



PROPOSAL TUGAS AKHIR

ANALISIS PERFORMA MESIN *PERSONAL WATERCRAFT* YANG DIGUNAKAN SEBAGAI ALAT PENUNJANG *FLYBOARD*

EVALDO RAHARTHA SETYA DHARMA
0421134000056

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D.
Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan



PROPOSAL TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERFORMA MESIN *PERSONAL*
WATERCRAFT YANG DIGUNAKAN SEBAGAI ALAT
PENUNJANG *FLYBOARD***

IVALDO RAHARTHA SETYA DHARMA
0421134000056

DOSEN PEMBIMBING
Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D.
Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMA MESIN *PERSONAL WATERCRAFT* YANG DIGUNAKAN SEBAGAI ALAT PENUNJANG *FLYBOARD*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang studi *Marine Power Plan*
(MPP)
Program Studi S-1 Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Evaldo Rahartha Setya Dharma
0421134000056

Disetujui Oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197101101997021001

Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D
NIP. 197903192008011008

()
()

SURABAYA
JANUARI 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERFORMA MESIN *PERSONAL WATERCRAFT* YANG DIGUNAKAN SEBAGAI ALAT PENUNJANG *FLYBOARD*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Bidang studi *Marine Power Plan*
(MPP)
Program Studi S-1 Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Evaldo Rahartha Setya Dharma
0421134000056

Disetujui Oleh Ketua Departemen Teknik Sistem Perkapalan:



SURABAYA
JANUARI 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS PERFORMA MESIN *PERSONAL WATERCRAFT* YANG DIGUNAKAN SEBAGAI ALAT PENUNJANG *FLYBOARD*

Nama mahasiswa : Evaldo Rahartha Setya Dharma
NRP : 0421134000056
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Pembimbing : 1. Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D.
2. Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D

ABSTRAK

Kawasan Teluk Benoa menawarkan berbagai jenis *water sport*. Dari seluruh jenis *water sport* yang ada di Tanjung Benoa, ada dua wahana yang melibatkan *Personal Watercraft*. Kedua wahana tersebut adalah *Personal Watercraft (jetski)* itu sendiri dan *Flyboard*. Kendati sama-sama menggunakan *Personal Watercraft*, kedua wahana ini menggunakan *Personal Watercraft* dengan cara yang berbeda. Pada hakikatnya *Personal Watercraft* digunakan sebagai alat transportasi berkecepatan tinggi diatas permukaan air. Sementara pada wahana *flyboard*, *Personal Watercraft* beralih fungsi menjadi alat penunjang berupa pompa bertekanan tinggi portable. Tekanan air didapat dari mengnyambungkan piranti olahraga *Flyboard* ke outlet nozzle *Personal Watercraft*, mengalirkan air bertekanan dengan volume besar ke *Flyboard* hingga mampu memberi dorongan yang cukup untuk membawa seseorang melayang di udara. Oleh karena itu perlu analisis performa mesin *Personal Watercraft* yang dialihfungsikan menjadi pompa bertekanan tinggi portable ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*. Penelitian ini Diawali dengan mengitung daya Indikator dari Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE. Setelah itu dilakukan pengukuran secara aktual dengan alat pembaca berupa *diagnostic tools* dan *K-Typae thermometer* yang dilakukan dalam tiga variable yakni pada penunggang beserta peralatannya dengan bobot total 57 Kg, 79kg dan 94 Kg. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE memiliki daya indikasi 150.5Ps. Setelah dilakukan pengukuran secara aktual Seadoo GTX155 tidak memiliki masalah dalam hal power untuk digunakan sebagai penunjang aktivitas fly board dengan ketentuan bobot total pengendara sesuai yang di deskripsikan penulis. Adapun variasi pada grafik distribusi RPM, dapat dikarenakan kemampuan daripada pengendara flyboard untuk mempertahankan posisi pada 1 meter diatas permukaan air. Selain itu, Sebagai satu-satunya manufaktur personal watercraft yang mengguakan sistem pendingin tertutup (closed loop water cooling) pada seadoo gtx155 yang digunakan sebagai penunjang flyboard mencapai batasannya dengan beban yang diberikan penulis. Ditandai dengan temperatur yang mendekati batas maksimum yang diizinkan dan fakta bahwa pada pengujian 3 yang dimana thermostat yang terbuka secara terus menerus mengindikasikan sistem pendingin yang kewalahan bekerja.

Keyword: Performa, *Personal Watercraft*, *Flyboard*, Beban, Temperatur

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERFORMANCE ANALYSIS OF A PERSONAL WATERCRAFT MOTOR THAT USED AS FLYBOARD SUPPORT TOOL

Nama mahasiswa : Evaldo Rahartha Setya Dharma
NRP : 0421134000056
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS
Pembimbing : 1. Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D.
2. Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D

ABSTRCAK

The Benoa Bay area offers various types of water sports. From all types of water sports in Tanjung Benoa, two rides involve *Personal Watercraft*. The two rides are the *Personal Watercraft* (Jetski) itself and the Flyboard. Although both of them use *Personal Watercraft*, these two vehicles use *Personal Watercraft* in different ways. In essence, *Personal Watercraft* is used as high-speed transportation above the water surface. While on a flyboard vehicle, *Personal Watercraft* switches function into a supporting device as a portable high-pressure pump. Water pressure is obtained from connecting a Flyboard sports device to the *Personal Watercraft* nozzle outlet, delivering a large volume of pressurized water to the Flyboard to be able to provide enough impulse to bring someone flying through the air. Therefore it is necessary to analyze the performance of the *Personal Watercraft* machine that is converted into a portable high-pressure pump when operated as a supporting tool for the Flyboard. This study began by calculating the Indicator power from Rotax 1503 NA 4-TEC / 1500 HO ACE. After that, the actual measurement is done with a reader in the form of diagnostic tools and K-Type thermometer which is done in three variables, namely the rider and his equipment with a total weight of 57 kg, 79 kg and 94 kg. Calculation results show that Rotax 1503 NA 4-TEC / 1500 HO ACE has an indication power of 150.5Ps. After the actual measurement, the Seadoo GTX155 has no problems in terms of power to be used as a support for fly board activity, with the provisions that the total weight of the driver is as described by the author. As for variations in the RPM distribution graph, it can be due to the ability of the flyboard driver to maintain a position at 1 meter above the water surface. Besides that, as the only personal watercraft manufacturer that uses a closed-loop water cooling system on Seadoo gtx155 which is used as a support for the flyboard reaches its limit with the load given by the author. It is characterized by a temperature close to the maximum allowable limit and the fact that in test 3 where the thermostat is open continuously indicating the cooling system is being overwhelmed by work.

Keyword: Performance, Personal Watercraft, Flyboard, Load, Temperature

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang tiada henti memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada seluruh ciptannya.

Skripsi ini diselesaikan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Departemen Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dengan terselesaikannya skripsi ini, maka dengan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih kepada:

Selama proses penyusunan skripsi ini penulis mendapat dukungan dalam bentuk moril maupun material dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS dan Dosen Pembimbing Pendamping atas tuntunan dan motivasi yang diberikan;
2. Prof. Semin, S.T., M.T., Ph.D. Selaku Dosen Pembimbing Utama, atas dorongan, bimbingan, arahan, dan motivasinya semoga ilmu yang penulis peroleh menjadi ilmu yang bermanfaat;
3. (Alm) I Wayan Sukerta, ST selaku ayah penulis yang telah lebih dulu menghadap-Nya ditengah masa-masa studi penulis. dan Dra. Ni Luh Yeni Aryawati selaku ibu penulis, yang telah melanjutkan perjuangan hingga menghantarkan penulis sampai di tahap ini dengan penuh semangat dan pengorbanan yang tak terhingga;
4. Rekan-rekan sesama pejuang skripsi yang telah ikut mendorong penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini belum sempurna, baik dari segi materi maupun penyajiannya. Untuk itu masukan dan kritik sangat diharapkan dalam penyempurnaan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini bisa memberikan manfaat dan menambah wawasan penulis dan para pembaca.

Surabaya, Januari 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRCAK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Kontribusi.....	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA	3
2.1 <i>Flyboard</i>	3
2.2 <i>Personal Water Ccraft</i>	4
2.3 Mesin Bakar	8
2.4 Daya pada Motor Bakar (<i>Internal Combustion Engine</i>)	20
2.5 Prestasi Mesin pada Motor Bakar	21
2.6 Fluida Dinamis.....	21
2.7 Sistem Pendingin	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	28
3.2 Studi Pustaka.....	28
3.3 Menentukan Titik Pemasangan Alat Ukur.....	28
3.4 Pengumpulan Data	28
3.5 Analisis Performa PWC Sebagai alat Penunjang Flyboard	28
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	29
5.1 Beban motor <i>Personal watercraft</i> ketika Dioprasikan sebagai Alat Penunjang <i>Flyboard</i>	33
5.2 Temperatur Motor Personal Watercraft ketika Dioprasikan sebagai Alat Penunjang Flyboard	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41

5.2	Saran.....	41
	DAFTAR PUSTAKA.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 0.1 <i>Flyboard</i>	3
Gambar 0.2 <i>Personal Watercraft</i>	5
Gambar 0.3 Sea Doo GTX 155 Model Year 2016	6
Gambar 0.4 Motor dua langkah.....	11
Gambar 0.5 Prinsip kerja motor dua langkah.....	12
Gambar 0.6 Komponen mesin empat langkah	13
Gambar 0.7 Cara kerja motor empat langkah.....	14
Gambar 0.8 Konstruksi Injektor	16
Gambar 0.9 <i>Rocker Arm</i>	17
Gambar 0.10 Torak (<i>Piston</i>).....	18
Gambar 0.11 Setiap partikel fluida ideal mengalir menurut garis alirannya masing-masing	22
Gambar 0.12 Fluida bergerak dalam pipa yang ketinggian dan luas penampangnya yang berbeda. Fluida naik dari ketinggian h_1 ke h_2 dan kecepatannya berubah dari v_1 ke v_2	23
Gambar 0.13 Sistem pendingin terbuka	25
Gambar 0.14 Sistem pendingin tertutup	26
Gambar 0.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir	27
Gambar 0.1 Laptop Asus sebagai host penampil dan penyimpan data pengujian.....	30
Gambar 0.2 Unit BUDS yang memungkinkan untuk membaca ECU Sea Doo.....	31
Gambar 0.3 K-Unit thermal couple yang dipasang pada inlet dan discharge menuju dan dari Heat exchanger	31
Gambar 0.4 Pemasangan Probe pada jalur pendingin	32
Gambar 0.5 Log data GTX155 model '16.....	32
Gambar 0.6 Tampilan BUDS pada Sea Doo GTX155.....	33
Gambar 0.7 Grafik RPM pada beban 57kg	34
Gambar 0.8 Grafik distribusi RPM beban 57kg selama pengujian berlangsung.....	34
Gambar 0.9 Grafik RPM pada beban 79kg	35
Gambar 0.10 Grafik distribusi RPM beban 79kg selama pengujian berlangsung.....	35
Gambar 0.11 Grafik RPM pada beban 94kg.	36
Gambar 0.12 Grafik distribusi RPM beban 94kg selama pengujian berlangsung.....	36
Gambar 0.13 RPM terhadap temperatur pada beban 57kg.....	37
Gambar 0.14 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 57kg..	38
Gambar 0.15 Grafik RPM terhadap temperatur pada beban 79kg	38
Gambar 0.16 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 79kg..	39
Gambar 0.17 Grafik RPM terhadap temperatur pada beban 94kg	39
Gambar 0.18 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 94kg..	40

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE	7
---	---

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terkenal sebagai destinasi wisata dunia, Bali memiliki berbagai daya tarik wisata yang unik. Mulai dari wisata alam, budaya, wisata buatan atau perpaduan diantaranya. Terletak diujung selatan Pulau Bali, Tanjung Bena menjadi destinasi wisata bahari yang berhasil memadukan wisata alam (pantai) dengan berbagai wisata buatan (water sport). Kawasan ini memiliki luas wilayah 425,01 hektar, yang diapit oleh dua laut dan kedua sisi dari pantai memiliki pasir putih. Kawasan Teluk Bena dan sekitarnya adalah pusat keanekaragaman hayati di wilayah pesisir Bali Selatan. Kekayaan Ekosistem yang ada di kawasan Teluk Bena diantaranya adalah: Ekosistem Mangrove, Padang Lamun (*seagrass beds*), Terumbu Karang (*coral reefs*), dan Dataran Pasang Surut (*tidal flats*). Kondisi alam yang demikian membuat Tanjung Bena menjadi tempat yang tepat untuk mengembangkan wisata buatan berupa water sport hingga penangkaran penyu (Pulau Penyu). Kawasan wisata bahari Tanjung Bena hingga saat ini dikelola oleh 20 perusahaan water sport. Masing-masing perusahaan dapat melayani hingga 200 wisatawan setiap harinya (Kontan.co.id:2017).

Tanjung Bena sebagai destinasi wisata bahari dunia menyediakan berbagai jenis water sport seperti Banana Boat, Flaying Fish, Parasailing, Rolling Donut, Scuba Diving, Seawalker, Snorkeling, *Personal Watercraft*, hingga *Flyboard*. Dari seluruh jenis water sport yang ada di Tanjung Bena, ada dua wahana yang melibatkan *Personal Watercraft*. Kedua wahana tersebut adalah *Wave Runner-Personal Watercraft* dan *Flyboard*. Kendati sama-sama menggunakan *Personal Watercraft*, kedua wahana ini menggunakan *Personal Watercraft* dengan cara yang berbeda.

Pada hakikatnya *Personal Watercraft* digunakan sebagai alat transportasi berkecepatan tinggi diatas permukaan air. Air yang disemprotkan melalui nozzle digunakan sebagai gaya dorong untuk menggerakkan badan *Personal*

Watercraft diatas permukaan air. Mengendarai *Personal Watercraft* membuat wisatawan merasakan sensai serunya berkendara di atas air dengan kecepatan tinggi.

Sementara pada wahana flayboard, *Personal Watercraft* berubah fungsi menjadi alat penunjang berupa pompa bertekanan tinggi portable. Tekanan air didapat dari mengnyambungkan piranti olahraga *Flyboard* ke outlet nozzle *Personal Watercraft*, mengalirkan air bertekanan dengan volume besar ke *Flyboard* hingga mampu memberi dorongan yang cukup untuk membawa seseorang melayang di udara.

Maka dari itu perlu dilakukan analisis performa mesin *Personal Watercraft* yang dialihfungsikan menjadi pompa bertekanan tinggi portable ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana beban pada motor *Personal Watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*?
2. Bagaimana temperatur pada motor *Personal Watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis beban yang ditimbulkan pada *Personal Watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*.
2. Menganalisis temperatur motor *Personal Watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan pembahasan agar penelitian ini lebih terfokus dan terarah, maka analisis ini hanya mengacu pada *Personal Watercraft* model Sea Doo GTX 155 Model Year 2016.

1.5 Kontribusi

Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan pengetahuan tentang performa mesin *Personal Watercraft* yang dialihfungsikan menjadi pompa bertekanan tinggi portable ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *Flyboard*.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 *Flyboard*

Flyboard merupakan salah satu jenis *water sport* yang menjadi unggulan di kawasan wisata air Tanjung Benoa. Wahana ini menggunakan papan seperti wakeboard dengan sepasang sepatu yang melekat secara terpisah di papan sebagai peralatan utama. Selain itu sensasi terbang juga menjadi daya pikat permainan ini. Perangkat *Flyboard* mirip *JetLev*, sebuah perangkat yang juga bisa membuat pemakainya terbang di atas permukaan air. Perbedaannya, perangkat *JetLev* dipanggul di belakang punggung layaknya memakai tas ransel, sementara perangkat *Flyboard* dipasangkan pada kaki wisatawan.



Gambar 0.1 *Flyboard*

Saat bermain *flyboard* wisatawan akan dibuat terbang dengan papan yang melekat akibat didorong oleh tekanan air yang tinggi sehingga membuat wisatawan merasa menjadi *Iron Man*. Wisatawan dapat melakukan berbagai teknik-teknik ekstrem saat diatas seperti memutar balikan badan dan melompat selama berada di ketinggian layaknya *Iron Man*. Permainan ini memang tergolong ekstrem sehingga sangat menantang adrenalin.

Flyboard pertama kali digagas pada tahun 2011 oleh Franky Zapata, pemain jet ski profesional asal Prancis. Aksi tersebut untuk pertama kalinya dipertontonkan ke publik di perairan Gold Coast, Australia. Permainan ini

mengandalkan tiga hal yaitu tekanan air yang kuat, air laut yang tenang dan kemampuan bermain *Personal Watercraft*.

Flyboard dibuat terinspirasi dari cara kerja mesin jet. *Flyboard* terhubung dengan selang khusus yang terhubung dengan *Personal Watercraft* (PWC). *Personal Watercraft* akan memompakan air ke selang khusus tersebut. Selang ini digunakan untuk mengalirkan air bertekanan tinggi ke board yang ada di kaki pemakai. Air akan keluar dengan kecepatan tinggi di piranti canggih yang digunakan di kaki si pemain. Aliran air dengan tekanan tinggi yang keluar di *Flyboard* ini menciptakan daya dorong yang sangat kuat. Sehingga memungkinkan penggunaanya untuk menyelam di air lalu melompat ke udara. Dengan memanfaatkan daya dorong dari air yang dipompa oleh mesin *Personal Watercraft* berkekuatan 200 PK, pemain akan melaju ke atas dan melayang bebas di udara. Pemain dalam posisi berdiri di atas sebuah papan snowboard dan bisa melakukan beberapa manuver yang cukup menantang. Kontrol utama tetap berada di tangan pemain, sehingga para pemain dapat melakukan berbagai manuver yang diinginkan.

2.2 *Personal Water Ccraft*

Jet ski sesungguhnya adalah merek dagang dari *Personal Watercraft* (PWC) yang diproduksi oleh Kawasaki. Namun, istilah ini sering digunakan secara umum untuk merujuk pada jenis *Personal Watercraft* lainnya. *Personal Watercraft* yang juga disebut skuter air merupakan perahu rekreasi dimana pengendara duduk atau berdiri di atas, bukan di dalam, seperti dalam perahu pada umumnya.

PWC digagas oleh Bombardier pada tahun 1960-an. Berawal dari aktivitas keluarga Bombardier yang tengah membuat *Snowmobiles* ski-doo yang digunakan di atas salju, mereka kemudian membayangkan untuk dapat membuat kereta salju yang sama namun dapat digunakan pada permukaan air. Pada proses pembuatan prototipe, Bombardier mengalami masalah desain. Bombardier kemudian berkolaborasi dengan seorang banker Amerika yang juga merupakan innovator, Jacobsen. Di saat yang sama Jacobsen tengah

memiliki minat untuk mengembangkan mesin seperti motor yang dapat berjalan di atas air. Kolaborasi ini menghasilkan PWC pada bentuk awalnya. Bombardier memperoleh hak dari Jacobsen, termasuk warna kuning dan hitam merek dagang dari snowmobile Ski-doo yang populer. PWC yang dihasilkan oleh Bombardier mulai dipasarkan pada 1968 dan 1969.



Gambar 0.2 *Personal Watercraft*

PWC yang mulai dipasarkan pada akhir tahun 1960-an ternyata banyak dioperasikan di laut. Hal ini menimbulkan masalah akibat garam yang dikandung air laut dapat menyebabkan karat pada bagian-bagian tertentu PWC. Untuk mengatasi masalah karat pada mesin dan mengurangi korosi, Jacobsen memiliki beberapa saran namun saran ini tidak diakomodasi oleh keluarga Bombardier. Jacobsen yang memiliki hak hukum atas ide-idenya kemudian bergabung dengan Kawasaki dan melahirkan merk dagang Jet Ski (intisari.grid.id:2018).

Personal Watercraft memiliki mesin dengan sistem jet pump dengan sekrop berbentuk *impeller* guna menciptakan daya dorong untuk propulsi dan kemudi. Beberapa Merk dagang yang terkenal adalah Jet Ski, Wave Runner, atau Sea-Doo. Kebanyakan dirancang untuk dua atau tiga orang, meskipun model empat penumpang juga tersedia.

Dari berbagai merk dagang tersebut, penelitian ini membahas mengenai Sea Doo GTX 155 *Model Year* 2016. PWC ini dirancang untuk 3 orang dengan kapasitas berat mencapai 272 Kg. Dilengkapi dengan Bluetooth audio system, desain baru yang nyaman dan standar stabilitas yang baru. Sea Doo GTX 155 ini menggunakan Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE. Spesifikasi lengkap dari Sea Doo GTX 155 dapat dilihat pada gambar berikut:

LIVING ROOM ONBOARD

The new design makes hanging out just as fun as riding around.

INGENIOUS STORAGE

All your gear is now within arm's reach.

MUSIC ONBOARD

With the industry's first manufacturer-installed, truly waterproof, Bluetooth[®] audio system.

REVOLUTIONARY STABILITY

The new industry standard for stability.



RIDER CAPACITY

Weight capacity 600 lb / 272 kg

DIMENSIONS

Fuel capacity	15.9 US gal / 60 L
Length (bumper to bumper)	135.9" / 345.1 cm
Width	49.4" / 125.5 cm
Weight (dry)	768 lb / 348 kg (GTX 155) 805 lb / 365 kg (GTX 230)
Storage capacity	27 US gal / 102.5 L

ENGINE

Type	Rotax [®] 1503 NA 4-TEC [™] / 1500 HO ACE [™]
Intake system	Naturally aspirated / Supercharger
Displacement	1,494 cc
Cooling	Closed-Loop Cooling System (CLCS)
Reverse system	Electronic iBR [®]
Starter	Electric
Fuel type	87 octane

Beach Blue Metallic / Lava Grey

ITC / iBR / ST³ / CLCS / ECO

HULL

Type	ST ³
	<ul style="list-style-type: none"> • Longer and larger platform • Rough water and offshore inspired deep-V hull • Stable and predictable

Gambar 0.3 Sea Doo GTX 155 Model Year 2016

Spesifikasi mesin Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut:

Tabel 0.1 Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE

ENGINE		NATURALLY ASPIRATED	SUPERCHARGED
Engine type		ROTAX 1503 4-TEC, 4-stroke, Single Over Head Camshaft (SOHC), liquid cooled	
Number of cylinders		3	
Number of valves		12 valves with hydraulic lifters (no adjustment)	
Bore	Standard	100 mm (3.9 in)	
Stroke		63.4 mm (2.49 in)	
Displacement		1493.8 mm ³ (58.81 in ³)	
Compression ratio		10.6:1	SC engine: 8.1:1 SC IC engine: 8.4:1
Induction type		Naturally-aspirated	SC engine: gear-driven supercharger SC IC engine: gear-driven supercharger with air/water intercooler
Maximum HP RPM		7300 ± 50 RPM	SC engine: 7300 ± 50 RPM SC IC engine: 8000 ± 50 RPM
Lubrication		Type	Dry sump (2 oil pumps). Replaceable paper type oil filter. Water-cooled oil cooler
		Oil type	10W40 4-stroke oil (API service classification SL, SJ or SH) XP-S 10W40 or an approved equivalent
Intake valve opening		10° BTDC	
Intake valve closing		45° ABDC	
Exhaust valve opening		50° BBDC	
Exhaust valve closing		5° ATDC	0° ATDC
Valve stem diameter	Intake	Minimum (new)	5.961 mm (.2347 in)
		Maximum (new)	5.975 mm (.2352 in)
		Wear limit	5.930 mm (.2330 in)
	Exhaust	Minimum (new)	5.946 mm (.2341 in)
		Maximum (new)	5.960 mm (.2346 in)
		Wear limit	5.930 mm (.2330 in)
Valve guide diameter		Minimum (new)	5.99 mm (.2358 in)
		Maximum (new)	6.01 mm (.2366 in)
		Wear limit	6.060 mm (.2386 in)
Valve spring free length	Inner	Nominal (new)	41.02 mm (1.615 in)
		Wear limit	38.8 mm (1.499 in)
	Outer	Nominal (new)	45.45 mm (1.789 in)
		Wear limit	43 mm (1.693 in)
Valve seat contact width	Intake	Nominal (new)	1.1 to 1.3 mm (.043 to .051 in)
		Wear limit	1.6 mm (.063 in)
	Exhaust	Nominal (new)	1.25 to 1.55 mm (.049 to .061 in)
		Wear limit	1.8 mm (.071 in)

PWC menggunakan prinsip dari Hukum Newton III. Hukum Newton III berbunyi “*Jika suatu benda mengerjakan gaya (aksi) pada benda lain, maka benda yang dikenai aksi akan melakukan gaya (reaksi) pada benda pertama*

yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan gaya aksi.” (purwanto, 2014).

Hukum III Newton dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$\mathbf{F}_{aksi} = -\mathbf{F}_{reaksi}$$

Keterangan:

F_{aksi} = Gaya yang bekerja pada benda

F_{reaksi} = Gaya reaksi benda akibat gaya aksi

Hukum III Newton ini menunjukkan bahwa tidak ada gaya yang timbul di alam semesta ini, tanpa keberadaan gaya lain yang sama dan berlawanan dengan gaya tersebut. Jika sebuah gaya bekerja pada sebuah benda (aksi) maka benda itu akan mengerjakan gaya yang sama besar namun berlawanan arah (reaksi). Dengan kata lain gaya selalu muncul berpasangan. Tidak pernah ada gaya yang muncul dengan sendirinya.

Hukum aksi-reaksi (Hukum Newton III) menjelaskan cara kerja PWC. Kunci dari PWC adalah pompa kecil dengan bagian yang berputar (impeller). Ketika throttle dihidupkan, pompa menghisap air melalui celah di bawah lambung lalu impeller mendorongnya keluar melalui lubang di bagian belakang, sehingga kekuatan jet yang mendorong ke belakang (aksi) mendorong seluruh kapal ke depan (reaksi).

2.3 Mesin Bakar

Motor bakar adalah mekanisme atau konstruksi mesin yang berfungsi untuk mengkonversikan energi termal dari pembakaran bahan bakar menjadi energi mekanis, dimana proses pembakaran berlangsung di dalam silinder mesin itu sendiri sehingga gas pembakaran bahan bakar yang terjadi langsung digunakan sebagai fluida kerja untuk melakukan kerja mekanis (Wardono, 2004).

Berdasarkan cara memperoleh energi termalnya, motor bakar dapat digolongkan menjadi dua, yakni:

1. Motor bakar pembakaran luar (*External Combustion Engine*)

External Combustion Engine merupakan suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau mekanis dibangkitkan di luar ruang bakar. Dalam proses pembakaran tersebut, energi dalam bahan bakar diubah menjadi energi panas yang terjadi di luar silinder motor. Kelebihan dari *External Combustion Engine* adalah ada banyak jenis bahan bakar yang dapat digunakan, dapat menggunakan bahan bakar bermutu rendah, minim getaran, dan mampu digunakan pada daya tinggi.

2. Motor bakar pembakaran dalam (*Internal Combustion Engine*)

Internal Combustion Engine adalah suatu proses pembakaran dimana energi gerak atau energi mekanis dibangkitkan didalam ruang bakar. Proses pembakaran silinder terjadi didalam silinder motor. Didalam ruang bakar energi mekanis dibangkitkan oleh gerakan torak yang dihasil dari ledakan bahan bakar dalam ruang bakar (*combustion chamber*). Kelebihan dari *Internal Combustion Engine* adalah hemat bahan bakar dan memiliki konstruksi mesin yang sederhana. (Hidayat, 2008).

Berdasarkan bahan bakar yang digunakan, Internal Combustion Engine dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. Motor bensin (*Spark Ignition Engine*)

Mesin bensin atau mesin Otto dari Nikolaus Otto adalah sebuah tipe mesin pembakaran dalam yang menggunakan nyala busi untuk proses pembakaran (*Spark Ignition*), dirancang untuk menggunakan bahan bakar bensin. Pada mesin bensin, umumnya udara dan bahan bakar dicampur sebelum masuk ke ruang bakar. Pencampuran udara dan bahan bakar dilakukan oleh karburator atau sistem injeksi. Bahan bakar yang bercampur udara lalu mengalir ke dalam ruang bakar dan dikompresikan dalam ruang bakar, kemudian dipercikan bunga api listrik yang berasal dari busi. Karena itu motor bensin disebut juga sebagai *spark ignition engine*. Ledakan yang terjadi dalam ruang bakar mendorong torak, kemudian mengerjakan poros engkol untuk didistribusikan ke roda.

2. Mesin diesel

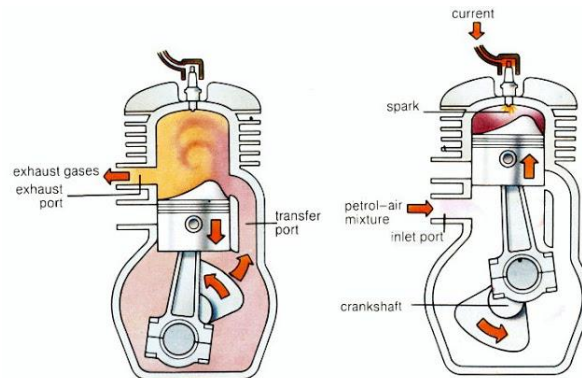
Mesin diesel adalah Sebuah mesin pemicu kompresi, dimana bahan bakar dinyalakan oleh suhu tinggi gas yang dikompresi. Ketika udara dikompresi suhunya akan meningkat, mesin diesel menggunakan sifat ini untuk proses pembakaran. Udara dihisap ke dalam ruang bakar mesin diesel dan dikompresi oleh piston yang merapat, jauh lebih tinggi dari rasio kompresi dari mesin bensin. Beberapa saat sebelum piston pada posisi Titik Mati Atas (TMA) atau BTDC (Before Top Dead Center), bahan bakar diesel disuntikkan ke ruang bakar dalam tekanan tinggi melalui nozzle agar bercampur dengan udara panas yang bertekanan tinggi. Hasil pencampuran ini menyala dan terbakar dengan cepat. Penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar mulai dilakukan saat piston mendekati (sangat dekat) TMA untuk menghindari detonasi. Ledakan tertutup ini menyebabkan gas dalam ruang pembakaran mengembang dengan cepat, mendorong piston ke bawah dan menghasilkan tenaga linear. Batang penghubung (connecting rod) menyalurkan gerakan ini ke crankshaft dan oleh crankshaft tenaga linear diubah menjadi tenaga putar. Tenaga putar pada ujung poros crankshaft dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Lebih lanjutnya *Internal Combustion Engine* dapat dibedakan berdasarkan jumlah persiklusnya menjadi:

1. Motor 2 langkah (2 tak)

Motor dua tak adalah motor bakar yang dalam satu proses pembakaran memerlukan 2 kali langkah kerja. Motor 2 Tak mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

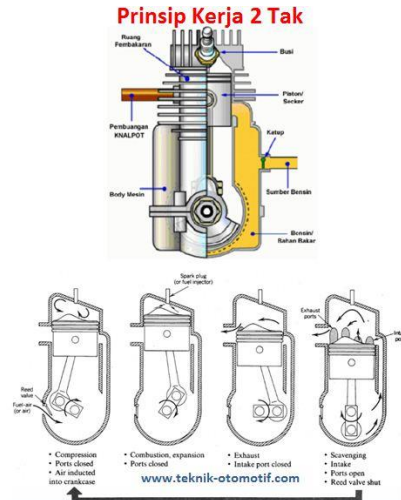
- a. Setiap dua langkah piston terdapat satu langkah ekspansi.
- b. Pada dinding silinder terdapat saluran masuk dan saluran buang.
- c. Pembilasan terjadi pada waktu piston berada di sekitar TMB.



Gambar 0.4 Motor dua langkah

Bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar dicampurkan dengan pelumas (oli samping) sebagai fluida pendingin pada saat proses pembakaran. Pada motor 2 tak proses kerja dilakukan dalam satu putaran poros engkol, pada saat motor sedang berjalan, proses usaha dilakukan berulang-ulang dengan urutan yang sama. Kemudian dimulai lagi proses pengisian dan pemrosesan yang baru.

Pada motor 2 tak, gerakan torak(piston) menuju titik mati atas(TMA) disebut langkah kompresi dan ketika torak bergerak menuju titik mati bawah(TMB) disebut langkah usahan atau pengembangan (ekspansi). Pengisian udara baru dan pembuangan gas hasil pembakaran terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada pada titik mati bawah(TMB). Pengisian bahan bakar baru dalam silinder terjadi hampir bersamaan, yaitu ketika torak berada pada titik mati bawah(TMB). Pengisian bahan bakar baru dalam silinder terjadi ketika tekanan udara melebihi tekanan gas dalam silinder. Pada keadaan tersebut saluran pengisian dalam keadaan terbuka dan udara luar harus memiliki tekanan yang lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Untuk lebih jelasnya dapat diketahui dari siklus kerja motor 2 tak:



Gambar 0.5 Prinsip kerja motor dua langkah

a. Langkah pengisian

Torak bergerak dari TMA ke TMB. Pada saat saluran bilas masih tertutup torak, di dalam bak mesin terjadi kompresi terhadap campuran bensin dengan udara. Diatas torak, gas sisa pembakaran dari hasil pembakaran sebelumnya sudah mulai terbangun keluar melalui saluran buang. Saat saluran bilas sudah terbuka, campuran bensin dengan udara mengalir melalui saluran bilas terus masuk kedalam ruang bakar. proses pengisian berlangsung selama lubang hisap dalam keadaan terbuka.

b. Langkah kompresi

Proses yang terjadi pada langkah kompresi ketika torak bergerak dari TMB ke TMA. Rongga bilas dan rongga buang tertutup, terjadi langkah kompresi dan setelah mencapai tekanan tinggi busi memercikan bunga api listrik untuk membakar campuran bensin dengan udara. Pada saat yang bersamaan, di bawah (di dalam bak mesin) bahan bakar yang baru masuk kedalam bak mesin melalui saluran masuk.

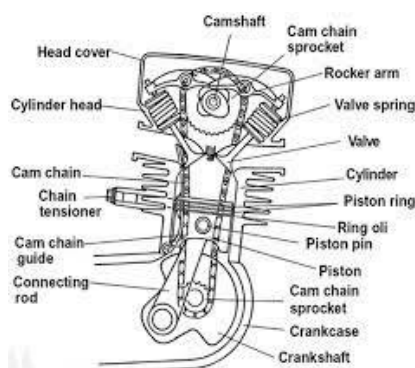
c. Langkah kerja(ekspansi)

Proses yang terjadi pada langkah Kerja (ekspansi) ketika torak kembali dari TMA ke TMB akibat tekanan besar yang terjadi pada waktu pembakaran bahan bakar. Saat itu torak turun sambil mengkompresi bahan bakar baru di dalam bak mesin. Proses ini berakhir pada saat sebelum torak mencapai TMB, yakni ketika lubang buang terbuka.

d. Langkah buang dan pembilasan

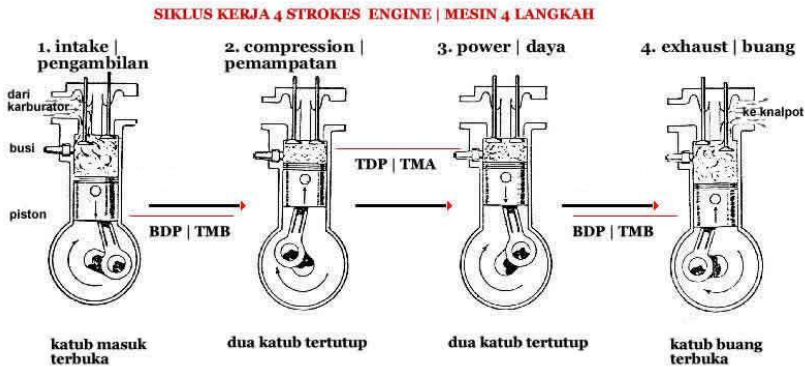
Proses yang terjadi pada langkah buang ketika torak hampir mencapai TMB, saluran buang terbuka dan gas sisa pembakaran mengalir terbuangkeluar. Pada saat yang sama bahan bakar baru masuk kedalam ruang bahan bakar melalui rongga bilas terjadi pembilasan pada ruang engkol. Setelah mencapai TMB kembali, torak mencapai TMB untuk mengadakan langkah sebagai pengulangan dari yang dijelaskan sebelumnya (Asrori, 2012).

2. Motor 4 langkah (4 tak)



Gambar 0.6 Komponen mesin empat langkah

Motor empat langkah adalah motor yang menyelesaikan satu siklus pembakaran dalam empat langkah torak atau dua kali putaran poros engkol, jadi dal satu siklus kerja telah mengadakan proses pengisian, kompresi dan penyalaan, ekspansi serta pembuangan. Dibandingkan dengan motor 2 tak, motor 4 tak lebih sulit dalam perawatan karena banyak komponen-komponen pada bagian mesinnya. Pada motor empat tak titik paling atas yang mampu dicapai oleh gerakan torak disebut titik mati atas(TMA), sedangkan titik terendah yang mampu dicapai torak pada silinder disebut titik mati bawah (TMB). Dengan asumsi bahwa katup masuk dan katup buang terbuka tepat pada waktu piston berada pada TMA dan TMB. Proses yang terjadi pada motor bakar bensin 4 langkah dapat dijelaskan melalui siklus ideal dari siklus udara volume konstan sebagai berikut:



Gambar 0.7 Cara kerja motor empat langkah

a. Proses 0→1: Langkah hisap (Intake)

Pada langkah hisap campuran udara-bahan bakar dari karburator terhisap masuk ke dalam silinder dengan Bergeraknya piston ke bawah, dari TMA menuju TMB. Katup hisap pada posisi terbuka, sedang katup buang pada posisi tertutup. Di akhir langkah hisap, katup hisap tertutup secara otomatis. Fluida kerja dianggap sebagai gas ideal dengan kalor spesifik konstan. Proses dianggap berlangsung pada tekanan konstan.

b. Proses 1→2: Langkah kompresi

Pada langkah kompresi katup hisap dan katup buang dalam keadaan tertutup. Selanjutnya piston bergerak ke atas, dari TMB menuju TMA. Akibatnya campuran udara-bahan bakar terkompresi. Proses kompresi ini menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan tekanan campuran tersebut, karena volumenya semakin kecil. Campuran udara-bahan bakar terkompresi ini menjadi campuran yang sangat mudah terbakar. Proses kompresi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

c. Proses 2→3: Langkah pembakaran volume konstan

Pada saat piston hampir mencapai TMA, loncatan nyala api listrik diantara kedua elektroda busi diberikan ke campuran udara-bahan bakar terkompresi sehingga sesaat kemudian campuran udara-bahan bakar ini terbakar. Akibatnya terjadi kenaikan temperatur dan tekanan yang

drastis. Kedua katup pada posisi tertutup. Proses ini dianggap sebagai proses pemasukan panas (kalor) pada volume konstan.

d. Proses 3→4: Langkah kerja/ekspansi (Expansion)

Kedua katup masih pada posisi tertutup. Gas pembakaran yang terjadi selanjutnya mampu mendorong piston untuk bergerak kembali dari TMA menuju TMB. Dengan Bergeraknya piston menuju TMB, maka volume gas pembakaran di dalam silinder semakin bertambah, akibatnya temperatur dan tekanannya turun. Proses ekspansi ini dianggap berlangsung secara isentropik.

e. Proses 4→1: Langkah buang volume konstan (Exhaust)

saat piston telah mencapai TMB, katup buang telah terbuka secara otomatis sedangkan katup hisap masih pada posisi tertutup. Langkah ini dianggap sebagai langkah pelepasan kalor gas pembakaran yang terjadi pada volume konstan.

f. Proses 1→0: Langkah buang tekanan konstan

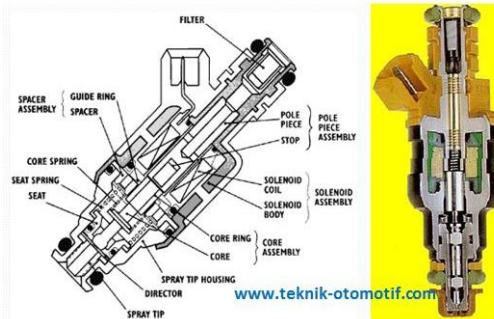
Selanjutnya piston bergerak kembali dari TMB menuju TMA. Gas pembakaran didesak keluar melalui katup buang (saluran buang) dikarenakan Bergeraknya piston menuju TMA. Langkah ini dianggap sebagai langkah pembuangan gas pembakaran pada tekanan konstan (Hidayat, 2008).

Personal Watercraft (PWC) menggunakan Mesin Bakar Torak yang merupakan *Internal Combustion Engine*. Bahan bakar yang digunakan adalah bensin dengan motor bakar 4 tak. Komponen yang menyusun motor bakar 4 tak diantaranya adalah:

1. Injektor

Injektor adalah bagian dari komponen motor yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Injektor bekerja dengan menyemprotkan bahan bakar dengan tujuan untuk mengecilkan bentuk dan juga memperbanyak kontak luas permukaan pembakaran agar pembakaran berjalan dengan sempurna dan tidak ada lagi sisa bahan bakar

pada akhir sisa pembakaran. Selain itu penyemprotan bahan bakar dan juga digunakan untuk menghasilkan nilai panas yang baik, sehingga efisiensi dari setiap siklus pembakaran dapat berjalan dengan sempurna.



Gambar 0.8 Konstruksi Injektor

Injektor memiliki dua tipe yaitu Tipe Mekanik dan Tipe Elektrik. Injektor Tipe Mekanik bekerja dengan bantuan sistem mekanik oleh pegas yang di gabungkan secara langsung dengan poros putar nya sehingga sistem kerjanya sudah ajeg sesuai dengan putaran poros nya. Sementara Injektor Elektrik bekerja dengan bantuan sistem elektrikal. Segala sistem pada Injektor elektrik bekerja dengan sensor dan data yang dapat mengatur seberapa banyak bahan bakar yang harus diijeksikan pada ruang pembakaran.

2. *Intake Manifold*

Intake manifold berfungsi meyalurkan bahan bakar yang sudah dikabutkan oleh karburator menuju kedalam ruang bakar dan menjadi tempat kedudukan karburator, throttle body, injector bahan bakar dan komponen lain dari mesin.

3. Kepala silinder (*Cylinder head*)

Kepala silinder bertumpu pada blok silinder (*cylinder*) dan dihubungkan dengan baut-baut pada kepala silinder. Pada sambungan kepala silinder dan blok silinder dirapatkan oleh perapat (*gasket and packing*) yang ditempatkan diantara keduanya, dengan tujuan agar sambungan kedap terhadap kebocoran gas dalam ruang bakar. (Hidayat, 2008).

4. Poros bubungan (*Camshaft*)

Camshaft adalah sebuah alat atau mesin yang digunakan dalam mesin torak untuk menjalankan valve poppet. Poros bubungan terdiri dari batangan silinder yang ketika mereka berputar adanya cam membuka katup dengan menekannya, atau dengan mekanisme bantuan lainnya.

5. *Rocker arm*



Gambar 0.9 *Rocker Arm*

Rocker arm adalah tuas berkilasi yang membawa gerakan radial dari lobus cam ke gerakan linier di poppet valve untuk membukanya. Salah satu ujungnya dinaikkan dan diturunkan oleh lobus berputar dari poros bubungan (baik secara langsung atau melalui a tapet (pengangkat) dan pushrod) sementara ujung lainnya bekerja pada batang katup. Ketika lobus camshaft memunculkan bagian luar lengan, bagian dalam menekan batang katup, membuka katup. Ketika bagian luar lengan diizinkan untuk kembali karena rotasi poros bubungan, bagian dalam naik, memungkinkan pegas katup menutup katup (Husain et.al, 2013)

6. Pegas katup (*Spring valve*)

Pegas katup berfungsi sebagai mekanisme penutup katup secara otomatis. Ketika pegas katup diberi tekanan dari pelatuk katup (*rocker arm*) maka katup akan terbuka dan ketika tekanan pada pegas tidak diberikan maka katup tertutup.

7. Katup (*valve*)

Katup (*valve*) berfungsi untuk mengatur masuknya campuran bahan bakar dan mengatur keluarnya gas sisa pembakaran. Katup (*valve*) di bagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- a. Katup hisap Katup hisap berfungsi mengatur masuknya bahan bakar dan udara pada saat langkah hisap.
- b. Katup buang Katub buang berfungsi mengatur keluarnya gas sisa pembakaran pada saat langkah hisap. Katub buang mempunyai ukuran yang lebih kecil dari katup hisap.

8. Silinder (*Cylinder*)

Silinder (*cylinder*) pada motor bakar berfungsi sebagai tempat berlangsungnya keempat langkah proses pembakaran.

9. Torak (*Piston*)



Gambar 0.10 Torak (*Piston*)

Torak adalah bagian mesin yang langsung menerima gaya yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar di dalam silinder dan meneruskan gaya tersebut melalui batang torak menuju poros engkol. Torak bersama dengan cincin torak bergerak secara translasi didalam silinder. Torak berfungsi untuk:

- a. Menghisap dan memampatkan campuran bahan bakar di dalam silinder.

- b. Mengubah tekanan pembakaran menjadi gaya mekanis yang didistribusikan ke poros engkol.
- c. Menjadi tempat keudukan cincin torak.

10. Cincin torak (*Ring piston*)

Ring Piston berfungsi untuk merapatkan celah antara piston dan silinder liner agar tidak terjadi kebocoran saat proses kompresi. Oleh karenanya kondisi ring piston sangat berpengaruh terhadap hasil akhir kompresi di dalam silinder dari sebuah mesin *flywheel* (Sumardianto, 2017).

11. Batang torak (*Conecting rod*)

Batang torak (*conecting rod*) adalah bagian mesin yang menjadi penghubung antara torak dengan poros engkol dan berfungsi untuk mengubah gerak translasi torak menjadi gerak putar pada poros engkol. Batang torak harus dibuat seringan mungkin dan tahan terhadap tekanan tinggi.

12. Poros engkol (*Crankshaft*)

Poros engkol adalah sebuah bagian pada mesin yang mengubah gerak vertical atau horizontal dari piston menjadi gerak rotasi (putaran). Untuk mengubahnya, sebuah poros engkol membutuhkan pena engkol (*crankpin*), sebuah bearing tambahan yang diletakkan diujung batang penggerak pada setiap silindernya. Ruang engkol (*crankcase*) akan dihubungkan ke roda gila (Navaro, 2009).

13. Kopling

Kopling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros pada kedua ujungnya dengan tujuan untuk mentransmisikan daya mekanis. Kopling biasanya tidak mengizinkan pemisahan antara dua poros ketika beroperasi, namun saat ini ada kopling yang memiliki torsi yang dibatasi sehingga dapat slip atau terputus ketika batas torsi dilewati. Tujuan utama dari kopling adalah menyatukan dua bagian yang dapat berputar. Kopling dapat dibedakan menjadi dua, yakni kopling manual (kolping mekanik) dan kopling otomatis (*kopling sentrifugal*).

14. Knapot

Knapot adalah piranti tempat penampungan dan pembuangan gas sisa pembakaran. Selain menjadi tempat penampungan dan pembuangan gas sisa pembakaran, knapot berfungsi meredam suara ledakan dari ruang bakar sehingga tidak menimbulkan suara bising (Pikiran rakyat, 2006).

2.4 Daya pada Motor Bakar (*Internal Combustion Engine*)

Motor bakar menghasilkan dua jenis daya, yakni daya indikator dan daya efektif. Daya indikator adalah daya yang dihasilkan dari pembakaran gas di dalam silinder. Daya Indikator dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$N_i = (P_i \times V_L \times n \times z \times a) / 450000 \text{ (Ps)}$$

Keterangan:

P_i = Tekanan indikator rata-rata

z = jumlah silinder

V_L = Volume Langkah (cm³)

n = Putaran (rpm)

a = Siklus per putaran (Untuk 2 langkah $a = 1$, untuk 4 langkah $a = 1/2$)

Daya efektif adalah daya yang dihasilkan mesin untuk menggerakkan poros. Untuk mengukur daya efektif poros pada suatu mesin, terlebih dahulu dilakukan pengukuran putaran dan torsi yang dihasilkan motor bakar. Pada proses pengukuran ini diperlukan Dinamometer untuk mengukur Momen Torsi dan Tako meter untuk mengukur putaran mesin.

Data berupa putaran dan torsi yang telah diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung daya efektif poros. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Daya efektif} = \text{Momen Torsi} \times \text{Kecepatan sudut}$$

Atau:

$$N_e = T \times \omega$$

Keterangan:

N_e = Daya efektif (Ps)

T = Momen Torsi (Kg.m)

ω = Kecepatan sudut = $2 \pi n / 60$

n = Putaran Poros (rpm)

2.5 Prestasi Mesin pada Motor Bakar

Prestasi mesin motor bakar adalah ukuran berapa besar randemen atau efisiensi yang dihasilkan motor bakar tersebut. Hubungan Daya efektif dan Daya Indikator yang dihasilkan Motor Bakar:

- a. Daya efektif = daya indikator – *losses* (kerugian mekanis)
- b. Daya efektif = $\eta_m \times$ daya indicator

Dimana:

η_m = efisiensi mekanis

$N_e = \eta_m \times N_i$

- c. Randemen (Efisiensi Mekanis Motor Bakar):

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}$$

Dari perhitungan randemen inilah kita dapat menilai prestasi mesin pada motor bakar yaitu:

1. Semakin tinggi randemen yang dihasilkan maka akan semakin besar Prestasi mesin yang dihasilkan.
2. Semakin rendah randemen yang dihasilkan maka akan semakin rendah Prestasi mesin yang dihasilkan. (Najamudin,2013)

2.6 Fluida Dinamis

Fluida dinamis adalah fluida (bisa berupa zat cair, gas) yang bergerak. memiliki kecepatan yang konstan terhadap waktu), tidak mengalami perubahan volume, tidak kental, tidak turbulen (tidak mengalami putaran-putaran) (rumus-

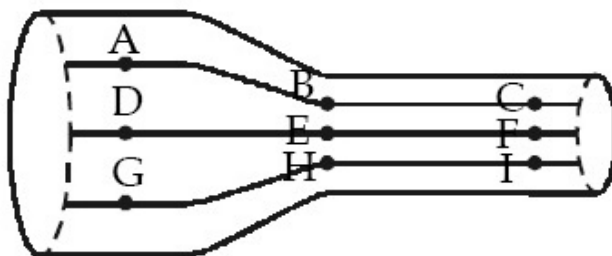
rumus.com,2019). Suatu fluida dianggap sebagai fluida ideal dalam mempelajari materi fluida dinamis. Ciri-ciri dari fluida ideal adalah:

- a. Fluida tidak dapat dimampatkan (*incompressible*), yaitu volume dan massa jenis fluida tidak berubah akibat tekanan yang diberikan kepadanya.
- b. Fluida tidak mengalami gesekan dengan dinding tempat fluida tersebut mengalir.
- c. Kecepatan aliran fluida bersifat laminar, yaitu kecepatan aliran fluida di sembarang titik berubah terhadap waktu sehingga tidak ada fluida yang memotong atau mendahului titik lainnya (geniusedukasi.com,2015)

Jika lintasan sebuah titik dalam aliran fluida ideal dilukiskan, akan diperoleh suatu garis yang disebut garis aliran (streamline atau laminar flow). Suatu fluida ideal mengalir di dalam pipa. Setiap partikel fluida tersebut akan mengalir mengikuti garis aliran laminernya dan tidak dapat berpindah atau berpotongan dengan garis aliran yang lain.

1. Persamaan Kontinuitas

Persamaan kontinuitas ialah persamaan yang menghubungkan kecepatan fluida dalam dari satu tempat ke tempat yang lain. Sebelum menurunkan hubungan, baiknya harus memahami beberapa istilah pada aliran fluida. Garis aliran diartikan sebagai jalur aliran fluida ideal (aliran lunak).



Gambar 0.11 Setiap partikel fluida ideal mengalir menurut garis alirannya masing-masing

Garis singgung pada suatu titik pada garis memberikan arah kecepatan aliran fluida. Garis alir tidak berpotongan antara satu sama lainnya. Tabung air ialah kumpulan dari garis-garis aliran.

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Keterangan:

V = volume fluida yang mengalir (m^3),

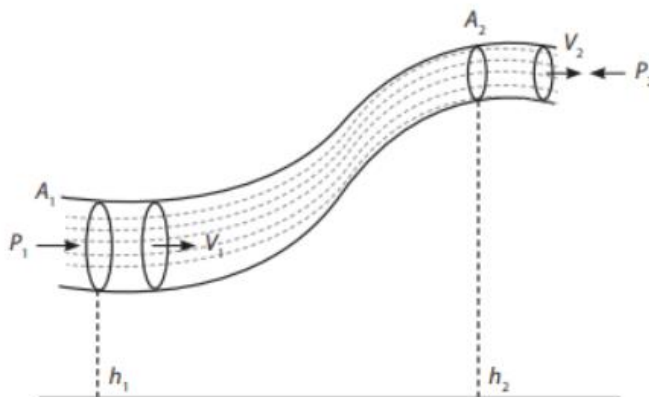
A = luas penampang (m^2),

v = kecepatan aliran (m/s), dan

Q = debit aliran fluida (m^3/s).

2. Persamaan Bernoulli

Persamaan Bernoulli ialah persamaan yang berlandaskan pada hukum kekekalan energi yang dialami pada aliran fluida. Menurut penelitian Bernoulli, suatu fluida yang bergerak mengubah energinya menjadi tekanan. Hukum ini menyatakan bahwasanya jumlah tekanan (p), energi kinetik per satuan volume, dan energi potensial per satuan volume mempunyai nilai yang sama pada setiap titik sepanjang suatu garis arus. Persamaan Bernoulli dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 0.12 Fluida bergerak dalam pipa yang ketinggian dan luas penampangnya yang berbeda. Fluida naik dari ketinggian h_1 ke h_2 dan kecepatannya berubah dari v_1 ke v_2 .

Lebih lanjut, persamaan matematis dari persamaan Bernoulli dituliskan sebagai berikut:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh$$

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho gh_2$$

Keterangan:

P = tekanan (N/m²),

v = kecepatan aliran fluida (m/s),

g = percepatan gravitasi (m/s²),

h = ketinggian pipa dari tanah (m), dan

ρ = massa jenis fluida.

2.7 Sistem Pendingin

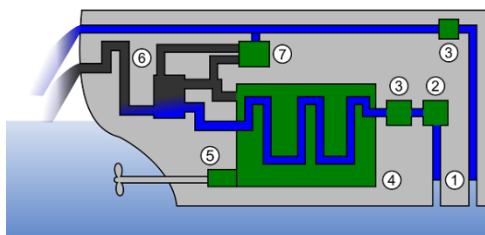
Sistem Pendingin (*cooling system*) adalah komponen yang berfungsi untuk mendinginkan lingkungan kerja mesin. Sistem pendingin pendingin bekerja dengan menyerap panas pada mesin kemudian didinginkan dengan bantuan media air atau udara. Pada proses pembakaran, motor yang bekerja tidak hanya menghasilkan energi kinetik namun juga menghasilkan rugi-rugi berupa panas. Panas berlebih pada mesin (*over heating*) dapat merusak komponen mesin sehingga diperlukan suatu *cooling system*. Sistem pendingin inilah yang berfungsi sebagai penyerap panas dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder sehingga pengoperasian motor tetap optimal.

Pada alat transportasi air sistem pendingin yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua, yakni:

1. Sistem Pendingin Terbuka

Sistem terbuka bekerja dengan cara melakukan pendinginan melalui media air laut untuk penyerapan panas. Sistem ini bekerja dengan mengambil air laut dari katup melalui filter dan pompa air. Kemudian, air laut akan

didistribusikan ke seluruh bagian mesin induk yang memerlukan pendinginan dengan memanfaatkan minyak pelumas dan pendingin udara untuk mendinginkan kepala silinder, dinding silinder dan katup pelepas gas. Setelah proses tersebut dilalui, maka air laut akan dibuang keluar kapal.

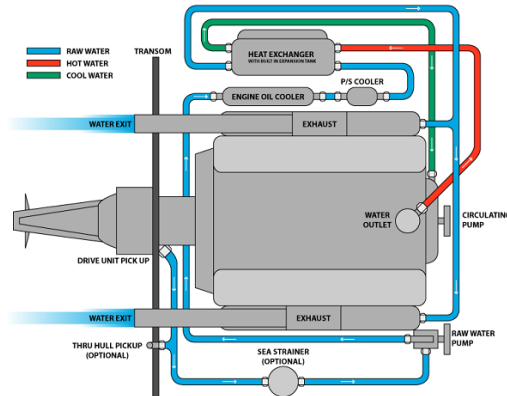


Gambar 0.13 Sistem pendingin terbuka

Kelebihan sistem pendingin terbuka diantaranya adalah proses yang sederhana, hemat penggunaan alat dan memerlukan daya lebih kecil. Sementara itu, kekurangannya adalah potensi dampak negatif pada material yang bersentuhan langsung dengan air laut seperti karat, kotor, penyempitan saluran pipa pendingin dan lainnya.

2. Sistem pendingin tertutup

Sistem pendinginan tertutup memanfaatkan media air tawar yang secara simultan bersirkulasi untuk mendinginkan mesin kapal. Dalam prosesnya, media air tawar akan dialirkan ke semua silinder dan keluar menuju *cooler* dengan suhu 700°C - 800°C , kemudian air tersebut akan didinginkan di *fresh water cooler* oleh air laut untuk menurunkan suhu hingga 500°C - 600°C . Setelah itu, air tawar akan kembali dihisap oleh pompa yang seterusnya digunakan untuk mendinginkan mesin induk.



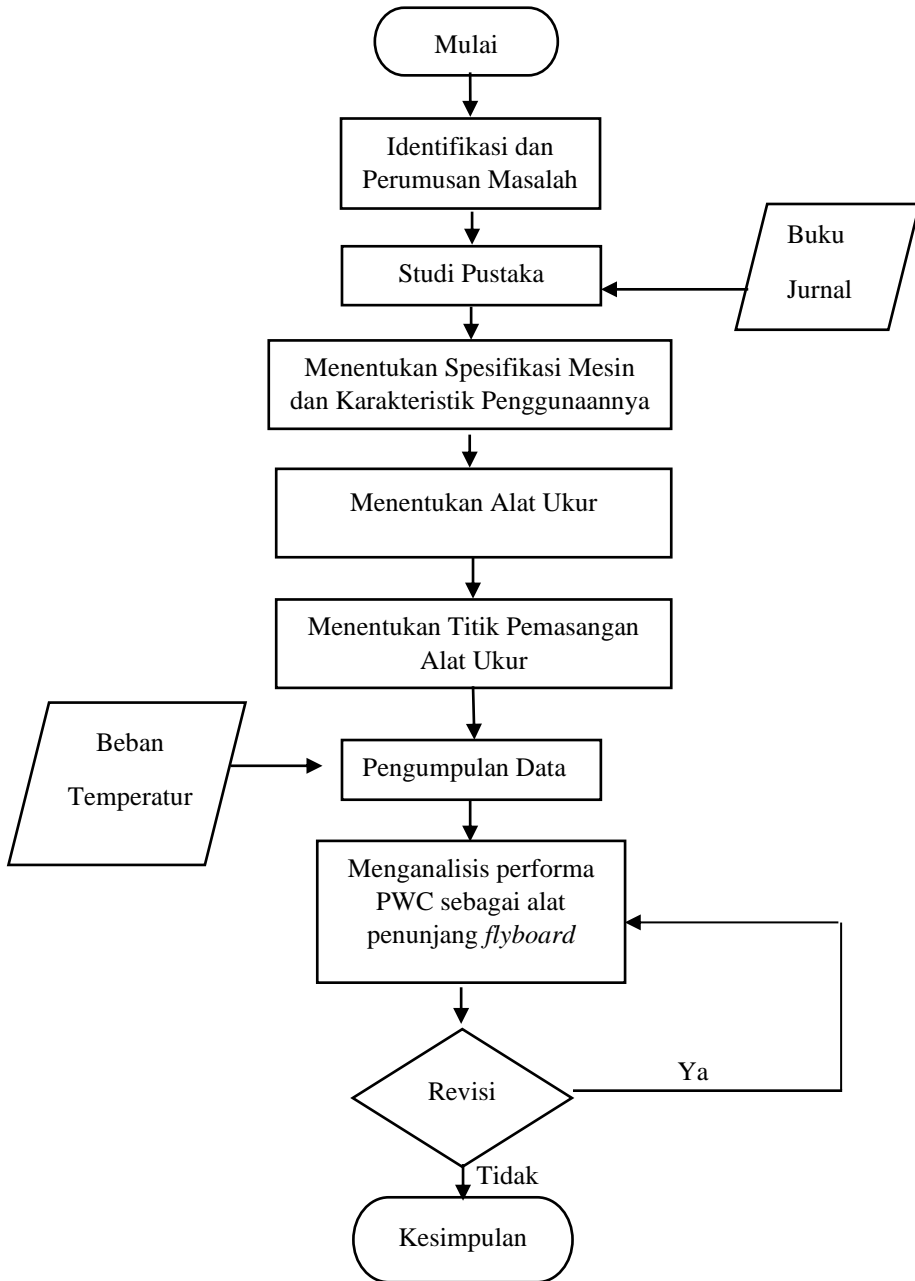
Gambar 0.14 Sistem pendingin tertutup

Melalui cara kerja yang berlangsung secara terus menerus, maka sistem ini dinamakan pendinginan tertutup. Di sini, media berupa air tawar untuk pendinginan akan disirkulasikan secara terus menerus.

Adapun, kedua sistem tersebut banyak digunakan oleh kapal dengan mesin diesel untuk menjaga kekuatan mesin supaya tetap awet, sanggup mencapai tenaga yang optimal, meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin dan mempertahankan temperatur untuk tetap bekerja dalam kondisi normal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 0.1 Alur Pengerjaan Tugas Akhir

Analisis teoritis dan sistematis terhadap metode yang digunakan merupakan hal yang penting. Kegiatan ini dan pelaporannya mampu menjadi indikator kevalidan suatu penelitian. Pada skripsi ini metode penelitian yang dilakukan ialah observasi. Berikut langkah –langkah dalam penelitian yang dilakukan penulis:

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan menentukan variable guna mengukur performa *Personal Watercraft* sebagai alat penunjang *flyboard* yang kemudian disusun menjadi suatu rumusan masalah.

3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka berguna untuk memperkaya pengetahuan terkait penelitian yang telah dilakukan. Dari studi pustaka dapat diperoleh pula informasi mengenai masalah-masalah lain yang dapat timbul, dan berbagai pemecahan masalah yang telah dilakukan untuk mengatasi masalah yang sama. Dari pengetahuan-pengetahuan tersebut peneliti dapat merancang penelitian dengan dasar yang kuat.

3.3 Menentukan Titik Pemasangan Alat Ukur

Melakukan observasi di lapangan lalu menentukan titik pemasangan alat ukur guna memperoleh data yang diinginkan.

3.4 Pengumpulan Data

Pada tahap ini penulis mengumpulkan data menggunakan perangkat yang terikat lisensi dan perangkat keras dengan diagnostic tools berupa Laptop. Diagnostic tools yang digunakan berupa BRP *Utility Diagnostic System* (BUDS).

3.5 Analisis Performa PWC Sebagai alat Penunjang Flyboard

Membandingkan data beban dan temperatur yang dihasilkan oleh PWC saat digunakan sebagai alat transportasi personal dan alat penunjang *flyboard*.

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Personal Watercraft lazimnya digunakan untuk berkendara di atas air dengan kecepatan tinggi. Dengan kapasitas pengendara satu hingga empat orang, olahraga ini menjadi salah satu andalan penyedia wahana *water sport* yang ada di Bali. Pada perkembangannya PWC tidak lagi hanya menjadi wahana untuk berkendara di atas laut tetapi kini dapat menjadi alat penunjang untuk wahana olahraga air *flyboard*.

Flyboard pertama kali digagas pada tahun 2011 oleh seorang pemain jet ski profesional asal Prancis, Franky Zapata. Aksi tersebut untuk pertama kalinya dipertontonkan ke publik di perairan Gold Coast, Australia. Permainan ini mengandalkan tiga hal yaitu tekanan air yang kuat, air laut yang tenang dan kemampuan bermain *personal watercraft*.

PWC yang dijadikan sebagai alat penunjang *flyboard* tentunya mempengaruhi performa mesin. Untuk menganalisis performa PWC sebagai alat penunjang *flyboard* terdahulu dilakukan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan rumus pendekatan dengan cara menghitung terlebih dahulu daya indikator secara teoritis menggunakan persamaan:

$$N_i = (P_i \times V_L \times n \times z \times a) / 450000 \text{ (Ps)}$$

Dengan:

P_i = Tekanan indikator rata-rata

z = jumlah silinder

V_L = Volume Langkah (cm³)

n = Putaran (rpm)

a = Siklus per putaran (Untuk 2 langkah $a = 1$, untuk 4 langkah $a = 1/2$)

Berdasarkan spesifikasi dan hasil pengukuran maka daya indikator dari Rotax 1503 NA 4-TEC/1500 HO ACE adalah sebagai berikut:

$$Ni = (2450 \times 0.497 \text{cm}^3 \times 7300 \times 3 \times \frac{1}{2}) / 450000$$

$$Ni = 150.5 \text{ PS}$$

Jadi mesin yang digunakan untuk melakukan penelitian memiliki daya indikasi 150.5Ps dengan mesin yang terhubung dengan sistem pendukung dan sistem penggerak kecuali Impaler penggerak utama. Setelah mendapatkan perhitungan teoritis, pengukuran secara aktual dilakukan dengan alat pembaca berupa *diagnostic tools* dan *K-Type thermometer* sebagaimana dijelaskan gambar di bawah:



Gambar 0.1 Laptop Asus sebagai host penampil dan penyimpan data pengujian

Laptop yang dapat digunakan dalam proses pengukuran ini hanyalah laptop yang telah terdaftar (terlisensi) dan terikat dengan unit BUDS. Sistem BUDS BRP menggunakan perangkat lunak berbasis windows. Sebuah *Interface USB CAN* yang disebut dengan MPI-2 (Multi Protocol Interface), serta perangkat lunak yang sesuai dengan jenis BRP dan kode lisensinya.

Lisensi yang diberikan adalah berupa string alfa numerik 20 digit yang dihasilkan oleh generator kode kunci. Dealer BRP diberikan kode kunci oleh BRP melalui situs unduhan BOSSWEB, lisensi untuk sistem tersebut disediakan melalui email setelah pelanggan memberikan konfirmasi pemasangan dengan benar dan siap untuk memperoleh kode lisensinya.



Gambar 0.2 Unit BUDS yang memungkinkan untuk membaca ECU Sea Doo

Perangkat keras BUDS untuk SeaDoo, terdiri dari beberapa komponen: MPI, DESS Post Interface, DESS Post Adapter, dan beberapa kabel interkoneksi. MPI-2 adalah satu-satunya komponen sistem BUDS yang terhubung ke komputer melalui port USB. Antarmuka pos DESS atau DESS 4 tec digunakan untuk pemrograman kunci DESS. Pada model yang lebih baru dengan I-Control, BRP telah menghilangkan kebutuhan untuk antarmuka posting DESS untuk pemrograman kunci. Ski yang dilengkapi I-Control menggunakan pos DESS pada Ski ke tombol program, Untuk model PWC ini dan semua model lain seperti CanAm ATV, CanAm SSV, dan Spyders, hanya unit MPI-2 & kabel koneksi yang diperlukan untuk semua diagnostik & pemrograman kunci fungsi (brpdiagnostic.com)



Gambar 0.3 K-Unit thermal couple yang dipasang pada inlet dan discharge menuju dan dari Heat exchanger

Thermocouple merupakan sensor suhu yang terdiri atas dua penghantar yang berbeda. Yaitu penghantar panas, dan penghantardingin yang disebut coldjunction. Suhu panas pada thermocouple dapat diubah-ubah sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan. Sementara suhu dingin pada coldjunction merupakan suhu konstan yang digunakan sebagai suhu referensi.



Gambar 0.4 Pemasangan Probe pada jalur pendingin

Model PWC yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sea Doo GTX 155 Model Year 2016. Software yang digunakan dalam penelitian adalah BUDS V3 rev. September 2018 yang akan membantu menampilkan pembacaan sensor yang terintegrasi dengan Electronic Control Unit PWC. Berikut tampilan antar muka dan data yang dapat disajikan:

Read Data		Write Data		Stop	Open	Save	Print	SUPPORT/UPDATE	Exit
Vehicle									
Identification			Purchase						
Vehicle (VIN):	<input type="text"/>		Customer:	<input type="text" value="GTX 155 Flyboard Test"/>					
Engine:	<input type="text" value="M7454402"/>		Delivery Date:	<input type="text"/>					
Model:	<input type="text" value="00035B800"/>								
Run Time			Last Service						
Vehicle total hours:	<input type="text" value="0121h13"/>		Done By:	<input type="text" value="M041G3"/>					
Maintenance Hours:	<input type="text" value="0000h00"/>		Date:	<input type="text"/>					
Maintenance Counter:	<input type="text"/>		Hours:	<input type="text"/>					
			<input type="button" value="Reset Service"/>						

Gambar 0.5 Log data GTX155 model '16



Gambar 0.6 Tampilan BUDS pada Sea Doo GTX155.

5.1 Beban motor *Personal watercraft* ketika Dioperasikan sebagai Alat Penunjang *Flyboard*

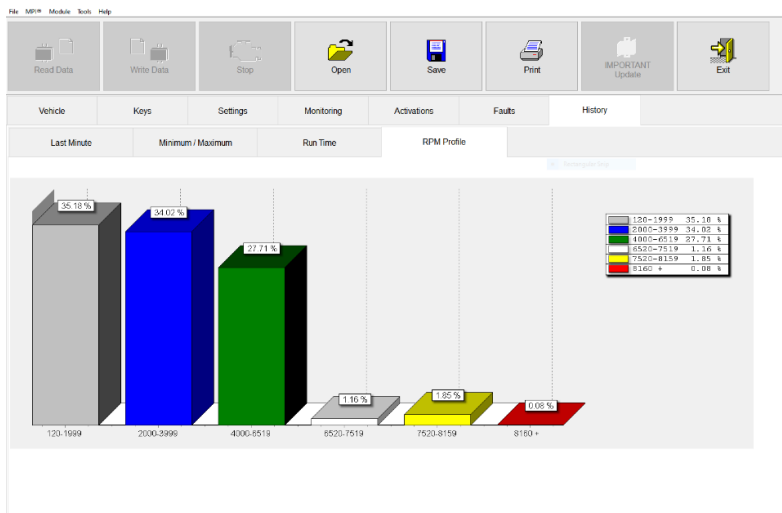
Pengukuran yang dilakukan dalam penelitian ini diklasifikasikan berdasarkan pada berat penunjang beserta peralatannya. Klasifikasi tersebut digolongkan menjadi tiga variable, yakni pada penunjang beserta peralatannya dengan bobot 57kg, 79kg, dan 95kg. Hasil pengukuran yang dilakukan ditampilkan dalam bentuk grafik yang diperoleh dari hasil pembacaan selama pengujian oleh Software BUDS V3 rev. Grafik yang ditampilkan pada masing-masing variabel terdiri dari Grafik RPM dan Grafik distribusi RPM.

Berikut adalah hasil pengujian mengenai beban pada motor *personal watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *flyboard*, yang dilakukan berdasarkan tiga variable yang telah ditentukan:

1. Pada penunggang beserta peralatannya dengan bobot total 57kg.



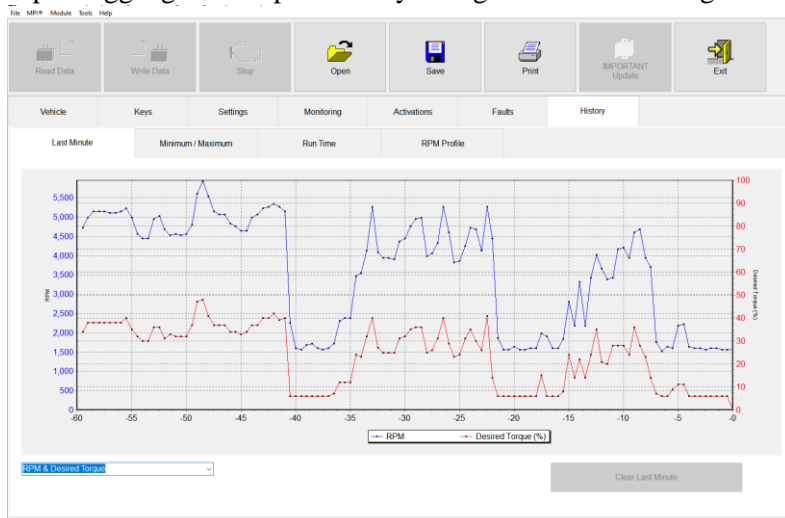
Gambar 0.7 Grafik RPM pada beban 57kg



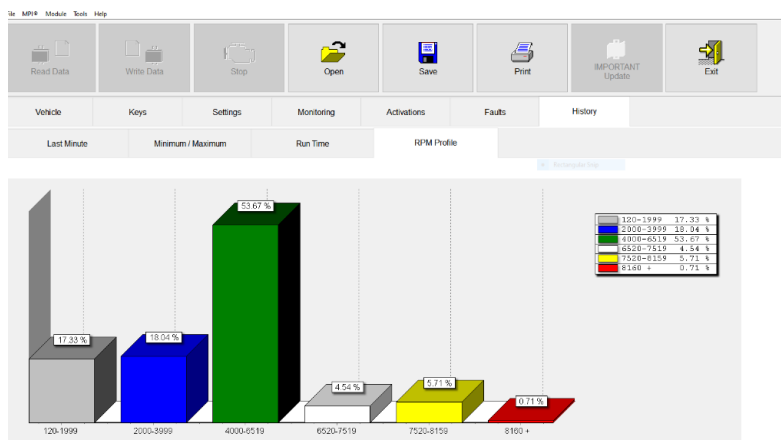
Gambar 0.8 Grafik distribusi RPM beban 57kg selama pengujian berlangsung

Pengujian dengan beban total 57kg untuk dapat melayang di udara setinggi 1 meter diatas permukaan air dengan stabil hanya membutuhkan kurang dari separuh tenaga mesin *personal watercraft* Seadoo gtx155 yang ditandai dengan putaran motor utama yang diperlukan terlihat sesuai dengan tabel diatas yang dimana memuncak pada 3200rpm serta grafik terhadap torsi yang terbaca oleh sensor yang tidak mengalami lag. Distribusi rpm dominan ada pada kisaran 3000-4000rpm.

2. Pada penunggang beserta peralatannya dengan bobot total 79kg.



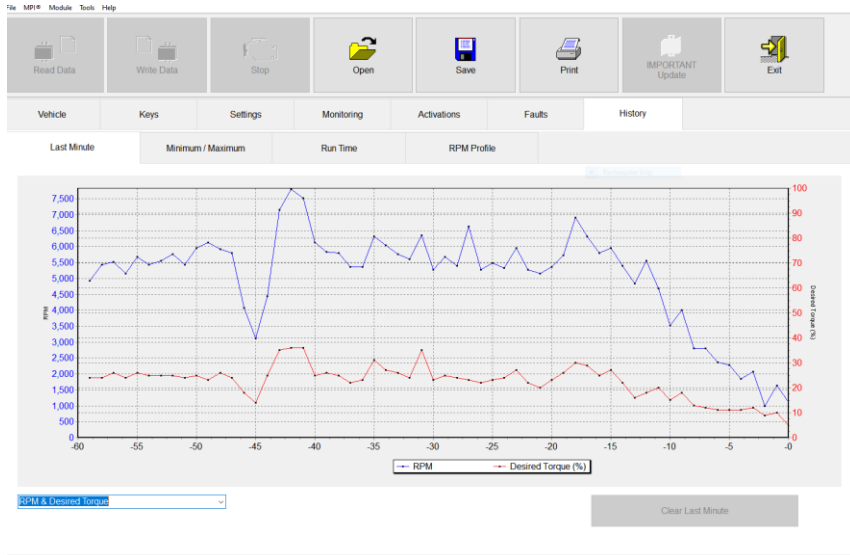
Gambar 0.9 Grafik RPM pada beban 79kg



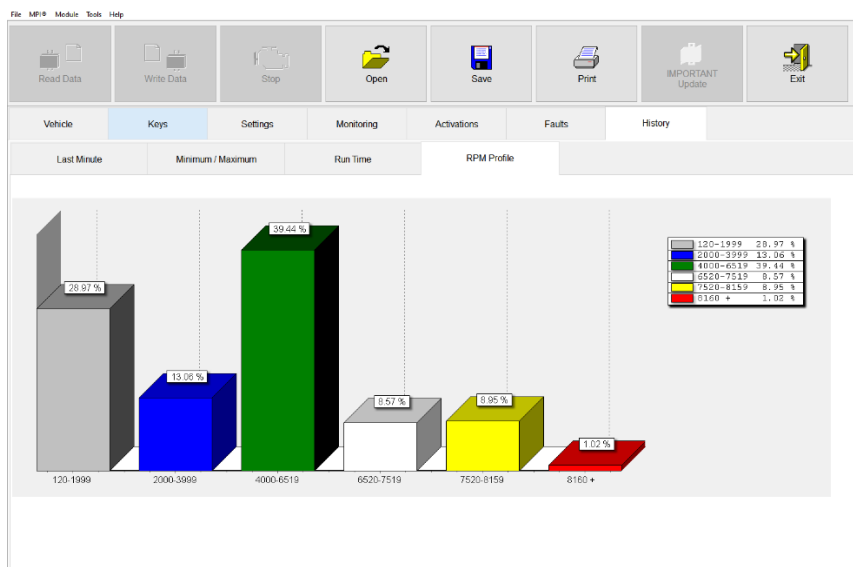
Gambar 0.10 Grafik distribusi RPM beban 79kg selama pengujian berlangsung. Pengujian dengan beban total 79kg untuk dapat melayang di udara setinggi 1 meter di atas permukaan air dengan stabil membutuhkan lebih dari separuh tenaga mesin personal watercraft seadoo gtx155 dengan ditandai dengan putaran motor utama beroperasi pada 5000rpm kendati

keluaran torsi tidak mengalami lag dan mampu mengikuti putaran mesin.
 Distribusi rpm selama pengujian berada pada kisaran 4000-6500rpm.

3. Pada penunjang beserta peralatannya dengan bobot total 94kg



Gambar 0.11 Grafik RPM pada beban 94kg.



Gambar 0.12 Grafik distribusi RPM beban 94kg selama pengujian berlangsung

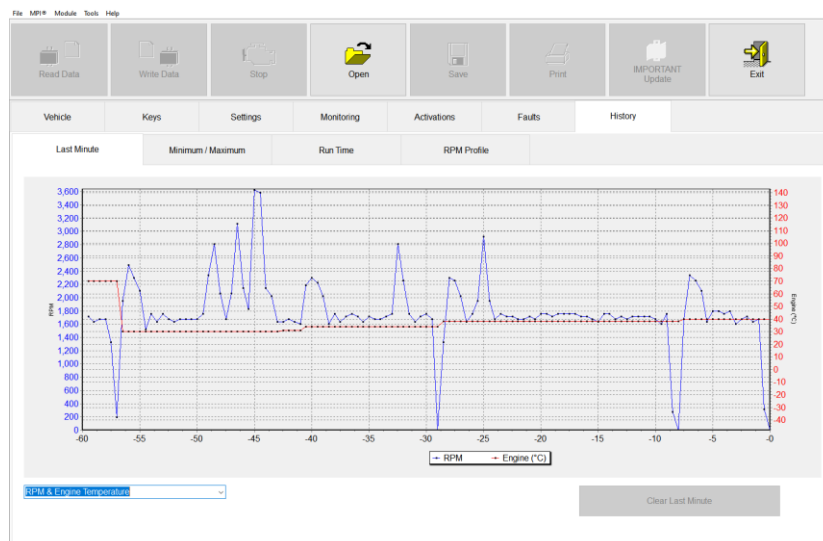
Pengujian dengan beban total 94kg untuk dapat melayang di udara setinggi 1meter diatas permukaan air dengan stabil membutuhkan hampir seluruh tenaga mesin *personal watercraft* seadoo gtx155 dengan ditandai dengan putaran motor utama beroperasi diatas 7000rpm serta keluaran torsi mengalami lag yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 yang tidak mampu mengikuti putaran mesin. Distribusi rpm selama pengujian berada pada kisaran 5000-7500rpm.

5.2 Temperatur Motor Personal Watercraft ketika Dioperasikan sebagai Alat Penunjang Flyboard

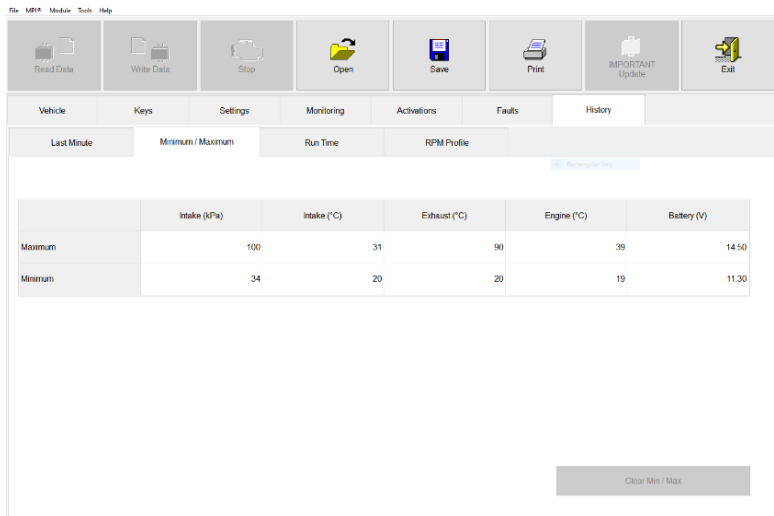
Pengukuran temperature aktual juga didasarkan pada bobot penunjang beserta peralatannya yang dikalsifikasikan menjadi 3 variabel. Yaitu pada penunjang beserta peralatannya dengan bobot total 57kg, 79kg, dan 94kg. Hasil pengukuran ditampilkan oleh software BUDS V3 rev dalam bentuk grafik RPM temperature dan rangkuman pembacaan sensor.

Berikut adalah hasil pengujian mengenai beban pada motor *personal watercraft* ketika dioperasikan sebagai alat penunjang *flyboard*, yang dilakukan berdasarkan tiga variable yang telah ditentukan:

1. Pada penunjang beserta peralatannya dengan bobot total 57kg



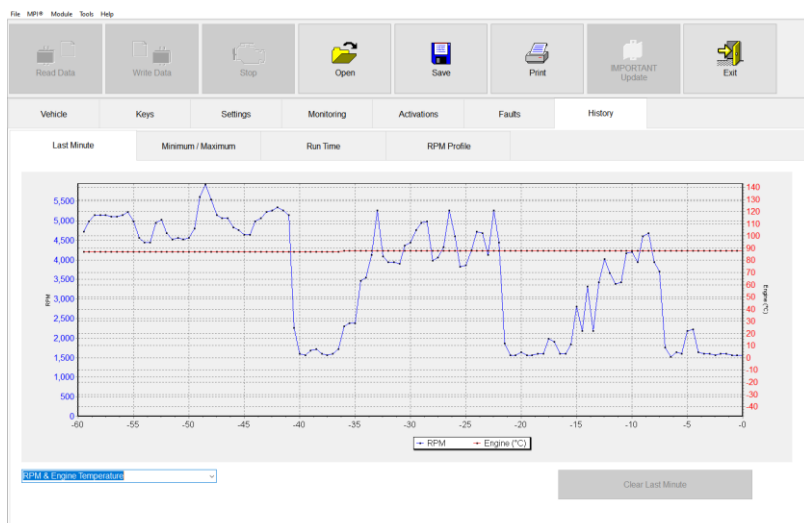
Gambar 0.13 RPM terhadap temperatur pada beban 57kg



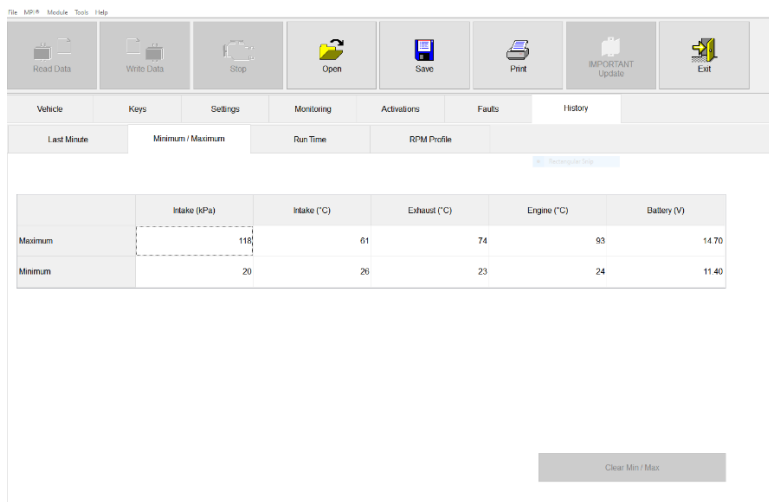
Gambar 0.14 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 57kg

Pada pengoprasian pada beban 57kg temperatur mesin utama dan part pendukung pada gtx155 adalah sangat terkendali berada pada kisaran 60°C , jauh dibawah $T_{junction}$ atau temperatur maksimal aman dalam beroperasi 105°C . thermostat selama pengambilan data yang berlangsung selama 6menit hanya pernah terbuka sekali.

2. Pada penunggang beserta peralatannya dengan bobot total 79kg



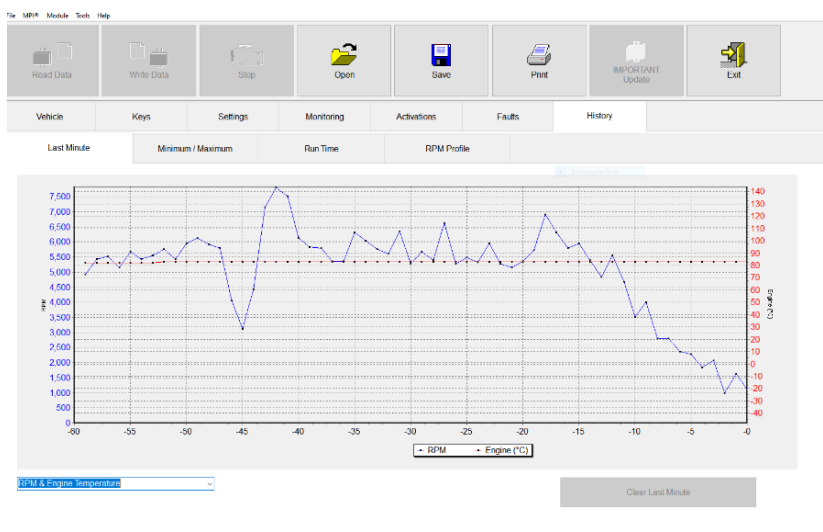
Gambar 0.15 Grafik RPM terhadap temperatur pada beban 79kg



Gambar 0.16 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 79kg.

Pada pengoprasian pada beban 79kg temperatur mesin utama dan part pendukung pada gtx155 dapat dikendalikan system pendingin pada mesin yang dimana berada pada temperature optimal 90°C , dan tetap berada dibawah $T_{junction}$ atau temperatur maksimal aman dalam beroperasi 105°C . thermostat selama pengabilan data berlangsung terbuka 5 kali dalam 7 menit.

3. Pada penunggang beserta peralatannya dengan bobot total 94kg



Gambar 0.17 Grafik RPM terhadap temperatur pada beban 94kg

File MPW Module Tools Help

Read Data Write Data Stop Open Save Print IMPORTANT Update Exit

Vehicle Keys Settings Monitoring Activations Faults History

Last Minute Minimum / Maximum Run Time RPM Profile

Return to Start

	Intake (kPa)	Intake (°C)	Exhaust (°C)	Engine (°C)	Battery (V)
Maximum	103	58	140	103	14.70
Minimum	17	24	22	24	9.10

Clear Min / Max

Gambar 0.18 Rangkuman pembacaan sensor pada percobaan dengan beban 94kg

Pada pengoprasian pada beban 94kg temperatur mesin utama masih dapat dikendalikan system pendingin pada mesin yang dimana berada pada temperature sedikit melebihi 100°C namun sistem gas buang mengalami kenaikan hingga 140°C. thermostat selama pengambilan data berlangsung terus menerus dari menit ke tiga hingga percobaan berakhir pada menit ke tujuh.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari rumusan masalah dan pembahasan penelitian ini adalah:

1. Personal watercraft Seadoo GTX155 tidak memiliki masalah dalam hal power untuk digunakan sebagai penunjang aktivitas fly board dengan ketentuan bobot total pengendara sesuai yang di deskripsikan penulis. Adapun variasi pada grafik distribusi RPM, dapat dikarenakan kemampuan daripada pengendara flyboard untuk mempertahankan posisi pada 1 meter diatas permukaan air.
2. Sebagai satu-satunya manufaktur personal watercraft yang menggunakan sistem pendingin tertutup (closed loop water cooling) pada seadoo gtx155 yang digunakan sebagai penunjang flyboard mencapai batasannya dengan beban yang diberikan penulis. Ditandai dengan temperature yang mendekati batas maksimum yang diizinkan dan fakta bahwa pada pengujian 3 yang dimana thermostat yang terbuka secara terus menerus mengindikasikan sistem pendingin yang kewalahan bekerja.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini diantaranya adalah:

1. Waktu pengujian seharusnya bisa diperpanjang untuk lebih menguji performa motor utama maupun sistem pendingin daripada *personal watercraft* yang diujikan tanpa membuat kerusakan pada part.
2. Menggunakan dual aksial propeler yang dikhususkan untuk digunakan sebagai sarana penunjang *flyboard* dapat diaplikasikan yang dimana akan menggunakan torsi motor penggerak utama lebih efisien dengan menurunkan putaran dan menaikkan volume fluida tergerak.

3. Data yang didapat dapat lebih konsisten bila penunggang flyboard adalah satu orang yang diberi beban variasi karena perbedaan kemampuan untuk menunggang flyboard untuk tetap berada dalam parameter pengujian membuat sebaran rpm kurang konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- 2005 Engine Shop Manual "ROTAX® 1503 4-TEC ENGINES*, 2005, Canada, Bombardier Reactional Product Inc.
- Angga Murjana, *Fluida Dinamis – Pengertian, Ciri-Ciri, Jenis, Rumus, Makalah*, <https://rumusrumus.com/fluidadinamis/?fbclid=IwAR0K8hpgFLQQzGaSVn-9lxBE8WE6tmq1b3-oSzB-ejTx15dE9RxnLdTy56w>, diakses 2 Desember 2019.
- Asrori. 2011. *Prinsip Kerja Motor Bakar Torak.*, <http://www.asrori.com/2011/10/prinsip-kerja-motor-bakar-torak-2-dan-4.html> diakses pada 7 juni 2019
- Didit Sumardiyanto dan Syahrial Anwar, *Pengaruh Keausan Ring Piston Terhadap Kinerja Mesin*, Jurnal Kajian Teknik Mesin Vol. 2 No. 1 April 2017.
- Fluida*, <http://www.geniusedukasi.com/wp-content/uploads/2015/07/rumus-fluida-statis-dan-fluida-dinamis.pdf>, diakses 8 Desember 2019
- Flyboard Bali Tanjung Benoa*, <https://www.tanjungbenoa.co.id/harga-watersport/flyboard-bali-tanjung-benoa/>, diakses 16 September 2019
- Flyboard, Terbang di Atas Permukaan Laut*, <http://extremeina.com/flyboard-terbang-di-atas-permukaan-laut/>, diakses 16 September 2019
- Hidayat, B. 2008. *Teknik Perawatan Dan Pemeliharaan Sepeda Motor*. Absolut. Yogyakarta.
- <http://www.brpdiagnostics.com/buds-how-it-works/>, diakses 20 Januari 2020
- Joko Purwanto, 2014, *Hukum Newton Tentang Gerak Dalam Ruang Fase Tak Komutatif*, Jurnal Kaunia Vol. X No. 1, April 2014/1435: 30-35
- Matovani Rizal Mataram dan Triwilaswandio Wuruk Pribad, 2018, *Analisa Teknis dan Ekonomis Pengembangan Industri Personal Watercraft*, Jurnal Teknik ITS Vol. 7, No.1,2337-3520.
- Muhammad Navaro, 2009, *Analisa Pengaruh Kekakuan Pegas Terhadap Displacement pada Poros Engkol (Crankshaft) Menggunakan Simulasi*

Elemen Hingga, Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Najamudin. 2014. *Modul Pembelajaran Elemen Mesin 1*. Jurusan Teknik Mesin – Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Permana, 2018, *Mengenal Cooling Water System Pada Kapal*, https://www.kapalaku.com/index.php?threads%2Fmengenal-cooling-water-system-pada-kapal.2894%2F&fbclid=IwAR3KI7S3qw_rL4-QCjYKUpp9t87tIL3l8Om1gtsw59Br9BQRIYmHo0eiFs, diakses 8 Desember 2019

Popong Effendrik, et.al, 2014, *Karakterisasi thermocouple dengan menggunakan Perangkat Lunak MATLAB-SIMULINK*, Jurnal ELTEK, Vol12 Nomor 01, April 2014, Politeknik Negeri Malang, Malang.

Satriawansyah Mohammad Hamzah dan Djauhar Manfaat, 2016, *Desain Kapal Penumpang Katamaran untuk Rute Dermaga Boom Marina, Banyuwangi – Pelabuhan Benoa*, Jurnal Teknik ITS Vol. 5, No. 2,286-291.

Syed Mujahid Husain, Siraj Sheikh, et.al, *ROCKER ARM: - A REVIEW*, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 2, Issue 4, April 2013.

Wardono, H. 2004. *Modul Pembelajaran Motor Bakar 4-Langkah*. Jurusan Teknik Mesin –Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Wibawa, A.B.S., dan Reza S.A., 2013, *Pemanfaatan Energi Alternatif Gas Alam Terkompresi sebagai Bahan Bakar Mesin Penggerak Kapal Nelayan Tradisional*, Jurnal Perahu.

Wisata bahari terbesar ada di Tanjung Benoa Bali, 2017, <https://lifestyle.kontan.co.id/news/wisata-bahari-terbesar-ada-di-tanjung-benoa-bali>, diakses 27 Oktober 2019

Yopi Handoyo, 2013, *Analisa Performa Engine Esemka 1.5 i*, Jurnal Imiah Teknik Mesin, Vol. 1, No. 1, Februari 2013, Universitas Islam 45, Bekasi.

BIODATA PENULIS



Lahir di Denpasar 25 Januari 1995, penulis menyanggah nama Evaldo Rahartha Setya Dharma sebagai pemberian kedua orang tuanya. Putra tunggal dari pasangan (Alm) I Wayan Sukerta ST dan Dra. Ni Luh Yeni Aryawati mengawali Pendidikan dasarnya di SD Negeri 2 Tanjung Benoa (2001-2007). Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan menengahnya di SMP Negeri 1 Kuta Tengah (2007-2010) dan memilih SMA Negeri 3 Denpasar (2010-2013), salah satu sekolah unggulan di Bali untuk menamatkan pendidikan menengahnya. Berbekal pengetahuan dan prestasi yang diraihinya selama Pendidikan menengah, penulis memutuskan untuk melanjutkan Pendidikan tingginya di salah satu Kampus Terbaik di Indonesia, yakni Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Pada tahun 2013 penulis diterima di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, ITS melalui jalur SNMPTN. Selama menempuh studi di perguruan Tinggi penulis aktif dalam sebagai Panitia Donor Darah TPKH 2015, Grader praktikum parallel generator di Lab MEAS 2015, Grader praktikum saklar Y-Delta di Lab MEAS 2016, Grader praktikum Oscilloscope di Lab MEAS 2016 dan Anggota pelayaran iptek 2014.