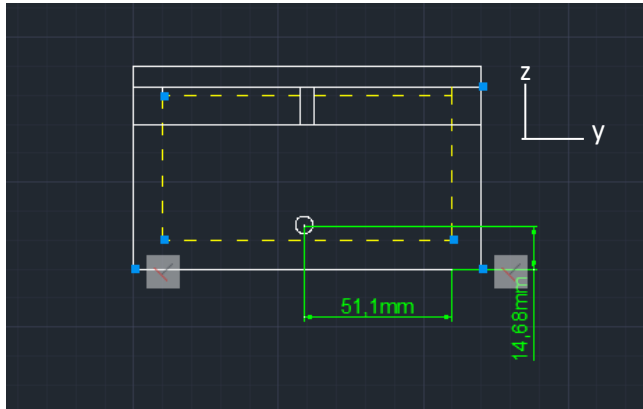


Gambar 4.15 *Center of gravity* komponen pandangan samping

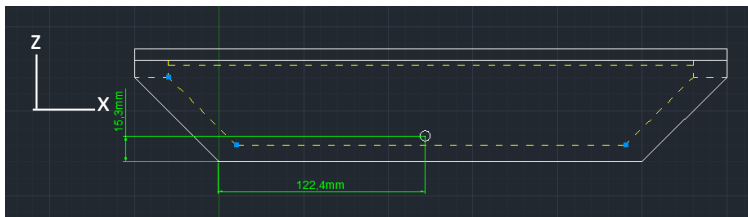


Gambar 4.16 *Center of gravity* komponen pandangan depan

Dengan koordinat yang sekarang kita bisa mendapatkan koordinat *center of gravity* yang memiliki titik acuan yang sama dengan data pada *autocad*, dan jadi sebagai berikut:



Gambar 4.17 *Center of gravity* komponen acuan baru pandangan samping



26Gambar 4.18 *Center of gravity* komponen acuan baru pandangan depan

Maka koordinat *center of gravity* dari komponen sensor beracuan sama dengan koordinat titik nol *autocad* body buoy. Maka koordinat sebagai berikut:

- X = 122,4 mm
- Z = 15,3 mm
- Y = 51,1 mm

Dengan menggunakan koordinat berikut maka, *center of gravity* dari seluruh buoy bisa di temukan.

4.6 Center of gravity seluruh bagian buoy

Pada tahap sebelumnya telah ditemukan *center of gravity* dari buoy dan komponennya, setelah itu adalah *center of gravity* dari seluruh bagian buoy dan komponen dengan menggunakan hasil perhitungan yang sebelumnya. Dengan data yang diberikan *autocad* maka dapat ditemukan *center of gravity* total dari buoy.

4.6.1 center of gravity pada sumbu z

Pada tahap ini mencari *center of gravity* pada sumbu z dengan data hasil perhitungan dan *autocad*.

$$T = W \times r$$

$$T = (\text{momen body buoy}) + (\text{momen komponen buoy})$$

$$T = (0,636 \text{ N} \times 33,96 \text{ mm}) + (2,6 \text{ N} \times 15,3 \text{ mm})$$

$$T = 61,37 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} r &= \frac{T}{W} \\ r &= \frac{35,55 \text{ Nm}}{3,28 \text{ N}} \\ r &= 18,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak *center of gravity* di sumbu z adalah 18,71 mm

4.6.2 center of gravity pada sumbu x

Pada tahap ini mencari *center of gravity* pada sumbu x dengan data hasil perhitungan dan *autocad*.

$$T = W x r$$

$T = (\text{momen body buoy}) + (\text{momen komponen buoy})$

$$T = (0,636 \text{ N} \times 125 \text{ mm}) + (2.6 \text{ N} \times 122,4 \text{ mm})$$

$$T = 397,74 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} r &= \frac{T}{W} \\ r &= \frac{397,74 \text{ Nm}}{3,28 \text{ N}} \\ r &= 121,26 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak *center of gravity* di sumbu x adalah 121,26 mm

4.6.3 *center of gravity* pada sumbu y

Pada tahap ini mencari *center of gravity* pada sumbu y dengan data hasil perhitungan dan *autocad*.

$$T = W x r$$

$T = (\text{momen body buoy}) + (\text{momen komponen buoy})$

$$T = (0,636 \text{ N} \times 50 \text{ mm}) + (2.6 \text{ N} \times 51,1 \text{ mm})$$

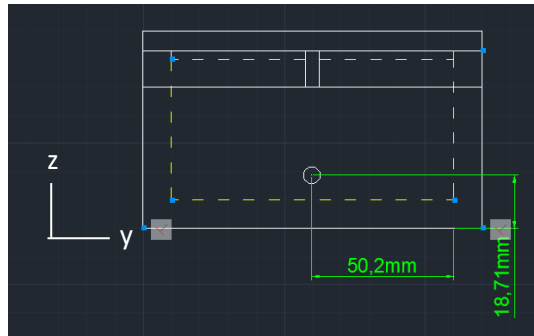
$$T = 164,66 \text{ Nm}$$

$$\begin{aligned} r &= \frac{T}{W} \\ r &= \frac{164,66 \text{ Nm}}{3,28 \text{ N}} \\ r &= 50,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka jarak *center of gravity* di sumbu y adalah 50,2 mm

4.6.4 Lokasi *center of gravity* body buoy dan komponen yang ada didalamnya

Dengan perhitungan diatas maka telah didapatkan *center of gravity* dari seluruh buoy, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.19 *Center of gravity* body buoy dan komponen pandangan samping



Gambar 4.20 *Center of gravity* body buoy dan komponen pandangan depan

Maka koordinat dari *center of gravity* dari body buoy dan komponen yang didalamnya adalah sebagai berikut:

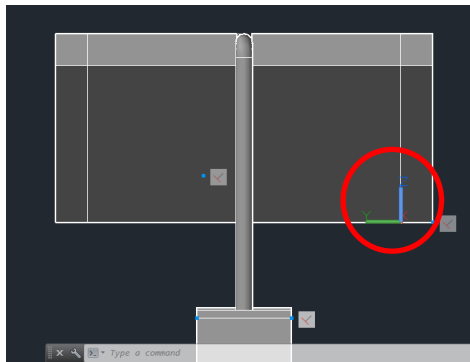
- X = 121,26 mm
- Y = 50,2 mm
- Z = 18,71 mm

4.7 Menentukan K, G, dan M

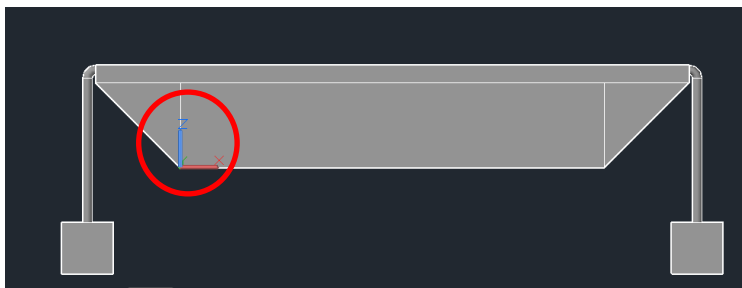
Setelah *center of gravity* di temukan maka dapat dilanjutkan untuk mencari metasentrik untuk mengetahui apakah termasuk stabilitas positif atau negatif

4.7.1 KG (tinggi titik berat dari lunas)

Dengan didapatkannya data dari perhitungan sebelumnya maka titik KG dapat di tentukan.

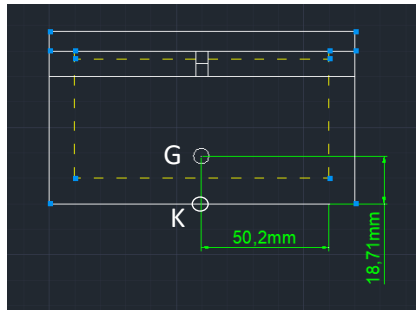


Gambar 4.21 Titik nol *autocad* pandangan samping



Gambar 4.22 Titik nol *autocad* pandangan depan

Dari gambar diatas dapat diketahui titik nol dari gambar, dengan menggunakan dimensi yang sudah ada, maka akan ditemukan titik tengah *buoy*.



Gambar 4.23 *Center of gravity autocad* pandangan samping



Gambar 4.24 *Center of gravity autocad* pandangan depan

Maka didapatkan titik G dari lunas berdasarkan data dari *Autocad* adalah 18,71 mm.

4.7.2 KB (tinggi titik apung dari lunas)

Dengan menggunakan rumus kita bisa mendapatkan titik dari KB ini sebagai berikut:

Untuk kapal tipe plat bottom, $KB = 0,50d$

Dimana d = draft kapal

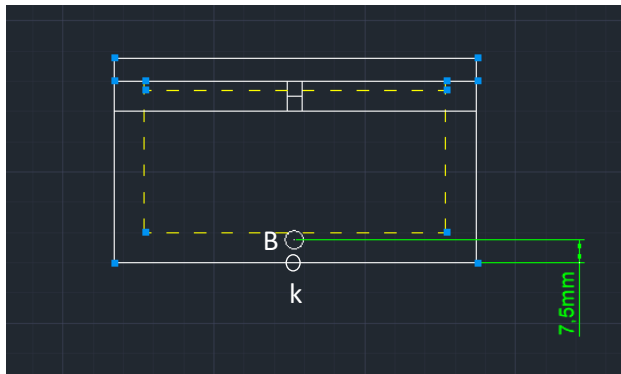
Draft kapal adalah tinggi garis air sampai lunas kapal dan telah ditemukan di *software maxsurf* dan iju lapangan sebesar 15 mm. Maka:

$$KB = 0,50d$$

$$KB = 0,50(15 \text{ mm})$$

$$KB = 7.5 \text{ mm}$$

Jadi dari rumus diatas tinggi KB adalah 7,5 mm



Gambar 4.25 Tinggi buoyancy sampai lunas

4.7.3 BM (jarak titik apung ke metasentrik)

Pada tahap ini mencari jarak dari titik apung ke metasentrik, sebagai berikut:

$$BM = b^2 / 10d ,$$

Dimana : b = lebar kapal (m)

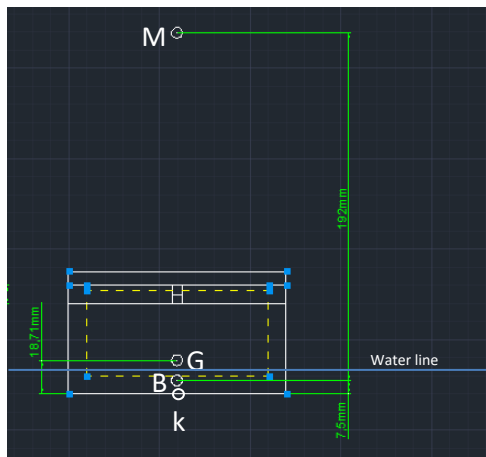
$d = \text{draft kapal (m)}$

Maka:

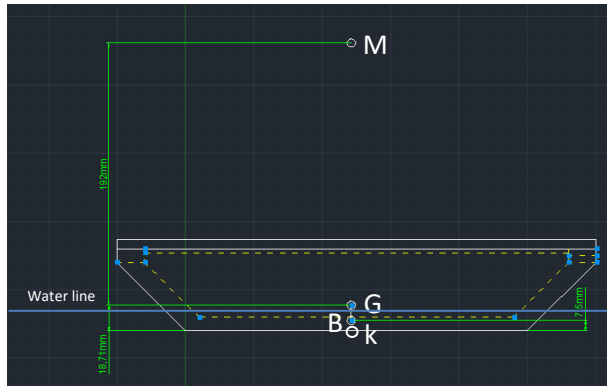
$$BM = (120 \text{ mm})^2 / 10(7,5 \text{ mm})$$

$$BM = 192 \text{ mm}$$

Setelah semua titik ditemukan maka dapat digambarkan seperti ini:



Gambar 4.26 Titik - titik stability pandangan samping



Gambar 4.27 Titik titik stability pandangan depan

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa stabilitas yang terjadi adalah stabilitas positif, yaitu Suatu keadaan dimana titik G berada di bawah titik M, sehingga sebuah kapal yang memiliki stabilitas mantap sewaktu menyenget mesti memiliki kemampuan untuk menegak kembali.

4.7.4 BG (tinggi *Bouyancy* ke G)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan tinggi *buoyancy* dari titik lunas (bagian paling bawah kapal),
Sebagai berikut:

$$\begin{aligned} BG &= KG - KB \\ BG &= 18,71 \text{ mm} - 7,5 \text{ mm} \\ BG &= 11,21 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.7.5 MG (tinggi dari titik G ke titik M)

Pada tahap ini dicari tinggi dari titik G ke titik M,
untuk digunakan pada perhitungan *restorating couple*.

$$\begin{aligned}
 MG &= BM - BG \\
 MG &= 192 \text{ mm} - 11,21 \text{ mm} \\
 MG &= 180,79 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.8 *Restorating couple*

Pada tahap ini, akan mencari resroting couple pada buoy. *Restorating couple* adalah momen yang diperlukan agar bisa kembali pada titik semula, *restoring couple* dapat di temukan dengan cara memasukkan data yang didapat diatas ke rumus yang di bawah:

$$\tau_r = W \overline{MG} \sin \theta$$

W = berat benda (N)
 \overline{MG} = Tinggi metasentrik
 $\sin \theta$ = Perpindahan sudut ($^{\circ}$)

Yang mana θ adalah perpindahan sudut dan W berat dari tubuh benda

$$\begin{aligned}
 \tau_r \text{ sudut } 0^{\circ} &= W \overline{MG} \sin \theta \\
 &= 3,28 \text{ N} \times 180,79 \times 10^{-3} \text{ m} \sin 0 \\
 &= 0 \text{ N.M} \\
 \tau_r \text{ sudut } 30^{\circ} &= W \overline{MG} \sin \theta \\
 &= 3,28 \text{ N} \times 180,79 \times 10^{-3} \text{ m} \sin 30 \\
 &= 296,496 \times 10^{-3} \text{ N.m} \\
 \tau_r \text{ sudut } 45^{\circ} &= W \overline{MG} \sin \theta \\
 &= 3,28 \text{ N} \times 180,79 \times 10^{-3} \sin 45 \\
 &= 419,31 \times 10^{-3} \text{ N.m}
 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dirumuskan dalam rumusan masalah dan juga berisi saran untuk pembaca yang mengambil topik penelitian yang sejalan dengan penulisan di masa mendatang.

5.1 Kesimpulan

Dari proses perancangan dan pembahasan tugas akhir dengan judul “Rancang bangun dan analisis kestabilan pada *body buoy*”, dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah diperoleh rancangan bangun dari *buoy* dengan menggunakan *softwere maxsurf*, dan *autocad 3d* dan *2d*.
2. *Buoy* dikatakan bisa stabil karena titik *center of gravity* dari *buoy* dan komponen yang ada didalamnya berada di bawah metasentrik, dan *center of gravity* berada di tengah – tengah dari *body buoy* tersebut, yaitu:

Tabel 5.1 Koordinat *Center of gravity*

Sumbu	Jarak dari titik nol(mm)
X	121,26
Y	50,2
Z	18,71

Tabel 5.2 tinggi M, G, dan B dari lunas

Simbol	Jarak(mm)
M	210,71
G	18,71
B	7,5

5.2 Saran

Saran untuk rancang bangun dan kestabilan pada body buoy sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan bahan dan ukuran yang lebih besar agar bisa menampung lebih dari 2 sensor.
2. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan data dari maxsurf yang lebih rinci lagi.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan perhitungan yang dirasa masih kurang.

DAFTAR PUSTAKA

- Pigoselipi, A, “Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistim Semi Intensif Dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pematang” <URL: <https://media.neliti.com/media/publications/283193-daya-dukung-perairan-untuk-budidaya-udan-8bc5138.pdf>>, Juni, 2015.
- Dr. Vivek, K. P, “TROPICAL MOORED BUOY SYSTEM: TAO, TRITON, PIRATA, RAMA (TOGA)” <URL: <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/tropical-moored-buoy-system-ao-triton-pirata-rama-toga>>, September, 2013.
- Zaimul, H. E. H, “Alat Pendeteksi Tsunami yang Tadinya Hanya Penanda Aktivitas Pelabuhan” <URL: <https://merahputih.com/post/read/tentang-buoy-alat-deteksi-tsunami-dan-cara-kerjanya>>, Januari, 2015.
- Khan, “What is buoyant force” <URL: <https://www.khanacademy.org/science/physics/fluid-s/buoyant-force-and-archimedes-principle/a/buoyant-force-and-archimedes-principle-article>>, 2016.
- Philip, J. P, “Fox And Mcdonald Fluid Mechanics 8th Solution Manual”, Manhattan Collage, United States Of Amerika, 2011.
- Victor, L. S, “Fluid Mechanics Seventh Edition” University Of Michigan, Michigan, 1951.

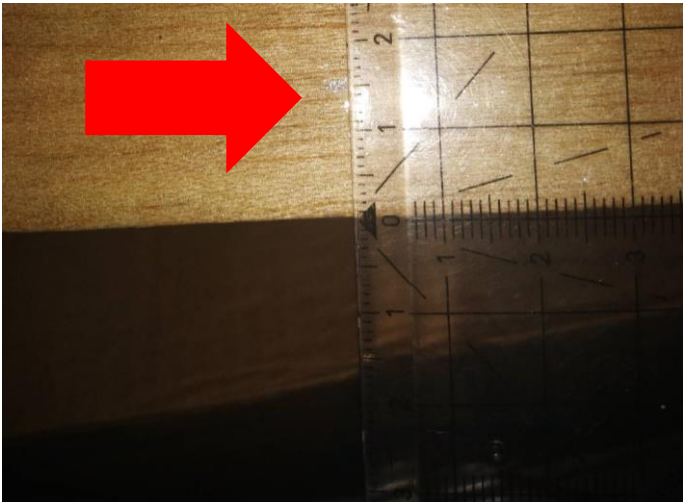
- Sibalsa, “Balsa Wood, Apa Itu Kayu Balsa” <URL: <http://www.sibalsa.com/en/artikel/15-balsa-wood-apa-itu-kayu-balsa.html>>, 2014.
- Anggriawan, O. “Cat Epoxy atau Epoxy Coating, Anda Tahu Perbedaannya?” <URL: <https://ezzer.id/kb/cat-epoxy-atau-epoxy-coating/>>, 2019
- Serway, R.A. “*Physics for Scientists and Engineers*. 6th Ed”<URL:https://sciold.ui.ac.ir/~sjalali/book/physics_serway.pdf>, 2003

LAMPIRAN

Lampiran 1: menandai tinggi dari air



Lampiran 2 : Mengukur tinggi DWL



Lampiran 3: buoy



BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Malang, 20 Juni 1997, dari pasangan Bapak Kozin dan Ibu Wartini Farida. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pembina, SD Kauman 1, SMPI Baitul ‘Izzah dan SMAN 2 Nganjuk. lulus dari SMAN 2 Nganjuk pada Setelah tahun 2016, penulis melanjutkan studi di Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS.

Penulis sempat melakukan Kerja Praktek di PT. PJB UPHT. Yang merupakan salah satu perusahaan pembangkit listrik pulau Jawa Bali selama 1 bulan setengah. Penulis juga sempat aktif di beberapa kegiatan yang diadakan oleh Himpunan D3 Teknik Mesin ITS, mulai dari pelatihan sebagai peserta maupun panitia. Serta mengikuti organisasi di himpunan sebagai direktur BSO KWU 2017/2018. pendidikan di Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri FV-ITS, serta bermanfaat untuk orang banyak

kedepannya. Bagi pembaca yang ingin lebih mengenal penulis dan ingin berdiskusi lebih luas lagi, dapat menghubungi email : zainurrouf4@gmail.com