



**SKRIPSI – ME-141501**

**ANALISA TEKNIS PEMAKAIAN KOMBINASI  
LAMPU *METAL HALIDE* DAN LED SEBAGAI  
PEMIKAT IKAN PADA KAPAL PUKAT CINCIN  
(*PURSE SEINE*) DAN PENGARUHNYA  
TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR *GENSET***

Septian Ragil Wibisono  
NRP 4212 100 016

Dosen Pembimbing  
Ir. Alam Baheramsyah M.Sc.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016



**FINAL PROJECT – ME-141501**

**TECHNICAL ANALYSIS OF USING  
COMBINATION OF METAL HALIDE AND LED  
LAMPS AS FISH ATTRACTOR IN PURSE SEINER  
AND THE EFFECT ON FUEL CONSUMPTION OF  
GENERATOR SET**

Septian Ragil Wibisono  
NRP 4212 100 016

Supervisor  
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2016

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA TEKNIS PEMAKAIAN KOMBINASI LAMPU METAL HALIDE DAN LED SEBAGAI PEMIKAT IKAN PADA KAPAL PUKAT CINCIN (*PURSE SEINE*) DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR *GENSET*

#### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Septian Ragil Wibisono**  
Nrp. 4212 100 016

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc  
NIP. 1968 0129 1992 03 1001



SURABAYA  
JULI, 2016

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

### **ANALISA TEKNIS PEMAKAIAN KOMBINASI LAMPU METAL HALIDE DAN LED SEBAGAI PEMIKAT IKAN PADA KAPAL PUKAT CINCIN (*PURSE SEINE*) DAN PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR *GENSET***

#### **SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Bidang Studi *Marine Machinery and System (MMS)*  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**Septian Ragil Wibisono**

Nrp. 4212 100 016

Disetujui oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



**Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT.**

**NIP. 1977 0802 2008 01 1007**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**ANALISA TEKNIS PEMAKAIAN KOMBINASI LAMPU  
METAL HALIDE DAN LED SEBAGAI PEMIKAT IKAN  
PADA KAPAL PUKAT CINCIN (*PURSE SEINE*) DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP KONSUMSI BAHAN  
BAKAR *GENSET***

Nama : Septian Ragil Wibisono  
NRP : 4212100016  
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS  
Pembimbing : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

**ABSTRAK**

Saat ini lampu Metal Halide dipakai sebagai pemikat ikan oleh nelayan *Purse Seine*. Penggunaan lampu tersebut memerlukan daya *Genset* yang besar karena satu lampu *Metal Halide* berdaya 1500 *Watt*. Semakin banyak lampu *Metal Halide* yang digunakan semakin besar pula konsumsi bahan bakar *Genset*. Dalam upaya penghematan energi bahan bakar maka digunakan lampu LED sebagai alternatif pemikat ikan. Lampu LED dikenal sebagai lampu yang hemat energi. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui dan membandingkan konsumsi bahan bakar *Genset* saat menggunakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan sejumlah lampu *Metal Halide* dan lampu LED, kemudian dilakukan analisa regresi untuk mendapatkan model persamaan konsumsi bahan bakar *Genset*. Selanjutnya dilakukan ekstrapolasi untuk memprediksi konsumsi bahan bakar saat *Genset* dengan jumlah lampu tertentu. Hasilnya dengan besar fluks cahaya yang hampir sama, saat penggunaan 6 lampu *Metal Halide* konsumsi bahan bakar sebesar 13.606,03 liter, dan saat menggunakan kombinasi lampu 1 *Metal Halide* dan 25 lampu LED konsumsi bahan bakar sebesar 13.255,63 liter, yang artinya terjadi penghematan bahan bakar sebesar 2,58%.  
**Kata kunci : *Genset*, LED, *Metal Halide*, *Purse Seine*, Regresi**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# TECHNICAL ANALYSIS OF USING COMBINATION OF METAL HALIDE AND LED LAMPS AS FISH ATTRACTOR IN *PURSE SEINER* AND THE EFFECT ON FUEL CONSUMPTION OF GENERATOR SET

Name : Septian Ragil Wibisono  
NRP : 4212100016  
Department : Marine Engineering FTK-ITS  
Supervisor : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

## ABSTRACT

*Currently Metal Halide lamps are used as a fish attractor by Purse Seiner. However, the using of these lamps require a large power generator for the 1500 Watt Metal Halide lamp. The more Metal Halide lamps are used will impact the greater the fuel consumption of Generator Set. In an effort to the energy saving, LED lamp is used as an alternative as fish attractor. LED lights are known as energy-saving lamps. This study aimed to determine and compare the fuel consumption of the current generator uses a combination of Metal Halide and LED lights. This research was conducted by taking the fuel consumption data as a generator when use to light up Metal Halide and LED lamps, and then conducted a regression analysis to obtain the model of generator fuel consumption. Extrapolation then performed to predict the fuel consumption of the current generator with a certain amount of light. The results obtained from this study, with the flux of light which is almost the same, the current use of 6 Metal Halide lamps fuel consumption is 13,606.03 liters, and when using a combination of 1 Metal Halide and 25 LED lamps fuel consumption amounting is 13,255.63 liters, which means going fuel savings of 2.58%.*

**Keywords:** *Genset, LED, Metal Halide, Purse Seine, Regression*

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisa Teknis Pemakaian Kombinasi Lampu *Metal Halide* dan LED sebagai Pemikat Ikan Pada Kapal Pukat Cincin (*Purse Seine*) dan Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar *Genset*”. Laporan ini disusun untuk memenuhi mata kuliah Skripsi Jurusan Teknik Sistem Perkapalan.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian skripsi ini, diantaranya :

1. Keluarga tercinta, Bapak Komarudin, Ibu Sariyah serta saudara-saudara saya yang telah memberi bantuan, semangat dan doa selama penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST. MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS Surabaya.
3. Bapak Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang meluangkan waktu, memberikan bimbingan, ilmu, dan motivasi hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Bapak Ir. Arief Sofijanto, M.Si., Bapak Basith dan Bapak Saiful yang memberikan dukungan materiil dalam penyelesaian skripsi.
5. Sahabat saya Elok, Refan, Wimpy, Trisno, Gusma, Aris, Fiki, Rosario, Esqy, Hangga, Kozin, Bayu, Rifai, Gigih yang memberikan motivasi selama pengerjaan skripsi.

Dalam penulisan dan penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis mengharap kritik dan saran yang membangun.

Surabaya, Juli 2016

Penulis

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACK.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
1.1 <i>Metal Halide</i> .....	5
2.1.1 Karakteristik <i>Metal Halide</i> .....	5
2.1.2 <i>Metal Halide</i> pada Kapal Perikanan.....	6
1.2 Light Emitting Diode (LED).....	7
2.2.1 Karakteristik LED.....	7
2.2.2 LED pada Kapal Perikanan.....	8
1.3 Perikanan Kapal <i>Purse Seine</i> .....	8
1.4 Analisa Regresi.....	9
1.5 Analisa Regresi dengan <i>Software Minitab 16</i> .....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Umum.....	15
3.2 Persiapan Teknis Eksperimen.....	15
3.3 Pelaksanaan Eksperimen.....	19
3.4 Analisa Data.....	20

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	21
4.1 Data Hasil Eksperimen.....	21
4.1.1 Data Fluks Cahaya .....	21
4.1.2 Data Konsumsi Bahan Bakar.....	22
4.2 Analisa Data Hasil Eksperimen.....	24
4.2.1 Analisa Regresi Konsumsi Bahan Bakar <i>Genset</i> pada Pembebanan Lampu <i>Metal Halide</i> .....	24
4.2.2 Analisa Regresi Konsumsi Bahan Bakar <i>Genset</i> pada Pembebanan Lampu LED .....	28
4.2.3 Persamaan Konsumsi Bahan Bakar <i>Genset</i> .....	31
4.2.4 Konsumsi Bahan Bakar Kombinasi Lampu <i>Metal Halide</i> dan LED .....	35
4.2.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar .....	37
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 39
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran .....	40
 DAFTAR PUSTAKA .....	 41
BIODATA PENULIS .....	43

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram alir lampu <i>Metal Halide</i> .....	5
Gambar 2.2 Lampu <i>Metal Halide</i> .....	6
Gambar 2.3 Komponen Lampu LED.....	7
Gambar 2.4 Bagian-bagian <i>Purse Seine</i> .....	9
Gambar 2.5 Data residual yang terdistribusi normal .....	10
Gambar 2.6 Data residual yang tidak heteroskedastisitas .....	11
Gambar 2.7 Persamaan regresi .....	11
Gambar 2.8 Nilai-nilai statistic koefisien regresi.....	12
Gambar 2.9 Nilai statistik model regresi .....	13
Gambar 2.10 Analisa ragam .....	13
Gambar 3.1 Lampu <i>Metal Halide</i> berdaya 1500 Watt.....	16
Gambar 3.2 Ballast lampu <i>Metal Halide</i> .....	16
Gambar 3.3 Lampu LED berdaya 100 Watt .....	16
Gambar 3.4 <i>Genset</i> berdaya 10.000 Watt.....	17
Gambar 3.5 Tangki ukur bahan bakar .....	18
Gambar 3.6 Tahap Eksperimen .....	19
Gambar 4.1 Hasil analisa regresi lampu Metal Halide dengan <i>software Minitab 16</i> .....	24
Gambar 4.2 Normal Probability Plot lampu <i>Metal Halide</i> .....	25
Gambar 4.3 Grafik Versus Fits lampu <i>Metal Halide</i> .....	26
Gambar 4.4 Statistik koefisien regresi <i>Metal Halide</i> .....	26
Gambar 4.5 Statistika model regresi <i>Metal Halide</i> .....	27
Gambar 4.6 <i>Analysis of Variance Regresi Metal Halide</i> .....	27
Gambar 4.7 Model regresi bahan bakar <i>Metal Halide</i> .....	27
Gambar 4.8 Hasil analisa regresi bahan bakar LED menggunakan <i>software Minitab 16</i> .....	28
Gambar 4.9 Normal Probability Plot LED .....	29
Gambar 4.10 Grafik <i>Versus Fits</i> LED .....	29
Gambar 4.11 Statistik koefisien regresi LED .....	30
Gambar 4.12 Statistika model regresi LED .....	30
Gambar 4.13 <i>Analysis of Variance Regresi LED</i> .....	30
Gambar 4.14 Model regresi bahan bakar LED .....	31

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tangki ukur bahan bakar .....	18
Tabel 4.1 Fluks cahaya lampu pada media udara .....	21
Tabel 4.2 Konsumsi bahan bakar 1 lampu <i>Metal Halide</i> .....	22
Tabel 4.3 Konsumsi bahan bakar 2 lampu <i>Metal Halide</i> .....	22
Tabel 4.4 Konsumsi bahan bakar 3 lampu <i>Metal Halide</i> .....	22
Tabel 4.5 Konsumsi bahan bakar 1 lampu LED .....	23
Tabel 4.6 Konsumsi bahan bakar 2 lampu LED .....	23
Tabel 4.7 Konsumsi bahan bakar 3 lampu LED .....	23
Tabel 4.8 Prediksi konsumsi bahan bakar saat digunakan untuk menyalakan lampu Metal Malide saja .....	32
Tabel 4.9 Prediksi konsumsi bahan bakar <i>Genset</i> saat digunakan untuk menyalakan lampu LED saja .....	34
Tabel 4.10 Fluks cahaya .....	35
Tabel 4.11 Hasil perhitungan prediksi konsumsi bahan bakar lampu kombinasi .....	36
Tabel 4.12 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar <i>Genset</i> .....	37

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada kegiatan penelitian ini sebagai penutup ditulis kesimpulan dan saran sebagai sarana evaluasi dan pengembangan penelitian kedepannya.

#### **5.1 Kesimpulan**

1. Konsumsi bahan bakar *Genset* 2 lampu *Metal Halide* dengan fluks cahaya 1178 *lux* adalah 0.2203 liter/5menit. Sedangkan untuk 9 lampu LED dengan fluks cahaya 1161 *lux* adalah 0.2083 liter/5. Menunjukkan bahwa dengan fluks cahaya yang hampir sama, lampu LED lebih hemat energi.
2. Susunan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED yang sesuai untuk kapal perikanan yang berukuran kurang dari 30 GT dengan alat bantu penangkap ikan berupa pukat cincin (*purse seine*) sepanjang kurang dari 400 m contohnya adalah menggunakan 5 lampu *Metal Halide* dan 5 lampu LED dengan total daya 8000 *Watt*, contoh lainnya adalah menggunakan 4 lampu *Metal Halide* dan 10 lampu LED dengan total daya 8000 *Watt*.
3. Konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan kombinasi 5 lampu *Metal Halide* dan 5 lampu LED dalam sekali *trip* atau sekali beroperasi adalah 37.08 liter. Sedangkan dengan kombinasi yang lain yaitu 4 lampu *Metal Halide* dan 10 lampu LED adalah 36.89 liter.
4. Apabila dibandingkan dengan acuan besar fluks cahaya yang hampir sama antara pemakaian 6 lampu *Metal Halide* saja dan pemakaian kombinasi 1 lampu dan 25 lampu LED maka dapat menghemat konsumsi bahan bakar sampai 2.58 %, atau terjadi penurunan dari 13606.03 liter ke 13255.63 liter bahan bakar.

## 5.2 Saran

1. Perlu disiapkan *Genset* yang memiliki daya lebih besar untuk dilakukan pengambilan data konsumsi bahan bakar dengan variasi lampu yang lebih banyak.
2. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut tentang penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan lampu LED sebagai pemikat ikan dan kaitannya dengan hasil tangkapan ikan bagi nelayan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anongponyoskun, M., Awaiwanont, K., Anangpongsuk, Arnupapboon, S. 2011. "Comparison of Different Light Spectra in Fishing Lamps".
- Anonim. 2015. Pedoman Efisiensi Energi untuk Industri di Asia. Diakses pada tanggal 2 Mei 2016. [www.energyefficiencyasia.org](http://www.energyefficiencyasia.org).
- Arimoto. 2013. "Fish Behaviour and Visual Physiology in Capture Process of Light Fishing".
- Choi, J., Choi, S., Kil, G., Choi, C. 2012. "Photoreaction Analysis of Squids for the Development of a LED-Fishing Lamp". Division of Electrical and Electronics Engineering Korea Maritime University 1, Dongsam-dong, Yeongdo-gu, Busan. Korea.
- Fauziah, N., Pranyoto, Firmansyah, M., Wahyudi, T. 2011. "Karakteristik Berbagai Jenis Lampu LED". Pusat Penelitian dan Pengembangan PT PLN (persero)
- Hidayat, A. 2013. Interpretasi Regresi Linier Berganda dengan Minitab. Diakses pada tanggal 10 Juni 2016. [www.statistikian.com/2013/08/interpretasi-regresi-linear-berganda.html](http://www.statistikian.com/2013/08/interpretasi-regresi-linear-berganda.html)
- Hua, L.T., Xing, J. 2012. "Research on LED Fishing Light. School of Physics and Electrical and Mechanical Engineering". Zunyi Normal College Zunyi, Gui Zhou 563002. China.
- Matsushita, Y., Azuno, T., Yamashita, Y. 2012. "Fuel Reduction In Coastal Squid Jigging Boats Equipped with Various Combinations of Conventional Metal Halide Lamps and Low-Energy LED Panels". Graduate School of Fisheries Science and Environmental Studies, Nagasaki University, Nagasaki 852-8521. Japan.

- Mudztahid, A. 2011. “Metode Penangkapan dan Alat Tangkap Pukat Cincin (*Purse Seine*)”.
- Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia nomor 18/PERMEN-KP/2013. Tentang Jalur Penangkapan Ikan dan Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Sarwono, J. Teori Analisis Regresi Linier-Mengenal Analisis Regresi. Diakses pada tanggal 10 Juni 2016. [www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm](http://www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm)
- Tiryana, T. “Analisis Regresi Linier dengan Program Minitab for Windows”. Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan IPB.

## RIWAYAT PENULIS



Septian Ragil Wibisono lahir di Kabupaten Blitar pada tanggal 23 September 1993 dari orang tua bernama Komarudin dan Sariyah. Merupakan anak bungsu dari 8 bersaudara. Menempuh pendidikan di SDN Babadan 1 Wlingi pada tahun 2000 dan melanjutkan ke jenjang selanjutnya di SMPN 1 Blitar pada tahun 2006 serta SMAN 1 Blitar pada tahun 2009 dengan mengambil program kelas IPA selama 3

tahun. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di Perguruan Tinggi Negeri Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2012 melalui jalur SNMPTN undangan. Di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, penulis mengambil bidang keahlian Marine Machinery and System (MMS). Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Dok & Perkapalan Kodja Bahari dan Terminal LPG Semarang. Selama masa studinya, penulis pernah mengikuti kepanitiaan tingkat Jurusan seperti kegiatan Marine Icon. Penulis juga sering mengikuti kegiatan diluar jurusan seperti seminar.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Salah satu jenis alat penangkap ikan ramah lingkungan yang digunakan di wilayah Indonesia adalah Pukat Cincin atau *Purse Seine*. Kegiatan penangkapan pada malam hari oleh nelayan *Purse Seine* menggunakan alat bantu tambahan untuk memikat ikan yaitu berupa lampu. Nelayan *Purse Seine* di daerah Paciran Lamongan Jawa Timur sebagian besar menggunakan lampu *Metal Halide* sebagai alat bantu untuk memikat ikan pada malam hari. Cahaya dihasilkan oleh lampu *Metal Halide* yang diletakkan di sisi-sisi kapal digunakan sebagai pemikat ikan (*Fish Attractor*), menarik segerombol ikan berkumpul dibawah cahaya lampu ini, kemudian ikan ditangkap menggunakan pukat cincin. Berbagai spesies ikan yang memiliki sifat fototaksis positif atau sifat tertarik terhadap cahaya adalah ikan Lemuru, Layang, Kembung, Cumi – cumi, Cakalang, Tenggiri, Payang dan Tuna.

Para nelayan di daerah Paciran Lamongan memasang beberapa set lampu *Metal Halide* pada kapal perikanan yang mereka miliki, satu set terdiri dari 2 lampu. Jenis lampu *Metal Halide* ini memerlukan energi listrik untuk dapat menyala. Listrik didapatkan oleh nelayan dengan menyalakan *Genset* yang ditambahkan pada kapal perikanan. *Genset* tentunya memerlukan bahan bakar minyak untuk mampu menghasilkan listrik. Lampu *Metal Halide* milik para nelayan *Purse Seine* di daerah Paciran Lamongan memiliki spesifikasi daya yang besar yaitu 1500 *Watt* per buah. Dengan kapal perikanan berukuran 16 GT, para nelayan memasang 8 set lampu *Metal Halide*. Dengan Total 2 x 8 buah lampu, maka dibutuhkan daya sebesar 24.000 *Watt*. *Genset* memerlukan bahan bakar yang besar pula untuk menghasilkan daya listrik yang besar. Hal ini menjadikan penggunaan lampu *Metal Halide* boros energi.

Sebagai upaya menekan konsumsi bahan bakar dalam rangka penghematan energi dan mempertahankan eksploitasi sumber daya ikan yang ramah lingkungan muncul gagasan untuk menggantikan penggunaan lampu jenis *Metal Halide* dengan lampu LED (*Light Emitting Diode*). LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. Karakteristik lampu LED adalah efisiensi optik 80% - 90%, cahaya yang dihasilkan bersifat dingin, ukurannya mini dan praktis, tegangan operasi DC yang rendah, dan waktu penggunaan lebih lama mencapai 100 ribu jam.

Pengaruh penggunaan lampu LED sebagai pemikat ikan adalah daya yang dibutuhkan akan lebih kecil, sehingga dapat memakai *Genset* dengan ukuran yang lebih kecil. Pengaruhnya juga akan berdampak pada konsumsi BBM yang lebih hemat dan pengurangan emisi yang dihasilkan *Genset*. Maka dari itu perlu dikaji lebih lanjut mengenai analisa teknis penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan lampu LED sebagai pemikat ikan pada pukot cincin dan pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar *Genset* pada kapal perikanan di Paciran Lamongan. Apabila penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan lampu LED dirasa mampu menghemat konsumsi bahan bakar tanpa mengurangi hasil tangkapan ikan nelayan, maka hasil penelitian ini akan bermanfaat dan berpengaruh terhadap upaya penghematan konsumsi bahan bakar fosil bila bisa diterapkan pada seluruh nelayan di Indonesia.

## **1.2 Rumusan Permasalahan**

Kondisi pada nelayan *Purse Seine* yang menggunakan lampu *Metal Halide* saat menangkap ikan mengakibatkan terjadinya pemborosan energi berupa konsumsi bahan bakar fosil yang berlebihan. Semakin banyak lampu *Metal Halide* yang digunakan maka semakin besar *Genset* mengkonsumsi bahan bakarnya. Dari permasalahan tersebut, berikut ini rumusan masalah yang akan diajukan dalam penelitian ini :

1. Berapa jumlah konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan lampu *Metal Halide* sebagai pemikat ikan ?
2. Bagaimana susunan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED yang dipakai sebagai pemikat ikan ?
3. Berapa jumlah konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED sebagai pemikat ikan ?
4. Apakah terjadi penghematan konsumsi bahan bakar setelah menggunakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED ?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan *Genset* yang dipakai untuk memasok kebutuhan listrik untuk menyalakan lampu berdaya 10.000 *Watt* pada kapal perikanan 16 GT.
2. Kapasitas satu lampu LED yang digunakan berdaya 100 *Watt* dan satu lampu *Metal Halide* berdaya 1500 *Watt*.
3. Analisa hanya difokuskan pada konsumsi bahan bakar *Genset* pada kapal penangkap ikan, tidak membahas pengaruh penggantian lampu *Metal Halide* ke LED terhadap hasil tangkapan ikan.

### **1.4 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memperkirakan konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan lampu *Metal Halide* dan LED yang digunakan sebagai pemikat ikan oleh nelayan.
2. Mengetahui susunan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED yang dipakai sebagai pemikat ikan.
3. Memperkirakan konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED.
4. Membandingkan konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan lampu *Metal Halide* saja dan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat penelitian secara umum adalah mengetahui pengaruh penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED sebagai pemikat ikan terhadap konsumsi bahan bakar *Genset* pada kapal perikanan. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui besar konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan lampu *Metal Halide* sebagai pemikat ikan.
2. Mengetahui susunan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED sebagai pemikat ikan.
3. Mengetahui besar konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED sebagai pemikat ikan.
4. Mengetahui pengaruh pemakaian kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED terhadap konsumsi bahan bakar *Genset*.

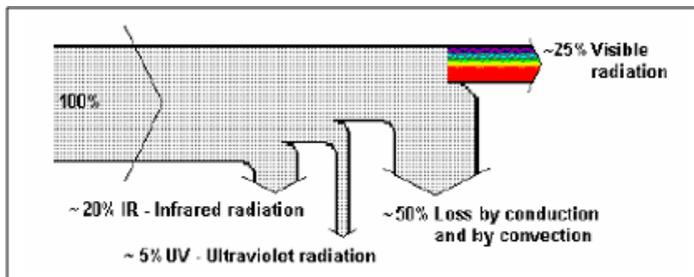
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Metal Halide*

##### 2.1.1 Karakteristik *Metal Halide*

Lampu *Metal Halide* merupakan sumber cahaya yang berpusat pada satu titik dan menyebar ke semua arah. Lampu ini mampu menghasilkan cahaya dengan cara melewatkan busur listrik melalui campuran gas argon, raksa dan logam halida bertekanan tinggi. Karakteristik cahaya yang dihasilkan dipengaruhi oleh campuran halida. Campuran halida pada lampu *Metal Halide* adalah tambahan logam seperti thalium, sodium, scandium, thorium. Dengan penambahan logam tersebut dapat menghasilkan CRI (*Colour Rendering Index*) lampu yang baik. Sebanyak 25% energi yang digunakan lampu *Metal Halide* diubah menjadi cahaya.



Gambar 2.1 Diagram alir lampu *Metal Halide*  
(Anonim, 2015)

Pada diagram alir lampu *Metal Halide* tersebut hanya 25% energi yang diubah menjadi cahaya tampak. Sedangkan sebagian besar energi terbuang menjadi energi panas secara konduksi dan konveksi. Serta 20% dan 5% energinya terbuang menjadi radiasi *infrared* dan *ultraviolet* (Anonim, 2015).

Karakteristik lampu *Metal Halide* :

1. Efikasi 80 *lumens/Watt*.
2. Umur lampu 6.000-20.000 jam.
3. Memerlukan waktu 5-10 menit untuk menghasilkan cahaya yang optimum.
4. Dengan menambahkan logam lain ke merkuri, spektrum yang berbeda dapat dipancarkan.



Gambar 2.2 Lampu *Metal Halide*  
(Data Primer)

### **2.1.2 *Metal Halide* pada Kapal Perikanan**

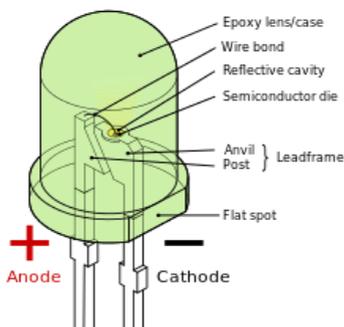
Lampu *Metal Halide* secara masif digunakan sebagai pemikat ikan dan cumi-cumi di Jepang maupun negara-negara yang maju perikananannya (Arimoto, 2013). *Metal Halide* yang digunakan saat ini berdaya 1500 *Watt*. Nelayan berkeyakinan bahwa semakin terang dan banyak lampu yang digunakan sebagai pemikat ikan maka akan semakin banyak ikan yang di dapat maka mengakibatkan meningkatnya penggunaan lampu *Metal Halide*.

Penggunaan lampu *Metal Halide* dan lampu Pijar untuk menarik ikan dengan meletakkannya di udara maka kurang dari 1% dari keseluruhan energi yang berkontribusi untuk memikat ikan sedangkan hampir sebagian besar energi masukan diubah menjadi panas (Anongponyoskun et all, 2011). Efektifitas dari lampu pemikat ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti daya dan warna lampu, cuaca, suhu, dan fase bulan (Arimoto, 2013).

## 2.2 Light Emitting Diode (LED)

### 2.2.1 Karakteristik LED

LED adalah salah satu jenis dioda maka LED memiliki 2 kutub yaitu anoda dan katoda. LED akan menyala bila ada arus listrik mengalir dari anoda menuju katoda. Semakin tinggi arus yang mengalir pada LED maka semakin terang pula cahaya yang dihasilkan, namun besarnya arus yang diperbolehkan 10 mA - 20 mA dan pada tegangan 1,6V – 3,5V. Apabila arus yang mengalir lebih dari 20 mA maka LED akan terbakar. Untuk menjaga agar LED tidak terbakar digunakan resistor sebagai penghambat arus.



Gambar 2.3 Komponen Lampu LED  
(Wikipedia.com)

LED merupakan teknologi lampu terbaru yang efisien penggunaan energinya. Energi yang mampu diubah menjadi cahaya pada LED sebesar 100 *lumen/Watt* (Fauziah et al, 2011).

Karakteristik lampu LED :

1. Effisiensi optik 80% - 90%.
2. Sumber cahaya yang dingin
3. Umur lampu 60.000 – 100.000 jam.
4. Tidak mengandung logam berat seperti merkuri.
5. Cahaya yang dihasilkan lebih fokus.

### **2.2.2 LED pada Kapal Perikanan**

Penggunaan lampu LED menggantikan lampu *Metal Halide* pada kapal perikanan digunakan sebagai langkah penghematan energi dan perlindungan terhadap lingkungan. Hal ini dikarenakan pada lampu *Metal Halide* efisiensi cahaya rendah, konsumsi daya tinggi dan sebagian besar energi listrik diubah menjadi energi panas. Lampu LED memiliki konsumsi daya rendah dan lebih hemat 50% apabila dibandingkan dengan lampu *Metal Halide* (Hua dan Xing, 2012). Dalam penggunaan sebagai pemikat ikan, cahaya lampu LED bisa fokus dengan sudut kecil daripada lampu *Metal Halide* yang memancarkan cahaya dengan sudut 360<sup>0</sup>. Dengan mengarahkan lampu LED langsung ke permukaan air maka akan efektif untuk memikat ikan yang berada di bawah permukaan air. Sedangkan pada lampu *Metal Halide* sebagian besar cahaya yang dihasilkan terbuang diudara dan hanya sedikit yang berdifusi dalam air.

Sebuah studi tentang analisa karakteristik fototaksis dari cumi-cumi terhadap lampu *Metal Halide* dan LED menghasilkan kesimpulan bahwa cumi-cumi terbanyak berkumpul pada lampu LED yang berwarna biru dengan panjang gelombang 450 nm sampai 490 nm. Pada panjang gelombang tersebut lampu LED memiliki karakteristik penetrasi ke air laut yang sangat baik (Choi et al, 2012).

Penggunaan LED berdampak positif, hal ini ditunjukkan dengan penurunan konsumsi bahan bakar 0.28 l/kWh bila mengurangi penggunaan lampu *Metal Halide* dan menggantinya dengan lampu LED (Matsushita et al, 2012).

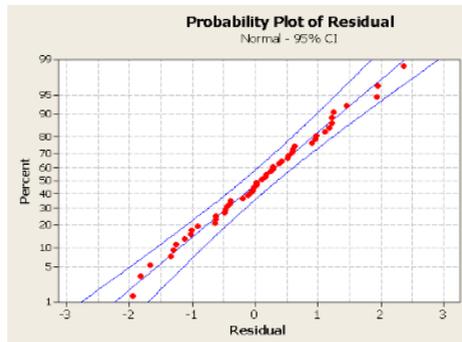
### **2.3 Perikanan Kapal *Purse Seine***

Pukat cincin atau *Purse Seine* adalah alat penangkap ikan yang terbuat dari lembaran jaring berbetuk segi empat pada bagian atas dipasang pelampung dan bagian bawah dipasang pemberat dan tali kerut (*purse line*) yang berguna untuk menyatukan bagian bawah jaring sehingga saat ditarik ikan tidak dapat meloloskan dari bawah dan samping.



Variabel bebas disebut *predictor* sedangkan variabel tak bebas disebut *respons*. Perhitungan-perhitungan regresi seperti regresi linier sederhana di atas terdapat banyak perangkat lunak yang dapat membantunya seperti *Excel*, *Minitab*, *SPSS*, *Statistica*, *Sistat*, dan lain sebagainya. Dalam melakukan regresi terdapat asumsi klasik yang harus dipenuhi diantaranya Normalitas, Multikolinieritas, dan Heteroskeditas.

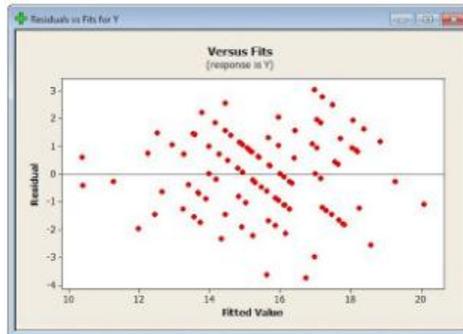
- Asumsi Normalitas adalah asumsi residual yang berdistribusi normal. Asumsi normalitas terpenuhi ketika pencaran data residual berada di sekitar garis lurus melintang, misalnya terdapat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Data residual yang terdistribusi normal  
([www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm](http://www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm))

- Asumsi Multikolinieritas adalah asumsi yang menunjukkan adanya hubungan linier yang kuat diantara beberapa variabel predictor / variabel bebas dalam suatu model regresi. Model regresi yang baik memiliki variabel-variabel predictor yang independent atau tidak berkorelasi. Pada pengujian asumsi multikolinieritas diharapkan asumsi multikolinieritas tidak terpenuhi. Cara untuk mengidentifikasi adanya multikolinieritas adalah dengan melihat nilai Vif harus  $< 5$ .

- Asumsi Heteroskedastisitas adalah asumsi residual dari model regresi yang memiliki varian tidak konstan. Tidak ada gejala heteroskedastisitas apabila plot menyebar merata di atas dan di bawah sumbu 0 tanpa membentuk sebuah pola tertentu seperti pada gambar 2.6 berikut.



Gambar 2.6 Data residual yang tidak heteroskedastisitas  
([www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm](http://www.jonathansarwono.info/regresi/regresi.htm))

## 2.5 Analisa Regresi dengan Software Minitab 16

Pada pengerjaan Tugas Akhir ini dalam melakukan regresi menggunakan *software Minitab 16*. Secara umum hasil analisa regresi *software Minitab 16* terdiri atas empat bagian utama, yakni : 1) persamaan garis regresi, 2) statistik bagi koefisien regresi, 3) statistik bagi model regresi, dan 4) tabel analisis ragam (ANOVA) bagi model regresi. Secara rinci, keempat bagian output Minitab tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

### 1. Persamaan garis regresi

Contoh persamaan garis dari analisa regresi ditunjukkan seperti gambar 2.7 berikut.

```
The regression equation is
V = - 1.13 + 0.0518 D
```

Gambar 2.7 Persamaan regresi  
(Tiryana, T.)

Berdasarkan model tersebut dapat ditentukan dugaan bagi nilai  $D$  tertentu akan menghasilkan nilai  $V$ . Misalkan, untuk  $D = 20$  akan memperoleh nilai dugaan untuk  $V = 0.424$ .

## 2. Statistik koefisien regresi

Hasil *software Minitab 16* juga menampilkan nilai-nilai statistik bagi koefisien regresi seperti pada gambar 2.8 berikut.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-1.1262	0.1742	-6.47	0.000
D	0.051837	0.003996	12.97	0.000

Gambar 2.8 Nilai-nilai statistik koefisien regresi  
(Tiryana, T.)

Dari gambar 2.8 diatas dapat dijelaskan beberapa hal sebagai berikut:

- *Predictor*, kolom ini mencantumkan koefisien regresi (penduga parameter) apa saja yang ada dalam model. Dalam hal ini hanya ada dua, yakni Constant dan D.
- *Coef* (singkatan dari *coefficient*), kolom ini mencantumkan koefisien nilai dari  $b_0$  (*constant*) dan  $b_1$ . Dari nilai ini dapat diketahui bahwa koefisien  $b_0 = -1.1262$  dan  $b_1 = 0.051837$ . Nilai-nilai tersebut sama seperti yang tercantum dalam persamaan regresinya ( $V = -1.13 + 0.0518 D$ ).
- *SE Coef* (singkatan dari *Standard Error of Coefficient*), kolom ini mencantumkan simpangan baku bagi setiap koefisien model.
- P, Untuk menentukan apakah secara serentak semua variabel independen mempunyai pengaruh yang signifikan bermakna terhadap variabel dependen. Disimpulkan ada pengaruh apabila nilai P value kurang dari batas kritis penelitian atau alpha. Misalnya nilai P untuk Constant sebesar 0.000 dan nilai P untuk jumlah lampu sebesar 0.000 di mana  $< 0,05$  maka disimpulkan bahwa secara simultan variabel independen mempunyai pengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

### 3. Statistik model regresi

Selain nilai-nilai statistik bagi penduga parameter, pada *software Minitab 16* ditampilkan nilai-nilai statistik dari model regresi yang terbentuk seperti terlihat pada gambar 2.9 berikut ini :

S = 0.1566      R-Sq = 92.8%      R-Sq(adj) = 92.3%

Gambar 2.9 Nilai statistik model regresi

(Tiryana, T.)

Dalam analisa regresi, nilai-nilai tersebut dapat digunakan sebagai kriteria dalam pemilihan model regresi terbaik. Berikut ini merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai nilai-nilai tersebut.

- S (*standard deviation*), menunjukkan simpangan baku dari sisaan model yang merupakan akar kuadrat dari *Mean Square Error*. Model regresi yang baik adalah model regresi yang memiliki simpangan baku sisaan (S) yang kecil.
- R-Sq (*R-square*,  $R^2$ ), menunjukkan nilai koefisien determinasi yakni suatu nilai yang menerangkan besarnya keragaman dalam peubah tak bebas (Y) yang dapat dijelaskan oleh peubah bebasnya (X), yang umumnya dinyatakan dalam persen (%).
- R-Sq (adj) (*R-square adjusted*), yakni merupakan nilai  $R^2$  yang telah dikoreksi dengan derajat bebasnya.

### 4. Tabel analisis ragam (ANOVA)

Tampilan lain dari output *Minitab 16* adalah tabel analisis ragam (*analysis of variance*, ANOVA) seperti ditunjukkan pada gambar 2.10 berikut ini :

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4.1263	4.1263	168.28	0.000
Residual Error	13	0.3188	0.0245		
Total	14	4.4451			

Gambar 2.10 Analisa ragam

(Tiryana, T.)

- *Source*, mencantumkan sumber keragaman dalam model regresi.
- DF, yakni mencantumkan derajat bebas (*degree of freedom*) untuk masing-masing sumber keragaman.
- SS, yakni mencantumkan nilai-nilai jumlah kuadrat (*sum square*) untuk masing-masing sumber keragaman.
- MS, yakni mencantumkan nilai-nilai kuadrat tengah (*mean square*) dari regresi (biasa disebut sebagai MSR, *mean square regression*) dan kuadrat tengah dari sisaan (disebut sebagai MSE, *mean square error*).
- F, yakni mencantumkan nilai F-hitung dari Uji Fisher untuk menguji keberartian model regresi (*overall fit test*).
- P, yakni menunjukkan nilai peluang dalam uji F di atas. Apabila nilai P tersebut lebih besar dari taraf nyata yang kita tetapkan dalam pengujian, misal  $\alpha = 5\%$ , kita katakan bahwa model regresi tersebut tidak nyata, artinya semua koefisien regresi sama dengan nol.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah metode eksperimen. Eksperimen adalah proses mempelajari, memahami, menganalisis, dan memecahkan masalah berdasarkan fenomena yang ada dan juga merupakan rangkaian proses penyelesaian masalah secara sistematis. Dalam hal ini eksperimen yang dilakukan adalah kegiatan melakukan pengambilan data konsumsi bahan bakar *Genset* yang digunakan untuk menyalakan lampu pemikat ikan dengan beberapa variasi penggunaan lampu. Karena bersifat eksperimen maka dibutuhkan data-data riil untuk mendukung pelaksanaan penelitian ini.

#### **3.2 Persiapan Teknis Eksperimen**

Persiapan teknis eksperimen meliputi persiapan semua bahan dan peralatan yang digunakan dalam eksperimen yaitu, lampu *Metal Halide*, lampu LED, *Genset*, tangki ukur bahan bakar, *stopwatch*, bahan bakar solar, *lux meter*, kabel dan alat bantu lainnya. Eksperimen ini dilakukan di daerah Paciran Lamongan Jawa Timur, karena hampir sebagian besar nelayan *Purse Seine* dilokasi ini sudah menggunakan lampu *Metal Halide* sebagai pemikat ikan. Kapal nelayan *Purse Seine* yang menjadi obyek eksperimen berukuran 16 GT dengan panjang 13.35 m.

- **Lampu *Metal Halide***

Dalam eksperimen ini digunakan 3 buah lampu *Metal Halide* dan 2 buah ballast lampu *Metal Halide* serta alat bantu lainnya seperti *fitting* dan kabel.



Gambar 3.1 Lampu *Metal Halide* berdaya 1500 Watt  
(*Data Primer*)



Gambar 3.2 Ballast lampu  
*Metal Halide*  
(*Data Primer*)

- **Lampu LED**

Dalam eksperimen ini akan digunakan 3 buah lampu LED dengan daya masing-masing lampu adalah 100 Watt.



Gambar 3.3 Lampu LED  
berdaya 100 Watt  
(*Data Primer*)

- **Generator Set (*Genset*)**

Spesifikasi *Genset* yang digunakan untuk eksperimen adalah sebagai berikut :

Daya	: 10 kW
Tegangan	: 400 V
Arus	: 18.1 A
Frekuensi	: 50 Hz

Putaran : 1500 rpm  
 Phase : 3  
 cos  $\theta$  : 0.8  
 Tahun : 2010



Gambar 3.4 Genset berdaya 10.000 Watt  
 (Data Primer)

Untuk menghitung konsumsi bahan bakar bisa menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V = (P \times \text{SFOC} \times T) / \rho$$

Keterangan :

V = Volume Bahan Bakar [liter]

P = Daya Generator [kW]

SFOC = Specific fuel oil consumption [g/kW.h]

T = Waktu [hour]

$\rho$  = massa jenis bahan bakar [g/liter]

Namun karena *Genset* yang digunakan tidak diketahui nilai SFOC, maka perhitungan konsumsi bahan bakar tidak bisa menggunakan rumusan diatas. Selain itu kondisi *Genset* yang sudah lama digunakan maka pengamatan konsumsi bahan bakar secara langsung melalui eksperimen dirasa lebih valid.

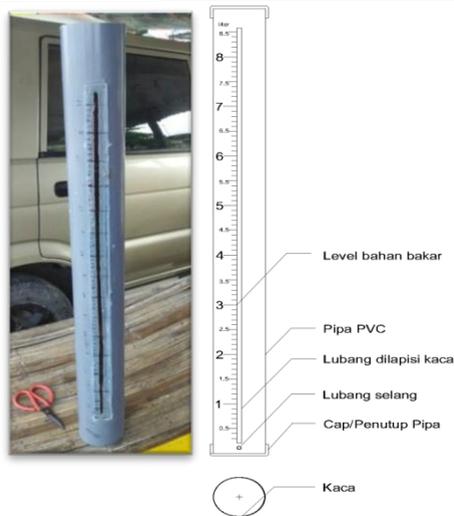
- **Tangki Ukur Bahan Bakar**

Tangki ukur bahan bakar ini merupakan komponen yang penting dalam melakukan eksperimen. Karena konsumsi bahan bakar dari *Genset* akan diamati langsung dari tangki ukur ini. Untuk memudahkan dalam melakukan pengamatan konsumsi bahan bakar, maka dibuat tanki bahan bakar sendiri.

Tangki ukur bahan bakar ini di buat dari pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*). Dimana pada salah satu sisi akan diberi lubang memanjang yang digunakan untuk mengetahui level dari bahan bakar. Lubang tersebut akan dilapisi dengan kaca, sehingga bahan bakar tidak tumpah. Pada bagian ujung-ujung pipa akan ditutup dan pada bagian dasar pipa akan diberi lubang yang terhubung dengan selang yang terhubung menuju ke *Genset*. Pada lubang yang telah diberi kaca tersebut diberikan skala yang menunjukkan level bahan bakar. Sehingga akan memudahkan saat dilakukan pengamatan konsumsi bahan bakar dari *Genset*.

**Tabel 3. 1** Dimensi tangki ukur bahan bakar

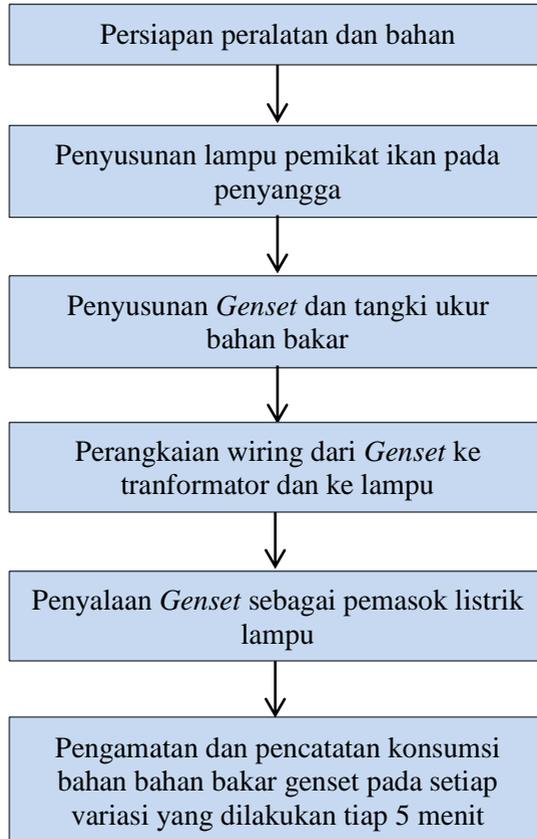
Diameter		Panjang	Volume
Inch	mm	mm	liter
4.33	109.98	1000	9.495



**Gambar 3.5** Tangki ukur bahan bakar  
(*Data Primer*)

### 3.3 Pelaksanaan Eksperimen

Dalam melaksanakan eksperimen terdapat tahap eksperimen yang dijelaskan dalam gambar 3.6. dibawah ini :



Gambar 3.6 Tahap eksperimen

### 3.4 Analisa Data

Dalam penelitian ini menggunakan analisa data kuantitatif. Menganalisa dan membandingkan jumlah konsumsi bahan bakar *Genset*. Dimana data yang didapat dari eksperimen akan diolah dengan *software Minitab 16* dalam membantu proses regresi konsumsi bahan bakar. Dari model persamaan regresi yang didapat digunakan sebagai dasar untuk memprediksi konsumsi bahan bakar *Genset* saat digunakan untuk menyalakan lampu pemikat ikan dengan jumlah tertentu.

Untuk melihat kelayakan model persamaan regresi dilakukan uji asumsi klasik meliputi uji normalitas, uji multikolinieritas dan uji heteroskeditas. Diperiksa pula hubungan variabel bebas berpengaruh signifikan atau tidak terhadap variabel terikat. Pada analisa regresi ini variabel bebas adalah besarnya daya lampu pemikat ikan sedangkan variabel terikat adalah konsumsi bahan bakar *Genset*.

Selanjutnya akan dibandingkan konsumsi bahan bakar *genset* saat dipakai menyalakan lampu *Metal Halide* saja dengan saat dipakai menyalakan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED.

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Hasil Eksperimen

Dalam eksperimen ini diambil data mengenai konsumsi bahan bakar *Genset* terhadap variasi pembebanan yang diberikan pada *Genset*. Pembebanan dalam hal ini merupakan pembebanan resistif yaitu lampu *Metal Halide* dan LED. Selain itu juga diukur fluks lampu *Metal Halide* dan LED. Pengukuran fluks cahaya lampu menggunakan *luxmeter*. Berikut merupakan penjabaran dari data hasil eksperimen yang telah dilakukan.

#### 4.1.1 Data Fluks Cahaya

Pada eksperimen ini yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan jumlah masing-masing lampu *Metal Halide* dan LED adalah besarnya fluks cahaya. Fluks cahaya tersebut didapat dari pengukuran langsung dengan hasil seperti pada tabel 4.1

**Tabel 4.1** Fluks cahaya lampu pada media udara

Medium Udara	Jarak(m)				
Jumlah dan Jenis Lampu	1	2	3	4	5
	Fluks cahaya lampu ( <i>Lux</i> )				
<i>3 Metal Halide</i>	29900	6440	2990	1715	1086
<i>2 Metal Halide</i>	13120	3570	1725	1035	681
<i>1 Metal Halide</i>	11330	2450	1130	589	371
3 LED	4450	1350	612	357	227
2 LED	3240	1008	430	253	161
1 LED	1837	524	226	129	84

Pada tabel 4.1 tersebut menunjukkan, apabila dirata-rata maka 1 lampu *Metal Halide* diwakili oleh 5 lampu LED berdasarkan besar fluks cahayanya. Artinya 1 lampu *Metal Halide* memiliki besar fluks cahaya yang hampir sama dengan 5 lampu LED.

#### 4.1.2 Data Konsumsi Bahan Bakar

Dari eksperimen didapatkan hasil konsumsi bahan bakar sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Konsumsi bahan bakar 1 *Metal Halide*

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	6.500	
5	6.400	0.100
10	6.280	0.120
15	6.170	0.110
Rata-rata (1/5menit)		0.110

**Tabel 4.3** Konsumsi bahan bakar 2 lampu *Metal Halide*

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	6.100	
5	5.950	0.150
10	5.800	0.150
15	5.660	0.140
Rata-rata (1/5menit)		0.147

**Tabel 4.4** Konsumsi bahan bakar 3 lampu *Metal Halide*

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	5.400	
5	5.210	0.190
10	5.010	0.200
15	4.820	0.190
Rata-rata (1/5menit)		0.193

**Tabel 4.5** Konsumsi bahan bakar 1 lampu LED

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	3.580	
5	3.500	0.080
10	3.420	0.080
15	3.350	0.070
Rata-rata (1/5menit)		0.077

**Tabel 4.6** Konsumsi bahan bakar 2 lampu LED

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	3.300	
5	3.210	0.090
10	3.120	0.080
15	3.030	0.090
Rata-rata (1/5menit)		0.086

**Tabel 4.7** Konsumsi bahan bakar 3 lampu LED

Lama Operasi <i>Genset</i> (Menit)	Volume Tanki Bahan bakar (Liter)	Konsumsi Bahan Bakar (Liter/5menit)
0	3.000	
5	2.910	0.090
10	2.810	0.100
15	2.720	0.090
Rata-rata (1/5menit)		0.093

## 4.2 Analisa Data Hasil Eksperimen

Dari data hasil eksperimen yang telah didapatkan, maka selanjutnya dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui perbandingan konsumsi bahan bakar *Genset* untuk menyalakan sejumlah lampu tertentu.

### 4.2.1 Analisa Regresi Konsumsi Bahan Bakar *Genset* Pada Pembebanan Lampu *Metal Halide*

Tujuan melakukan analisa regresi adalah untuk menemukan atau mencari hubungan antar variabel, sebagai dasar untuk dapat dipakai melakukan penaksiran atau peramalan atau estimasi dari hubungan antar variabel tersebut.

Dalam analisa regresi ini terdapat 2 variabel yang digunakan yaitu besarnya daya lampu *Metal Halide* sebagai variabel bebas  $X_1$  dan konsumsi bahan bakar sebagai variabel tak bebas  $Y_1$ . Analisa regresi ini menggunakan *software Minitab 16*. Gambar 4.1 berikut menyajikan tampilan hasil analisa regresi.

#### Regression Analysis: Konsumsi Bahan Bakar 1 (Y1) versus Daya Metal Halide (X1)

The regression equation is

Konsumsi Bahan Bakar 1 (Y1) = 0.0670 + 0.000028 Daya Metal Halide (X1)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0.067000	0.005612	11.94	0.053	
Daya Metal Halide (X1)	0.00002767	0.00000173	15.97	0.040	1.000

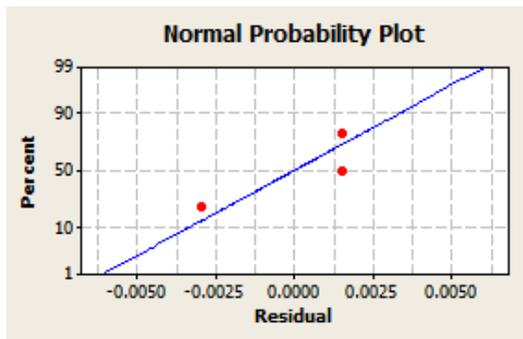
S = 0.00367423    R-Sq = 99.6%    R-Sq(adj) = 99.2%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.0034445	0.0034445	255.15	0.040
Residual Error	1	0.0000135	0.0000135		
Total	2	0.0034580			

Gambar 4.1 Hasil analisa regresi lampu *Metal Halide* dengan *software Minitab 16*

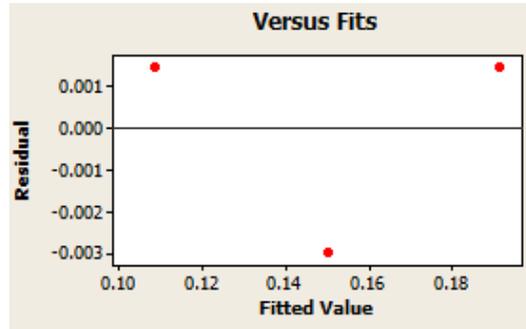
Untuk memastikan kelayakan model regresi maka dilakukan uji asumsi klasik statistika regresi yaitu **asumsi normalitas**, **asumsi multikolinieritas** dan **asumsi heteroskeditas**. Selain menampilkan hasil seperti gambar 4.1 diatas, pada *software Minitab16* juga menampilkan plot diagram yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah regresi tersebut memenuhi uji asumsi klasik. Berikut merupakan plot diagram dari hasil regresi menggunakan *Minitab 16*.



Gambar 4.2 Normal Probability Plot lampu Metal Halide

Gambar 4.2 menunjukkan titik merah merupakan variabel residual konsumsi bahan bakar yang mengikuti garis melintang yang menandakan bahwa data residual tersebut berdistribusi normal. Variabel residual adalah perbedaan antara variabel tak bebas Y dengan Y prediksi. Yang dimaksud dengan Y prediksi adalah nilai Y berdasarkan hasil persamaan regresi. Dalam hal ini variabel tak bebas Y adalah konsumsi bahan bakar.

Selanjutnya yaitu uji heteroskeditas, untuk memeriksa apakah ada gejala heteroskeditas diperiksa dengan gambar *versus Fits* yang ditampilkan pada *software Minitab 16* yaitu ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik *Versus Fits* lampu *Metal Halide*

Pada Gambar 4.3 tersebut terlihat bahwa variabel residual pada grafik *Versus Fits* menyebar ada yang berada diatas dan dibawah garis nol, menunjukkan bahwa tidak ada gejala Heteroskeditas atau memiliki varian yang konstan. Gejala Heteroskeditas ditunjukkan dengan variabel residual yang tidak menyebar rata dan membentuk pola tertentu.

Asumsi klasik yang harus dipenuhi berikutnya adalah uji Multikolinieritas atau ada tidaknya hubungan linier antar variabel bebas yang digunakan dalam model regresi. Pemeriksaan asumsi Multikolinieritas berdasarkan nilai Vif yang ditampilkan pada *software Minitab 16*, seperti pada gambar 4.4.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0.067000	0.005612	11.94	0.053	
Daya Metal Halide (X1)	0.00002767	0.00000173	15.97	0.040	1.000

Gambar 4.4 Statistik koefisien regresi *Metal Halide*

Pada gambar 4.4 merupakan hasil dari uji regresi, dimana ditampilkan nilai-nilai koefisien regresi. Nilai Vif harus kurang dari 5 agar bisa dikatakan tidak memiliki gejala multikolinieritas. Pada gambar 4.4 menunjukkan nilai Vif = 1.000, atau Vif < 5.

Setelah uji asumsi klasik terpenuhi, selanjutnya dilihat kebaikan model persamaan regresi berdasarkan nilai R-Sq.

$$S = 0.00367423 \quad R\text{-Sq} = 99.6\% \quad R\text{-Sq}(\text{adj}) = 99.2\%$$

Gambar 4.5 Statistika model regresi *Metal Halide*

Kebajikan model regresi ditunjukkan oleh nilai R-Sq. Model dikatakan baik apabila memiliki nilai R-Sq mendekati 100%. Pada gambar 4.5 menunjukkan nilai R-Sq = 99.9%

Untuk melihat pengaruh variabel bebas terhadap variabel tidak bebas dapat dilihat dari Uji F Regresi. Pada *software Minitab 16*, Uji F regresi hasilnya adalah berupa nilai P pada gambar 4.6. Variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap variabel tidak bebas apabila nilai  $P < 5\%$ .

**Analysis of Variance**

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.0034445	0.0034445	255.15	0.040
Residual Error	1	0.0000135	0.0000135		
Total	2	0.0034580			

Gambar 4.6 *Analysis of Variance Regresi Metal Halide*

Pada gambar 4.6 nilai P adalah 0.040 berarti  $P < 5\%$ . Sehingga variabel bebas besar daya lampu memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi bahan bakar.

Setelah dipenuhi asumsi klasik regresi dan diperiksa kebaikan model dan signifikan atau tidaknya antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas, maka model persamaan pada hasil regresi tersebut dapat digunakan untuk melakukan ekstrapolasi untuk mengetahui konsumsi bahan bakar untuk besar daya lampu tertentu. Dari analisa regresi dimodelkan hubungan antara besarnya daya lampu *Metal Halide* dan konsumsi bahan bakarnya seperti rumusan berikut.

The regression equation is

$$\text{Konsumsi Bahan Bakar 1 (Y1)} = 0.0670 + 0.000028 \text{ Daya Metal Halide (X1)}$$

Gambar 4.7 Model regresi bahan bakar *Metal Halide*

Persamaan pada gambar 4.7 tersebut adalah  $Y_1 = 0.0670 + 0.000028 X_1$ . Persamaan tersebut selanjutnya disebut persamaan 1.

#### 4.2.2 Analisa Regresi Konsumsi Bahan Bakar *Genset* pada Pembebanan Lampu LED

Dalam analisa regresi ini terdapat 2 variabel yang digunakan yaitu besarnya daya lampu LED sebagai variabel bebas  $X_2$  dan konsumsi bahan bakar sebagai variabel tak bebas  $Y_2$ . Langkah pengujiannya sama dengan point 4.2.1, dimana dalam mengerjakan analisa regresi ini menggunakan *software Minitab 16*. Gambar 4.8 berikut merupakan hasil analisa regresi.

##### Regression Analysis: Konsumsi Bahan Bakar 2 (Y2) versus Daya LED (X2)

The regression equation is

Konsumsi Bahan Bakar 2 (Y2) = 0.0693 + 0.000080 Daya LED (X2)

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0.069333	0.001247	55.59	0.011	
Daya LED (X2)	0.00008000	0.00000577	13.86	0.046	1.000

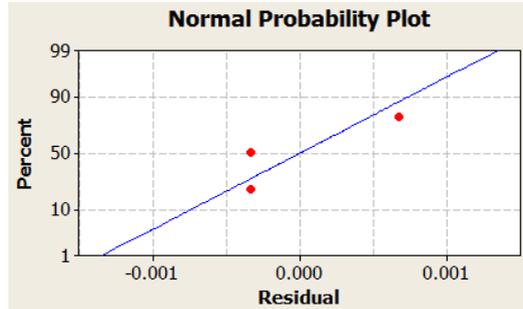
S = 0.000816497 R-Sq = 99.5% R-Sq(adj) = 99.0%

##### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00012800	0.00012800	192.00	0.046
Residual Error	1	0.00000067	0.00000067		
Total	2	0.00012867			

Gambar 4.8 Hasil analisa regresi bahan bakar LED menggunakan *software Minitab 16*

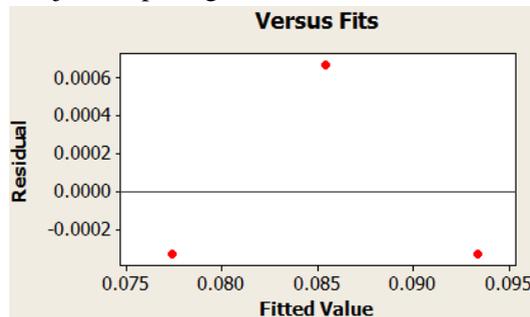
Untuk meyakinkan bahwa hasil regresi tersebut dapat digunakan, maka diperiksa apakah data tersebut sudah memenuhi uji asumsi klasik statistika regresi yaitu **asumsi normalitas**, **asumsi multikolinieritas** dan **asumsi heteroskeditas**. Untuk memeriksa asumsi-asumsi tersebut menggunakan Plot yang ditampilkan pada *software Minitab 16* sebagai berikut.



Gambar 4.9 Normal Probability Plot LED

Pada gambar 4.9 menunjukkan titik-titik merah variabel residual berdistribusi normal karena mengikuti garis melintang pada Normal Probability Plot.

Kemudian uji Heteroskeditas dengan melihat grafik *Versus Fits* yang juga merupakan keluaran dari *software Minitab16*, ditunjukkan pada gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik Versus Fits LED

Pada Gambar 4.10 tersebut terlihat bahwa variabel residual pada grafik *Versus Fits* menyebar ada yang berada diatas dan dibawa garis nol, menunjukkan bahwa tidak ada gejala Heteroskeditas.

Kemudian dilakukan uji Multikolinieritas berdasarkan nilai Vif yang tercantum pada bagian statistika koefisien regresi pada keluaran *software Minitab 16*.

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0.069333	0.001247	55.59	0.011	
Daya LED (X2)	0.00008000	0.00000577	13.86	0.046	1.000

Gambar 4.11 Statistik koefisien regresi LED

Pada gambar 4.11 menunjukkan nilai Vif = 1.000, atau  $Vif < 5$ . Sehingga tidak ada gejala Multikolinieritas.

Tahap selanjutnya adalah diperiksa kebaikan model regresi dari analisa regresi yang telah dilakukan dengan melihat pada bagian Statistika model regresi seperti gambar 4.12 berikut.

S = 0.000816497    R-Sq = 99.5%    R-Sq(adj) = 99.0%

Gambar 4.12 Statistika model regresi LED

Nilai R-Sq pada gambar 4.12 adalah 99.5% yang berarti pada model persamaan regresi  $Y_2$  dapat dijelaskan oleh variabel bebas  $X_2$  secara serentak atau simultan, sedangkan sisanya ( $100\% - 99.5\% = 0.5\%$ ) dijelaskan oleh variabel lain diluar model yang tidak diteliti.

Tahap berikutnya pemeriksaan hubungan antara variabel bebas besarnya daya lampu LED dan variabel tak bebas konsumsi bahan bakar apakah berpengaruh signifikan atau tidak. Dapat dilihat pada bagian ANOVA (*Analisis of Variance*) pada *software Minitab 16* seperti pada gambar 4.13.

#### Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0.00012800	0.00012800	192.00	0.046
Residual Error	1	0.00000067	0.00000067		
Total	2	0.00012867			

Gambar 4.13 *Analysis of Variance* LED

Yang menunjukkan signifikan atau tidaknya hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas adalah nilai P. Nilai  $P < 5\%$  menunjukkan hubungan yang signifikan. Pada hasil analisa regresi tersebut menunjukkan nilai  $P = 0.046$  atau  $P < 5\%$ .

Setelah dipenuhi asumsi klasik regresi dan diperiksa kebaikan model dan signifikan atau tidaknya antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas, maka model persamaan pada hasil regresi tersebut dapat digunakan untuk melakukan ekstrapolasi. Ekstrapolasi dilakukan untuk mengetahui konsumsi bahan bakar untuk jumlah lampu tertentu. Dari hasil regresi *software Minitab 16* untuk hubungan antara besarnya daya lampu LED dan konsumsi bahan bakarnya didapat rumusan seperti pada gambar 4.14.

The regression equation is  
 Konsumsi Bahan Bakar 2 (Y2) = 0.0693 + 0.000080 Daya LED (X2)

Gambar 4.14 Model regresi bahan bakar LED

Dari model regresi tersebut didapatkan persamaan  $Y_2 = 0.0693 + 0.000080 X_2$ . Persamaan tersebut selanjutnya disebut persamaan 2.

#### 4.2.3 Persamaan konsumsi bahan bakar *Genset*

Dari persamaan 1 dan persamaan 2 yang didapat dari hasil regresi tersebut kemudian dijumlahkan untuk menemukan persamaan total konsumsi bahan bakar *Genset* untuk penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan lampu LED. Seperti yang dijabarkan dibawah ini :

$$\begin{aligned} Y_{\text{genset}} &= Y_1 + Y_2 \\ &= (0.0670 + 0.000028 X_1) + (0.0693 + 0.000080 X_2) \\ &= 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2 \end{aligned}$$

Persamaan  $Y_{\text{genset}} = 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2$  ini selanjutnya disebut persamaan 3. Dari persamaan 3 maka akan digunakan untuk memprediksi jumlah konsumsi bahan bakar *Genset*. Berikut ini akan dijabarkan prediksi konsumsi bahan bakar *Genset* saat dipakai untuk menyalakan lampu *Metal Halide* saja, lampu LED, dan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED.

❖ Prediksi bahan bakar *Genset* saat dipakai menyalakan lampu *Metal Halide*.

Dengan menggunakan persamaan 3 yaitu  $Y_{\text{genset}} = 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2$ , dapat dicari nilai konsumsi bahan bakar ( $Y_{\text{genset}}$ ) dengan mensubstitusikan nilai daya lampu *Metal Halide* ( $X_1$ ) tertentu dan nilai daya lampu LED ( $X_2$ ). Misal sebagai berikut :

Mencari konsumsi bahan bakar *Genset* saat digunakan untuk menyalakan 10 lampu *Metal Halide* saja.

Daya 1 lampu *Metal Halide* = 1500 Watt

Daya 10 lampu *Metal Halide* = 1500 x 10 Watt  
= 15000 Watt

Maka,

$X_1 = 15000$  Watt

$X_2 = 0$  Watt

$Y_{\text{genset}} = 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2$   
 $= 0.1363 + (0.000028 \times 15000) + (0.000080 \times 0)$   
 $= 0.1363 + 0.4200 + 0$   
 $= 0.5563$

Jadi untuk menyalakan 10 lampu *Metal Halide*, diprediksi akan mengkonsumsi bahan bakar sebesar 0.5563 liter/5menit. Pada tabel 4.8 ditampilkan konsumsi bahan bakar saat digunakan untuk menyalakan lampu *Metal Halide* dengan jumlah tertentu.

**Tabel 4.8** Prediksi konsumsi bahan bakar saat digunakan untuk menyalakan lampu Metal Malide saja

<i>Metal Halide</i>			Konsumsi Bahan Bakar ( $Y_{\text{genset}}$ ) (liter/5menit)
Jumlah	Daya ( $X_1$ ) Watt	Fluks Cahaya <i>Lux</i>	
1	1500	589	0.1783
2	3000	1178	0.2203
3	4500	1767	0.2623
4	6000	2356	0.3043

5	7500	2945	0.3463
6	9000	3534	0.3883
7	10500	4123	0.4303
8	12000	4712	0.4723
9	13500	5301	0.5143
10	15000	5890	0.5563
15	22500	8835	0.7663
20	30000	11780	0.9763
25	37500	14725	1.1863

Berdasarkan tabel 4.8 diatas dapat dilihat hubungan antara penambahan lampu atau penambahan beban lampu *Metal Halide* pada *Genset* akan membutuhkan konsumsi bahan bakar yang lebih besar pula.

❖ Prediksi bahan bakar *Genset* saat dipakai menyalakan lampu LED.

Dengan menggunakan persamaan 3 yaitu  $Y_{total} = 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2$ , dapat dicari nilai konsumsi bahan bakar ( $Y_{genset}$ ) dengan mensubstitusikan nilai daya lampu *Metal Halide* ( $X_1$ ) tertentu dan nilai daya lampu LED ( $X_2$ ). Misal sebagai berikut :

Mencari konsumsi bahan bakar *Genset* saat digunakan untuk menyalakan 10 lampu LED saja.

Daya 1 lampu LED = 1500 Watt

Daya 10 lampu LED = 100 x 10 Watt

= 1000 Watt

Maka,

$X_1 = 0$  Watt

$X_2 = 1000$  Watt

$Y_{genset} = 0.1363 + 0.000028 X_1 + 0.000080 X_2$   
 $= 0.1363 + (0.000028 \times 0) + (0.000080 \times 1000)$   
 $= 0.1363 + 0 + 0.0800$   
 $= 0.2163$

Jadi untuk menyalakan 10 lampu LED diprediksi akan mengkonsumsi bahan bakar sebesar 0.2163 liter/5menit. Pada tabel 4.9 ditampilkan konsumsi bahan bakar saat digunakan untuk menyalakan lampu LED dengan jumlah tertentu.

**Tabel 4.9** Prediksi konsumsi bahan bakar *Genset* saat digunakan untuk menyalakan lampu LED saja

LED			Konsumsi Bahan Bakar ( $Y_{genset}$ ) (liter/5menit)
Jumlah	Daya ( $X_2$ ) Watt	Fluks Cahaya Lux	
1	100	129	0.1443
2	200	258	0.1523
3	300	387	0.1603
4	400	516	0.1683
5	500	645	0.1763
6	600	774	0.1843
7	700	903	0.1923
8	800	1032	0.2003
9	900	1161	0.2083
10	1000	1290	0.2163
15	1500	1935	0.2563
20	2000	2580	0.2963
25	2500	3225	0.3363

Berdasarkan tabel 4.9 diatas dapat dilihat hubungan antara penambahan lampu atau penambahan beban lampu LED kepada *Genset* akan membutuhkan konsumsi bahan bakar yang lebih besar pula.

Apabila dilihat pada tabel 4.8 dan tabel 4.9, dengan besar fluks yang hampir sama yaitu antara 2 lampu *Metal Halide* sebesar 1178 lux dan 9 lampu LED sebesar 1161 lux, maka lampu LED memiliki konsumsi bahan bakar yang lebih rendah yaitu 0.2083 liter/5 menit dibanding lampu *Metal Halide* 0.2203 liter/5 menit.

#### 4.2.4 Konsumsi Bahan Bakar Kombinasi Lampu *Metal Halide* dan LED

Dalam menentukan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED diperlukan acuan sebagai batasan. Sesuai batasan masalah bahwa eksperimen ini ditujukan untuk kapal perikanan dengan ukuran 16 GT yang menggunakan *Purse seine*, maka sesuai Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia nomor 18/Permen-KP/2013 tentang Alat Bantu Penangkapan Ikan terdapat aturan yaitu : Kapal dengan ukuran 10-30GT dengan Alat bantu penangkap ikan berupa *Purse Seine* dengan ukuran tali ris atas  $\leq 400$  m dan mesh size  $\geq 1$  inch dengan jalur penangkapan diatas 12 mil maka hanya diperbolehkan menggunakan alat bantu penangkap ikan (ABPI)  $\leq 8000$  Watt. Mengacu dan menaati peraturan tersebut maka penggunaan kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED sebagai alat bantu penangkap ikan harus kurang dari sama dengan 8000 Watt.

Kombinasi penggunaan lampu *Metal Halide* dan LED juga ditentukan berdasarkan pada total besar fluks yang hampir sama atau mendekati sama. Besar fluks cahaya lampu *Metal Halide* dan LED pada jarak 4 meter seperti tabel 4.10 seperti berikut.

**Tabel 4.10** Fluks cahaya

Fluk cahaya pada medium udara diukur pada jarak 4 m	
1 <i>Metal Halide</i> (MH)	1 LED
<i>lux</i>	<i>lux</i>
589	129
Perbandingan MH / LED	
5	: 1

Dengan lampu *Metal Halide* yang tersedia sekarang adalah 1500 Watt dan LED yang tersedia sekarang adalah 100 Watt, maka berikut adalah contoh konsumsi bahan bakar dari lampu kombinasi, yaitu kombinasi 5 lampu *Metal Halide* dan 5 lampu LED.

$$\begin{aligned}
 \text{Fluks 5 lampu } \textit{Metal Halide} &= 5 \times \text{Fluks 1 lampu } \textit{Metal Halide} \\
 &= 5 \times 589 \text{ lux} \\
 &= 2945 \text{ lux} \\
 \text{Fluks 5 lampu LED} &= 5 \times \text{Fluks 1 lampu LED} \\
 &= 5 \times 129 \text{ lux} \\
 &= 645 \text{ lux} \\
 \text{Total Fluks lampu kombinasi} &= \text{Fluks 5 lampu } \textit{Metal Halide} + \\
 &\quad \text{Fluks 5 lampu LED} \\
 &= 2945 + 645 \text{ lux} \\
 &= 3590 \text{ lux} \\
 \text{Daya 5 lampu } \textit{Metal Halide} &= 5 \times \text{Daya 1 lampu } \textit{Metal Halide} \\
 &= 5 \times 1500 \text{ Watt} \\
 &= 7500 \text{ Watt} \\
 \text{Daya 5 lampu LED} &= 5 \times \text{Daya 1 lampu LED} \\
 &= 5 \times 100 \text{ Watt} \\
 &= 500 \text{ Watt} \\
 \text{Konsumsi bahan bakar } Y_{\text{genset}} &= 0.1363 + 0.000028X_1 + 0.00008X_2 \\
 &= 0.1363 + (0.000028 \times 7500) + \\
 &\quad (0.00008 \times 500) \\
 &= 0.1363 + 0.2100 + 0.0400 \\
 &= 0.3863 \text{ liter/5menit}
 \end{aligned}$$

Berikut tabel 4.11 menampilkan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar *Genset* sesuai kombinasi lampu *Metal Halide* dan LED.

**Tabel 4.11** Hasil perhitungan prediksi konsumsi bahan bakar lampu kombinasi

Jumlah lampu		Daya <i>Watt</i>	Fluk Cahaya <i>Lux</i>	Konsumsi bahan bakar liter/5menit
MH	LED			
5	5	8000	3590	0.3863
4	10	7000	3646	0.3843
3	15	6000	3702	0.3823
2	20	5000	3758	0.3803
1	25	4000	3814	0.3783

Dari tabel 4.11 menunjukkan hubungan antara Daya lampu sebagai beban *Genset* berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar *Genset*. Semakin kecil daya pembebanan *Genset* maka semakin kecil pula konsumsi bahan bakar *Genset*.

#### 4.2.5 Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar *Genset* selanjutnya dibandingkan ketika hanya menggunakan lampu metal halide saja, lampu LED saja, serta lampu kombinasi *Metal Halide* dan LED. Dalam Hal ini batasan untuk membandingkan adalah besar fluks cahayanya. Dihitung pula konsumsi bahan bakar per *trip* dengan estimasi penyalaan lampu selama 8 jam dan pertahun dengan estimasi 365 hari. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut.

**Tabel 4.12** Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar *Genset*

Jumlah lampu		Total Daya	Fluk Cahaya	Konsumsi bahan bakar	Konsumsi bahan bakar sekali trip (8 jam)	Konsumsi Bahan Bakar per tahun	Potensi penghematan
MH	LED	Watt	Lux	liter/5menit	liter	liter	%
6	0	9000	3534	0.388	37.28	13606.03	
5	5	8000	3590	0.386	37.08	13535.95	0.52
4	10	7000	3646	0.384	36.89	13465.87	1.03
3	15	6000	3702	0.382	36.70	13395.79	1.55
2	20	5000	3758	0.380	36.51	13325.71	2.06
1	25	4000	3814	0.378	36.32	13255.63	2.58
0	30	3000	3870	0.376	36.12	13185.55	3.09

Pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa selama satu tahun saat menggunakan 6 lampu *Metal Halide* dengan total daya 9000 watt, maka *Genset* akan menghabiskan bahan bakar 13606.03 liter, sedangkan saat menggunakan 30 lampu LED dengan total daya 3000 Watt akan menghabiskan bahan bakar sebesar 13185.55 liter, atau telah menghemat bahan bakar sebesar 3.09%. Demikian pula saat menggunakan kombinasi 1 lampu *Metal Halide* dan 25 lampu LED dengan total daya 4000 Watt menghabiskan 13255.63 liter, atau telah menghemat bahan bakar sebesar 2.58%.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*