

Analisis Pengaruh Medium Perambatan terhadap Intensitas Cahaya Lacuba (Lampu Celup Bawah Air)

Ferdi Setiawan¹, Sri Ratna Sulistiyanti², Ageng Sadnowo³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung
Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung 35145

¹ferdisetiawan99@gmail.com

²sr_sulistiyanti@yahoo.com

³agengsadnowo@gmail.com

Intisari- Dalam penelitian ini, telah dilakukan pengukuran nilai intensitas Lacuba (Lampu Celup Bawah Air) pada 3 medium berbeda dengan menggunakan luxmeter. Penelitian dilakukan dengan mengamati perubahan intensitas cahaya lacuba dengan merubah tingkat ketebalan atau jarak medium perantara. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh perubahan medium perantara terhadap perubahan intensitas cahaya pada masing-masing warna lacuba. Penelitian ini menemukan adanya hubungan yang linear antara intensitas cahaya dengan ketebalan medium perantara dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,968. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penurunan nilai intensitas cahaya yang terbesar terjadi pada air laut yaitu sebesar 0,89 lux/cm, dan yang terkecil di udara yaitu sebesar 0,86 lux/cm. Kekurangan daya yang dibutuhkan pada air laut adalah sebesar 14,6% dibandingkan saat Lacuba berada di air tawar (PDAM).

Kata Kunci- Medium, Perambatan, Intensitas Cahaya, Lacuba, Akuarium.

Abstract- This research, it has been done the measuring process to know intensity of Lacuba (Submersible Underwater Lights) in three different media by using luxmetre. The study was conducted by observing changes in light intensity of Lacuba by changing the thickness or distance of medium level. The result showed that the changing of the medium level is effected the light intensity in each color of Lacuba. This Research found a linear relation between the intensity of light with the thickness of medium level with coefficient correlation value of 0.968. The result also showed that the decrease of light intensity value was greater in the sea water for 0.89 lux/cm, while the air was lesser for 0.86 lux/cm. Shortage of power required in sea water was at 14.6 % compared to when Lacuba was in freshwater (PDAM).

Key words- Medium, Propagation, Light Intensity, Lacuba, Aquarium

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dilihat dari kondisi geografisnya terdiri dari beribu-ribu pulau, yaitu sekitar 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km. Tersebar dari Sabang sampai Merauke. Wilayah laut seluas 5,8 juta km persegi atau 70 % luas seluruh wilayah Indonesia. Sehingga negara Indonesia disebut sebagai Negara Maritim. Kondisi alam seperti itu, menyebabkan mayoritas mata pencaharian masyarakat indonesia adalah

sebagai nelayan, khususnya yang tinggal di daerah pesisir pantai. Masyarakat nelayan umumnya adalah nelayan kecil. Permasalahan yang sering dihadapi mereka adalah perolehan tangkapan ikan yang sedikit dan kurang berkualitas, sementara modal untuk melaut cukup besar. Menurut Data Badan Pusat Statistik mencatat jumlah nelayan miskin di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 7,87 juta orang atau 25,14% dari total penduduk miskin nasional yang mencapai 31,02 juta orang.

Dari kondisi diatas diperlukan suatu penelitian dan pengembangan peralatan yang diperlukan oleh nelayan. Salah satu alat yang ada dan sangat populer serta diminati oleh para nelayan adalah Lampu celup bawah air (Lacuba) yang berfungsi untuk penerangan dalam proses penangkapan ikan dan sebagai penarik perhatian ikan sehingga ikan berkumpul mendekati cahaya lampu, sehingga memudahkan menjaringnya dan nelayan dapat meningkatkan hasil tangkapannya dua kali lipat. Namun lacuba tidak bisa digunakan oleh semua nelayan karena harus berdasarkan karakteristik wilayah tangkapan dan harganya pun cukup mahal bagi nelayan kecil. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dibuat seperangkat lampu celup bawah air (Lacuba) dengan menggunakan lampu LED yang akan menghemat listrik dan dapat mengurangi harga jual lacuba ini.

Teknologi lacuba ini menggunakan intensitas cahaya untuk menarik perhatian ikan. Teknologi penangkapan ikan menggunakan alat bantu cahaya sering disebut sebagai *light fishing*. Sumber cahaya yang digunakan lampu LED yang disusun sehemat dan seefektif mungkin. Cahaya digunakan untuk menarik dan mengkonsentrasikan kawanan ikan pada *catchable area* yang selanjutnya dengan menggunakan alat tangkap tertentu untuk menangkapnya. Setiap intensitas cahaya yang digunakan oleh nelayan berbeda-beda tergantung pada jenis alat tangkap, spesies target, *fishing ground*, dan kemampuan finansial dari nelayan.

II. TEORI DASAR

A. Sejarah Penggunaan Cahaya Untuk Penangkapan Ikan

Penggunaan cahaya listrik dalam skala industri penangkapan ikan pertama kali dilakukan di Jepang pada tahun 1900 untuk menarik perhatian berbagai jenis

ikan, kemudian berkembang dengan pesat setelah Perang Dunia II. Di Norwegia penggunaan lampu berkembang sejak tahun 1930 dan di Uni Soviet baru mulai digunakan pada tahun 1948 (Nikonorov, 1975).

B. Respon Organisme Laut Terhadap Cahaya

Ikan mendekati cahaya lampu karena ikan tersebut memang bersifat fototaksis positif. Faktor- faktor yang mempengaruhi fototaksis pada ikan dibedakan menjadi 2 yaitu:

1) Faktor Internal

- Jenis kelamin : beberapa ikan betina bersifat fototaksis negatif ketika matang gonad, sedangkan untuk ikan jantan pada jenis yang sama akan bersifat fototaksis positif ketika matang gonad.
- Penuh atau tidak penuhnya perut ikan : ikan yang sedang lapar lebih bersifat fototaksis positif daripada ikan yang kenyang.

2) Faktor External

- Suhu air : ikan akan mempunyai sifat fototaksis yang kuat ketika berada pada lingkungan dengan suhu air yang optimal (sekitar 28 °C).
- Tingkat cahaya lingkungan : kondisi diwaktu siang hari atau pada saat bulan purnama akan mengurangi sifat fototaksis pada ikan.
- Intensitas dan warna sumber cahaya : jenis ikan yang berbeda akan berbeda maka akan berbeda juga cara merespon intensitas dan warna cahaya yang diberikan.
- Ada atau tidaknya makanan : ada beberapa jenis ikan akan bersifat fototaksis apabila terdapat makanan, sedangkan jenis ikan yang lain akan berkurang sifat fototaksisnya.
- Kehadiran predator akan mengurangi sifat fototaksis pada ikan.

C. Panjang Gelombang Cahaya

Nicol (1963) telah melakukan suatu kajian khusus mengenai penglihatan dan penerimaan cahaya oleh ikan dan menyimpulkan bahwa mayoritas mata ikan laut sangat tinggi sensitifitasnya terhadap cahaya. Menurutny juga bahwa tidak semua cahaya dapat diterima oleh mata ikan. Cahaya yang dapat diterima memiliki panjang gelombang pada interval 400 – 750 μm (Mitsugi 1974; Nikonorov 1975). Penetrasi cahaya dalam air sangat erat hubungannya dengan panjang gelombang yang dipancarkan oleh cahaya tersebut. Semakin besar panjang gelombangnya maka semakin kecil daya tembusnya kedalam perairan.

Tabel I. Tabel Panjang Gelombang Dari Beberapa Warna Cahaya

No	Warna	Panjang gelombang (nm)
1	Violet	3.900-4.550
2	Biru	4.550-4.920
3	Hijau	4.920-5.770
4	Kuning	5.770-5.970
5	Orange	5.970-6.220
6	Merah	6.220-7.700

Sumber: Ben-Yami (1987)

D. Mekanisme Absorpsi Organisme Laut Terhadap Cahaya

Organisme seluler maupun organisme multiseluler khususnya organisme yang bersifat fototaksis mempunyai bentuk yang tetap, terpolarisasi dan berbentuk spiral. Signal atau rangsangan cahaya dapat diterima langsung dengan memicu ion, *adelylyl cyclases* atau disebut *trimetik G-protein* (Jekely, 2010).

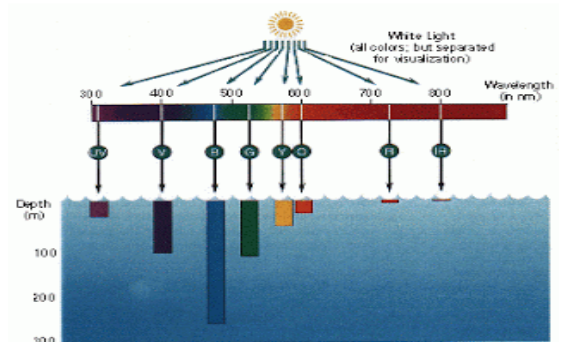
Peristiwa penyerapan cahaya pada ikan untuk berkumpul dibedakan menjadi 2 yaitu:

- 1) Peristiwa langsung yaitu peristiwa dimana ikan berkumpul disebabkan karena tertarik cahaya lampu yang digunakan.
- 2) Peristiwa tidak langsung yaitu peristiwa dimana ikan berkumpul karena ikan mencari makanan yang disebabkan oleh

adanya plankton dan ikan kecil yang terpikat cahaya.

E. Pengaruh Cahaya Terhadap Warna dan Lapisan Kedalaman Laut

Cahaya matahari merupakan gabungan cahaya dengan panjang gelombang dan spektrum warna yang berbeda-beda (Sears, 1949; Nybakken, 1998; alpen,1990). Bagian-bagian yang berbeda spektrum tampak menimbulkan warna yang berbeda. Panjang gelombang untuk warna-warna yang berbeda juga berbeda. Berikut ini adalah Gambar 1 tentang kedalaman cahaya menembus laut.



Gbr. 1 Kedalaman cahaya menembus laut

Dengan demikian, terciptalah kegelapan warna cahaya matahari di lautan secara berlapis-lapis, yang disebabkan air menyerap warna pada kedalaman yang berbeda-beda. Keggelapan di laut dalam semakin bertambah seiring kedalaman laut, hingga didominasi kegelapan pekat yang dimulai dari kedalaman lebih dari 200 meter.

F. LED (Light Emitting Diode)

LED (*Light Emitting Diode*) adalah suatu semikonduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Keunggulan teknologi LED antara lain:

- Intensitas dan terang yang tinggi
- Efisiensi tinggi
- Kebutuhan tegangan dan arus yang rendah
- Sangat handal (tahan terhadap goncangan dan getaran)

- Tidak memancarkan sinar UV (Ultraviolet)
- Mudah dikontrol dan deprogram

G. Luxmeter

Luxmeter merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kuat penerangan pada daerah tertentu. Hasil pengukuran disajikan bisa dalam bentuk digital maupun analog. Komponen alat ini terdiri dari sebuah sensor dengan sel foto dan layar panel. Gambar 2 dibawah ini merupakan gambar luxmeter

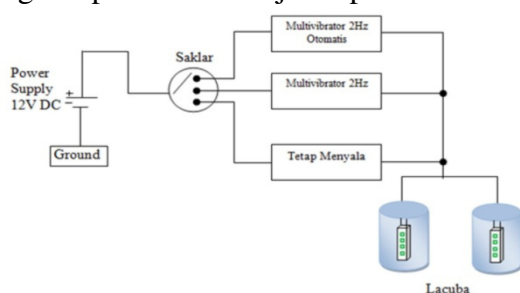


Gbr. 2 Seperangkat luxmeter

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Block Diagram

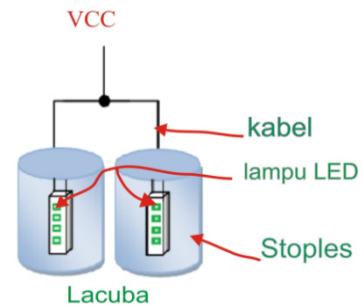
Dalam penelitian ini sangat dibutuhkan blok diagram agar dapat mempermudah untuk mengerjakan skripsi yang dikerjakan. Block diagram penelitian disajikan pada Gambar 3.



Gbr. 3 Block diagram sistem

B. Desain Lacuba

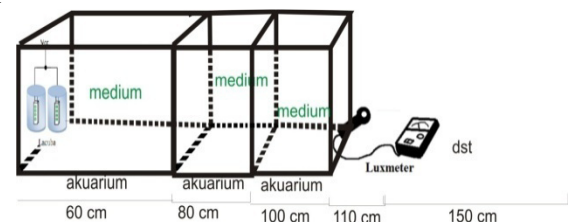
Pada lacuba yang akan dibuat memiliki rangkaian yang menghubungkan antara LED agar dapat menyala dengan efektif dan efisien terhadap daya yang digunakan. Gambar 4 dibawah ini merupakan desain lacuba yang akan dibuat.



Gbr. 4 Desain lacuba

C. Pengujian Intensitas Lacuba

Metode pada penelitian ini adalah mengukur nilai intensitas cahaya maksimal yang dihasilkan pada lacuba dengan berbagai macam medium perantara dengan satu buah akuarium yang tetap dan jarak yang berubah – ubah. Berikut ini kerangka pemikiran cara pengukuran nilai intensitas cahaya terlihat pada Gambar 5.

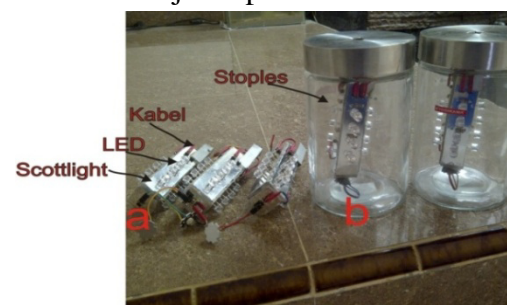


Gbr. 5 Metode pengukuran intensitas cahaya

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lacuba

Lampu Celup Bawah Air (Lacuba) yang telah dibuat disajikan pada Gambar 6.



Gbr. 6 Lacuba yang dibuat

B. Data Hasil Penelitian

Lacuba tersusun dari LED dengan jumlah yang bervariasi. Terdapat 5 warna lacuba yang dibuat, yaitu warna merah, warna hijau, warna putih, warna biru, dan warna kuning. Berikut ini adalah hasil pengukuran nilai

intensitas cahaya LED pada masing masing warna lacuba.

C. Pengukuran Dengan Intensitas Cahaya Lacuba

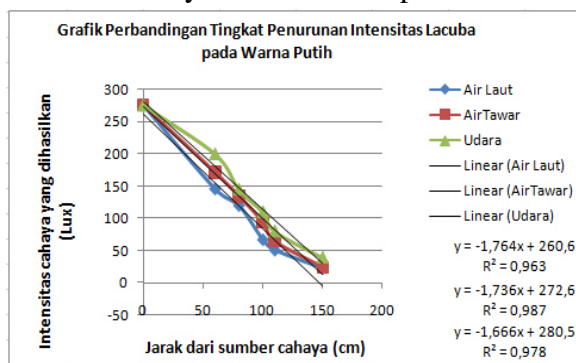
Pada saat pengukuran lacuba dengan jumlah LED sebanyak 8 buah yang dihubungkan dengan aki merk GS astra dengan besar tegangan 12 V DC dengan arus 45 AH dan menghasilkan besar intensitas cahaya dalam besaran lux seperti pada dibawah ini.

1) Lacuba warna putih

Tabel 2. Besar Nilai Intensitas Cahaya Lacuba Warna Putih

No	Medium Perantara	Besarnya Nilai Rata -Rata Intensitas Lacuba Pada Jarak Yang Sudah Ditentukan (Lux)					
		0 cm	60 cm	80 cm	100 cm	110 cm	150 cm
1	Air Laut	275,7	145,7	120	67	50,8	22,3
2	Air Tawar	275,7	172	135	95	65	25
3	Udara	275,7	200	145	110	80	39

Dan dibawah ini adalah grafik nilai intensitas cahaya lacuba warna putih



Gbr. 7 Grafik nilai intensitas cahaya lampu LED lacuba warna putih

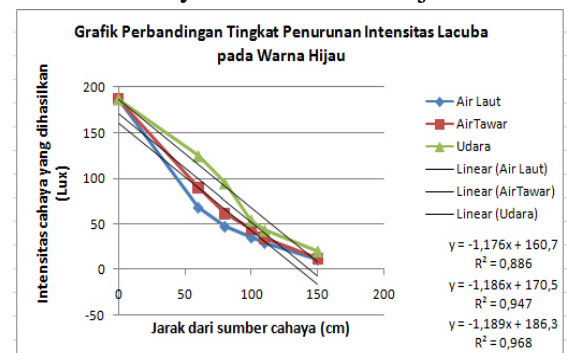
Data hasil pengukuran besarnya nilai intensitas lacuba warna putih diatas menerangkan bahwa hubungan antara nilai intensitas cahaya terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai regresinya adalah 0,973. Nilai ini dihitung dengan merata-ratakan besarnya nilai R^2 yang terlihat pada grafik di Gambar 7.

2) Lacuba warna hijau

Tabel 3. Besar Nilai Intensitas Cahaya Lacuba Warna Hijau

No	Medium Perantara	Besarnya Nilai Rata -Rata Intensitas Lacuba Pada Jarak Yang Sudah Ditentukan (Lux)					
		0 cm	60 cm	80 cm	100 cm	110 cm	150 cm
1	Air Laut	186,4	68	47	35	29	10,5
2	Air Tawar	186,4	90	62	44,3	34,8	12,35
3	Udara	186,4	125	95	54	43	20

Dan dibawah ini adalah grafik nilai intensitas cahaya lacuba warna hijau



Gbr. 8 Grafik nilai intensitas cahaya lampu LED lacuba warna hijau

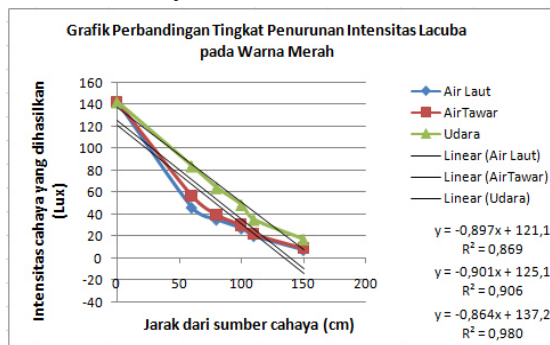
Data hasil pengukuran besarnya nilai intensitas lacuba warna hijau di atas menerangkan bahwa hubungan antara nilai intensitas cahaya terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai regresinya adalah 0,9. Nilai ini dihitung dengan merata-ratakan besarnya nilai R^2 yang dihasilkan pada saat pengolahan data dengan Ms. Excel yang terlihat pada grafik di Gambar 8.

3) Lacuba warna merah

Tabel 4. Besar Nilai Intensitas Cahaya Lacuba Warna Merah

No	Medium Perantara	Besarnya Nilai Rata -Rata Intensitas Lacuba Pada Jarak Yang Sudah Ditentukan (Lux)					
		0 cm	60 cm	80 cm	100 cm	110 cm	150 cm
1	Air Laut	142,6	46	35	27	20	7,15
2	Air Tawar	142,6	57	39,6	30	22	9
3	Udara	142,6	84	64,2	48,5	35	17

Dan dibawah ini adalah grafik nilai intensitas cahaya lacuba warna merah



Gbr. 9 Grafik nilai intensitas cahaya lampu LED lacuba warna merah

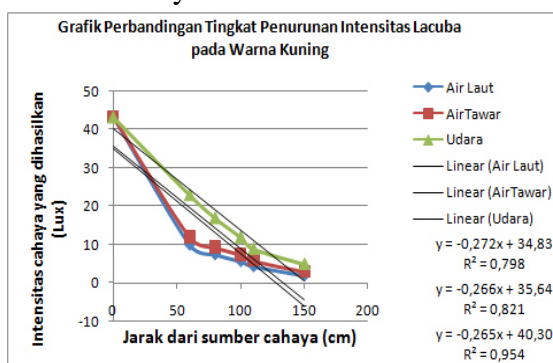
Data hasil pengukuran besarnya nilai intensitas lacuba warna merah di atas menerangkan bahwa hubungan antara nilai intensitas cahaya terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai regresinya adalah 0,92. Nilai ini dihitung dengan merata-ratakan besarnya nilai R^2 yang dihasilkan yang terlihat pada grafik di Gambar 9.

4) Lacuba warna kuning

Tabel 5. Besar Nilai Intensitas Cahaya Lacuba Warna Kuning

No	Medium Perantara	Besarnya Nilai Rata -Rata Intensitas Lacuba Pada Jarak Yang Sudah Ditentukan (Lux)					
		0 cm	60 cm	80 cm	100 cm	110 cm	150 cm
1	Air Laut	43,3	10	7,5	5,7	4,4	2
2	AirTawar	43,3	12	9,35	7,4	5,85	3
3	Udara	43,3	23	17	12	9	5

Dan dibawah ini adalah grafik nilai intensitas cahaya lacuba warna merah



Gbr. 10 Grafik nilai intensitas cahaya lampu LED lacuba warna kuning

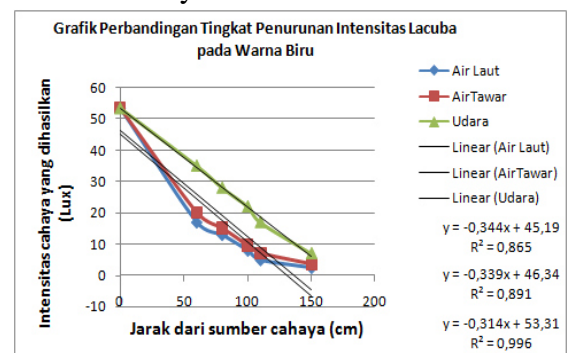
Data hasil pengukuran besarnya nilai intensitas lacuba warna kuning di atas menerangkan bahwa hubungan antara nilai intensitas cahaya terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai regresinya adalah 0,87. Nilai ini dihitung dengan merata-ratakan besarnya nilai R^2 yang dihasilkan pada saat pengolahan data dengan Ms. Excel yang terlihat pada grafik di Gambar 10.

5) Lacuba warna biru

Tabel 6. Besar Nilai Intensitas Cahaya Lacuba Warna Biru

No	Medium Perantara	Besarnya Nilai Rata -Rata Intensitas Lacuba Pada Jarak Yang Sudah Ditentukan (Lux)					
		0 cm	60 cm	80 cm	100 cm	110 cm	150 cm
1	Air Laut	53,4	17	13	8	5	2,5
2	Air Tawar	53,4	20	15	9,5	7	3,5
3	Udara	53,4	35	28	22	17	7

Dan dibawah ini adalah grafik nilai intensitas cahaya lacuba warna biru



Gbr. 11 Grafik nilai intensitas cahaya lampu LED lacuba warna biru

Data hasil pengukuran besarnya nilai intensitas lacuba warna biru di atas menerangkan bahwa hubungan antara nilai intensitas cahaya terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai regresinya adalah 0,92. Nilai ini dihitung dengan merata-ratakan besarnya nilai R^2 yang dihasilkan pada saat pengolahan data dengan

Ms. Excel yang terlihat pada grafik di Gambar 11.

D. Pembahasan

Pada pembahasan ini penulis menggunakan analisa dengan pendekatan yang ideal sehingga penulis tidak membahas secara terperinci terkait hambatan kaca akuarium yang menghalangi intensitas yang dihasilkan.

Peneliti mengolah data pada Tabel 2 untuk melihat grafik hubungan intensitas cahaya dengan variasi jarak. Pengolahan data menggunakan Ms. Excel 2007 sehingga menghasilkan grafik dan persamaan matematisnya seperti pada Gambar 7. Persamaan matematisnya ini diperoleh dengan menggunakan metode regresi linear sederhana. Pada grafik terlihat bahwa nilai R^2 untuk LED dengan berbagai jenis medium perantara seperti di air laut, air tawar, dan udara yang nilainya berturut-turut adalah 0,963, 0,987, dan 0,978. Dari nilai R^2 tersebut jika dirata-ratakan hasilnya adalah 0,973. Dari nilai rata – rata R^2 sebesar 0,973 maka dapat dicari besarnya nilai R sebagai koefisien korelasi dengan cara mengakarkan nilai R^2 . Sehingga besarnya koefisien korelasi (R) adalah 0,986. Menurut referensi *guilford empirical rules* bahwa jika nilai R lebih besar dari 0,7 hingga sama dengan 1 maka model regresi tersebut adalah linear. (Sarwono, 2006)

Dari pernyataan ini maka hubungan intensitas cahaya dengan jarak adalah linier. Dan dari nilai R^2 yang dihasilkan bisa dilihat persentase tingkat keterpengaruhannya antara intensitas cahaya dan jarak yaitu sebesar 98,6%.

Dari data persamaan yang dihasilkan dari analisa regresi dari ketiga jenis medium perantara yang diujicobakan tersebut dapat dilihat angka penurunan nilai intensitas cahaya untuk masing-masing medium perantara. Pada saat di udara dengan semua warna (putih, hijau, merah, kuning, dan biru)

mengalami penurunan sebesar 0,86, sedangkan pada air tawar mengalami penurunan sebesar 0,886, dan pada air laut mengalami penurunan sebesar 0,89. Dari data terlihat penurunan terbesar terdapat pada air laut, ini terjadi karena didalam air laut cahaya mengalami penghamburan yang cukup besar oleh material pada air laut yang lebih pekat dibandingkan dengan air tawar dan udara. Salah satu sifat cahaya sebagai gelombang adalah mengalami penghamburan cahaya oleh medium perantara yang besar kecilnya penghamburan itu tergantung dari kandungan material yang dimiliki oleh medium perantara tersebut. (Young, 2003)

Untuk melihat kebutuhan daya yang diperlukan agar nilai intensitas cahaya yang dihasilkan pada air laut itu sama dengan nilai intensitas cahaya pada air tawar maka dapat dilihat dengan membandingkan nilai intensitas cahayanya dengan jumlah LED yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan perbandingan intensitas yang dihasilkan oleh lacuba maka diperlukan penambahan daya sebesar 14,6% ketika lacuba dimasukkan kedalam air laut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian tentang nilai intensitas cahaya lampu LED terhadap berbagai macam medium, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Ada pengaruh perubahan ketebalan medium perantara terhadap perubahan intensitas lacuba dengan tingkat pengaruhnya sebesar 97,3%.
- 2) Pada saat di medium air tawar (PDAM) perubahan intensitas lacuba berkurang sebesar 0,886 lux/cm, pada saat di medium air laut perubahan intensitas lacuba berkurang sebesar 0,89 lux/cm, dan pada saat di medium udara perubahan intensitas lacuba berkurang sebesar 0,86 lux/cm.

- 3) Hubungan nilai intensitas cahaya LED terhadap jarak yang bervariasi adalah linear dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,968.
- 4) Hubungan linear antara intensitas cahaya dengan jarak atau ketebalan medium adalah berbanding terbalik, yang artinya semakin jauh jarak yang diberikan atau semakin tebal medium perantara dari sumber cahaya maka semakin kecil nilai intensitas lacuba yang dihasilkan.
- 5) LED warna putih memiliki nilai intensitas terbesar, baik pada jarak 60 cm atau pada jarak 150 cm dibandingkan dengan LED warna hijau, merah, kuning, dan biru.
- 6) Lacuba yang dimasukkan kedalam medium air laut membutuhkan penambahan daya sebesar 14,6% dibandingkan lacuba yang dimasukkan kedalam medium air tawar untuk mendapatkan nilai intensitas cahaya yang sama.

B. Saran

Dengan melihat ada beberapa kekurangan dalam pengoptimalan besarnya intensitas yang dihasilkan oleh LED maka penulis menyarankan untuk pembuatan lacuba dengan isolasi yang lebih rapat dan desain lacuba yang lebih bagus agar daya tembus cahaya yang dipancarkan oleh LED bisa lebih jauh serta penghamburan cahayanya lebih sedikit. Desain lacuba yang penulis buat berbentuk tabung sehingga cahaya menyebar dan daya tembusnya pendek. Penulis menyarankan juga untuk mengetahui variabel pengali dimasing-masing tempat penangkapan ikan, oleh karena dibutuhkan tempat pengambilan sample air laut yang lebih banyak untuk membandingkan dengan air murni (air tawar), sehingga daya yang dibutuhkan lacuba bisa diprediksi untuk beberapa tempat penangkapan ikan. Penulis mengambil sampel di pantai Queen Artha dekat penangkapan ikan Lempasing.

REFERENSI

- [1] Anongponyoskun, M., K.Awaiwanont., S. Ananpongsuk., S. Arnupapboon. 2011. Comparison of Different Light Spectra in Fishing Lamps. *Kasetsart J. (Nat. Sci.)* 45 : 856 - 862 (2011).
- [2] Asmara, A. 2005. *Hubungan struktur komunitas plankton dengan kondisi fisika-kimia perairan pulau pramuka dan pulau panggang, kepulauan seribu*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [3] Aslan, BK. 2011. *Kemampuan penglihatan mata ikan layur (trichiurus savala) dalam aplikasinya pada alat tangkap set net*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [4] C. Giancoli, Douglas. 2001. *Fisika Edisi Kelima*. Erlangga. Jakarta.
- [5] Fitri, A. D. P. 2008. *Respons penglihatan dan penciuman ikan kerapu terhadap umpan terkait dengan efektifitas penangkapan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Notanubun, J dan W. Patty. 2010. Perbedaan penggunaan intensitas cahaya lampu terhadap hasil tangkapan bagan apung di perairan selat rosenberg Kabupaten Maluku Tenggara Kepulauan Kei. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol. VI-3, Desember 2010*.
- [7] Rosyidah, I.N., A. Farid., W. A. N. 2011. Efektivitas alat tangkap mini purse seine menggunakan sumbercahaya berbeda terhadap hasil tangkap ikan kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan Vol. 3, No. 1, April 2011*. Hal 41-45
- [8] Sulaiman, M., I. Jaya., M.S. Baskoro. Studi tingkah laku ikan pada proses penangkapan dengan alat bantu cahaya suatu pendekatan akustik. *Ilmu Kelautan*. Maret 2006. Vol. 1 1 (1) : 31 – 36.
- [9] Sarwono, Jonathan. 2006. *Analisis Jalur untuk Riset Bisnis dengan SPSS*. Andi. Yogyakarta.
- [10] Utami, B. A. N. C. Saputro, dkk. 2009. *Kimia 2 : Untuk SMA/MA Kelas XI, Program Ilmu Alam*. Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta. 274 hlm.
- [11] Utami, E. 2006. *Analisis respons tingkah laku ikan pepetek (Secutor insidiator) terhadap intensitas cahaya berwarna*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- [12] Jekely, G. 2010. *Evolution of phototaxis*. *Phil.Trans.R.Soc. B*(2009)364, 2795–2808.
- [13] Krane, Kenneth S,dkk.1992. *Fisika Modern*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- [14] Young, Hugh D. 2003. *Fisika Universitas Jilid 2*. Erlangga. Jakarta.
- [15] Arifin. 2010. *Optimalisasi sistim pencahayaan ikan menggunakan lampu listrik dalam air bertenaga surya*. www.pustaka.ut.ac.id/dev25/.../fmipa201018.pdf. Diakses pada tanggal 29 juni 2013 pukul 01.43 WIB.
- [16] TriaWardhani. [http://triamegumi.blogspot.com /laporan-slm -luxmeter](http://triamegumi.blogspot.com/laporan-slm-luxmeter). Diakses pada tanggal 17 Oktober 2013 jam 05:15.