PERSAMAAN MATEMATIKA UNTUK MENENTUKAN SUDUT KEMIRINGAN TUDUNG LAMPU YANG DIGUNAKAN PADA PERIKANAN BAGAN

(Mathematical Formula for Calculating The Slope of Lamp Shade Used in Bagan Fisheries)

Oleh:

Gondo Puspito[1)]

ABSTRACT

The objective of this study is to find out formula for calculating the slope angle of lamp shade (α_{90}). Research was based on light illumination of 6 different lamps those were measured by lux meter with distance of 1 m. The result is :

$$\alpha_{90} = \frac{1}{2}.[tg^{-1}(\frac{H-h_s}{R_s-r_s}) + \beta_s] + \beta_s$$

where H is height of light source from water surface, h_s height of light source from reflector, R_s distance between light source and reflection light on water surface, r_s distance between light source and reflector, dan β_s angle between light and horizontal line.

Keywords: slope angle, light illumination, water surface, light source, and reflector.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mencari persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung sudut kemiringan tudung lampu (α_{90}). Penelitian didasarkan atas iluminasi cahaya 6 lampu berbeda yang diukur menggunakan luxmeter dengan jarak 1 m. Hasilnya adalah

$$\alpha_{90} = \frac{1}{2}.[tg^{-1}(\frac{H-h_s}{R_s-r_s}) + \beta_s] + \beta_s$$

H tinggi lampu dari permukaan air, h_s tinggi lampu dari pemantul, R_s jarak antara sumber cahaya dengan cahaya pantul di atas permukaan air, r_s jarak antara sumber cahaya dan bidang pantul, dan β_s sudut antara cahaya dan bidang horizontal.

Kata kunci: sudut kemiringan, iluminasi cahaya, permukaan air, sumber cahaya, dan pemantul.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perikanan bagan sangat mengandalkan cahaya sebagai alat bantu penangkapannya. Adanya cahaya mengakibatkan ikan-ikan yang tertarik pada cahaya atau menyenangi cahaya akan mendatangi dan berkumpul di sekitar bagan, sehingga mudah untuk ditangkap.

Jenis sumber cahaya yang umum dimanfaatkan nelayan adalah lampu petromaks dan lampu listrik. Jenis-jenis lampu listrik diantaranya adalah lampu pijar, lampu berpendar (neon dan TL) dan lampu merkuri. Dari seluruh jenis sumber cahaya, maka lampu pijar lebih banyak digunakan. Penyebabnya, menurut Ben-Yami (1976), lampu pijar lebih populer, mudah digunakan, murah, dan banyak tersedia di pasaran.

[1] *Staf Pengajar Departemen Pemanfaatan Sumberdaya perikanan, PSP-IPB*

Lampu pijar sebenarnya didesain oleh pabrik pembuatnya untuk digunakan sebagai lampu penerangan, bukan sebagai alat bantu penangkapan ikan. Oleh karena itu, lampu pijar perlu diberi perlakuan tertentu agar dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu penangkapan ikan pada perikanan bagan. Sebagian nelayan sudah melakukan upaya memaksimumkan cahaya yang digunakan. Diantaranya dengan menggandakan jumlah lampu yang digunakan, mengatur lampu pada berbagai posisi pada saat operasi penangkapan ikan, dan menggunakan tudung lampu.

Secara prinsip, perikanan bagan memerlukan sumber cahaya yang kuat dan terfokus pada suatu areal di permukaan laut. Solusinya adalah selain menggunakan lampu dengan iluminasi atau kekuatan penerangan yang tinggi, juga dengan memerlukan suatu tudung lampu – berfungsi sebagai reflektor -- yang dapat memfokuskan seluruh cahaya yang dipancarkan lampu ke permukaan laut.

Dalam penelitian ini sebagai langkah awal ditentukan terlebih dahulu pola sebaran iluminasi cahaya lampu pijar. Selanjutnya, dirancang suatu sudut kemiringan tudung lampu yang akurat secara teoritis. Kemiringan sisi tudung lampu yang dirancang ini memungkinkan seluruh cahaya terfokus ke atas jaring bagan di permukaan laut. Tudung lampu direncanakan berbentuk kerucut dan selimut bagian dalamnya berfungsi sebagai reflektor. Persamaan yang diperoleh juga dapat digunakan untuk mendesain tudung lampu dari lampu dengan daya yang berbeda, tetapi bentuknya sama.

1.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mencari persamaan untuk menghitung sudut kemiringan sisi tudung lampu.

2 METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode percobaan. Caranya dengan mengukur iluminasi cahaya 6 lampu pijar 25 watt bermerek dagang Philips, Osram, Chiyoda, Comet star, Eterna, dan General electric. Iluminasi cahaya ke-6 lampu diukur dalam ruang gelap berukuran 1,5×0,7×1,8 (p×l×t) (m). Pada tabel berikut dijelaskan spesifikasi setiap merek lampu.

Tabel 1. Spesifikasi ke-6 lampu pijar

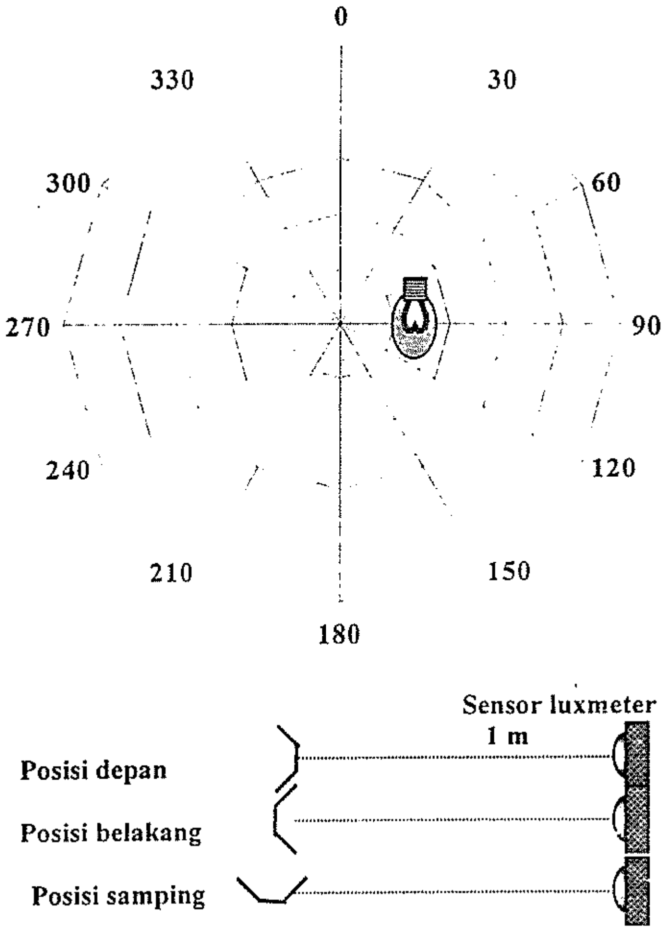
No.	Uraian	Merek					
		Philips	Osram	Chiyoda	General Electric	Eterna	Comet Star
1.	Daya (watt)	25	25	25	25	25	25
2.	Tegangan (volt)	220-240	230	230	220-230	220-230	230
4.	Diameter (cm)	55	59,55	59,95	59,23	59,65	59,10

Pengukuran iluminasi dilakukan pada setiap interval sudut 30° yang dimulai dari sudut 0 (bagian atas lampu), 30, 60, 90, 120, 120, 150, 180 (bawah), 210, 240, 270 dan 360° atau kembali ke posisi awal. Posisi pengukuran adalah dari depan filamen atau filamen cembung terhadap sensor *lux meter* (0-180°), belakang filamen atau filamen cekung terhadap sensor (180-360°), dan dari samping filamen (0-360°). Jumlah ulangan untuk setiap pengukuran sebanyak 10 kali. Adapun jarak antara sensor dengan lampu sejauh 1 meter. Pada Gambar 1 diperlihatkan sudut pengukuran dan posisi filamen terhadap sensor.

2.2 Metode Analisis Data

Data hasil pengukuran dituangkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya dianalisis dengan metode deskriptif komparatif dengan membandingkan nilai rataan iliuminasi dari masing-masing merek lampu dan perlakuan yang dicobakan. Berdasarkan grafik tersebut akan terlihat nilai rataan iluminasi yang tertinggi berdasarkan sudut pengukuran dan posisi filamen.

Untuk menghitung sudut kemiringan tudung lampu agar pancaran cahayanya maksimal, maka dilakukan beberapa perhitungan matematis. Data yang harus ditetapkan terlebih dahulu adalah ketinggian lampu dari permukaan air yang diinginkan, dan ukuran kerangka jaring bagan. Dengan menggunakan perhitungan trigonometri sederhana, sudut kemiringan kap lampu dan posisi cahaya pantul yang jatuh di permukaan air dapat ditentukan.



Gambar 1. Sudut pengukuran dan posisi filamen terhadap sensor

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Iluminasi Cahaya

Iluminasi cahaya setiap merek lampu pijar ternyata tidak sama. Penyebabnya adalah intensitas cahaya yang dipancarkan oleh setiap merek lampu berbeda. Gambar 2 memperlihatkan iluminasi cahaya masing-masing merek lampu. Nilai iluminasi cahaya total lampu Phillips sebesar 328,47 lux, atau tertinggi dibandingkan dengan merek-merek lainnya. Selanjutnya diikuti oleh Chiyoda (257,57 lux), Eterna (249,57 lux), Oshram (238,48 lux), Comet Star (235,47 lux), dan General Electric (184,72 lux).

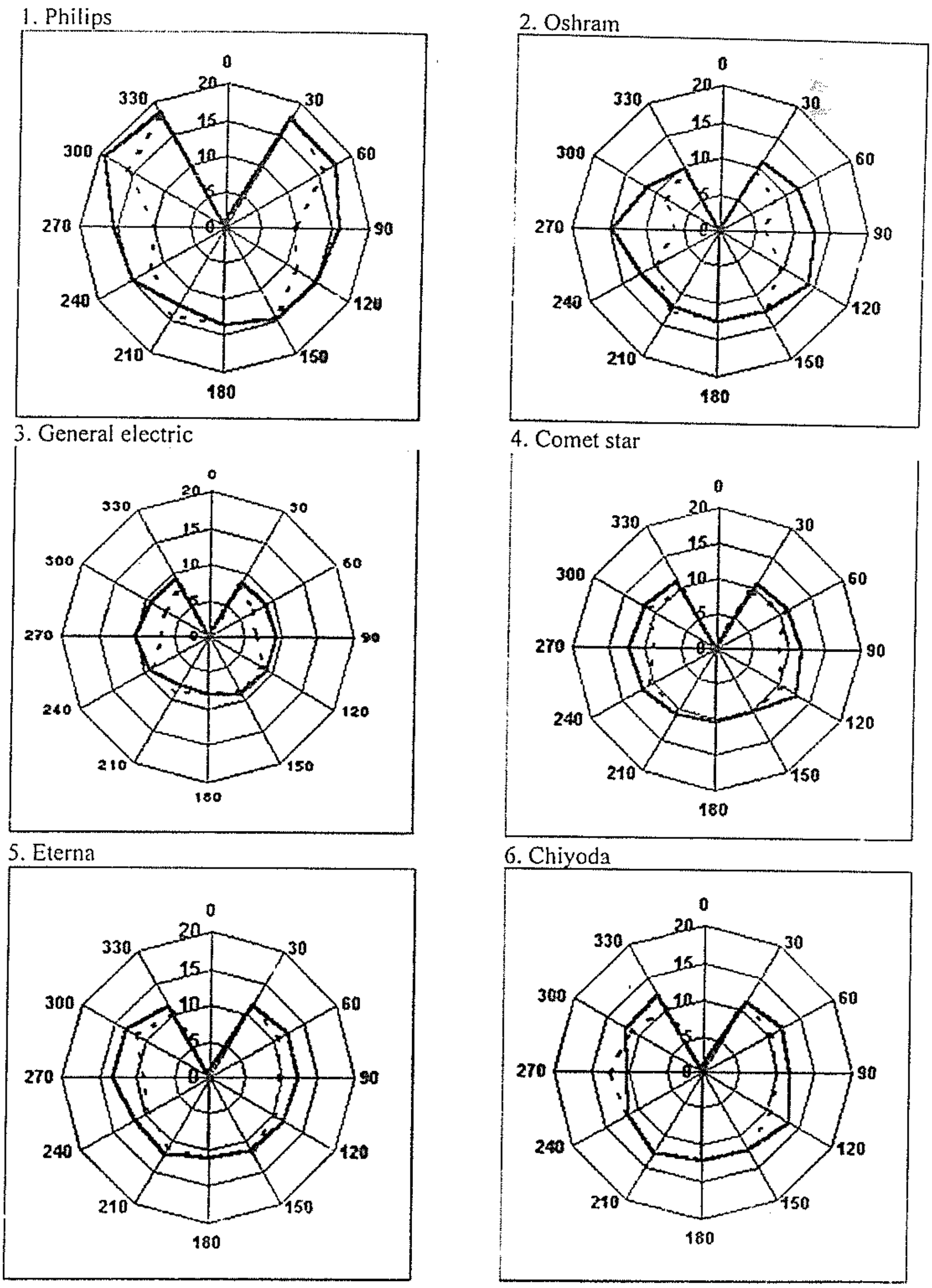
Cahaya yang dipancarkan dari arah depan (30-150°) dan belakang (210-330°) filamen masing-masing lampu memberikan nilai iluminasi cahaya total yang hampir sama (Tabel 2). Dengan kata lain posisi kelengkungan filamen tidak berpengaruh terhadap iluminasi cahaya total yang dipancarkan lampu. Penyebabnya, nilai iluminasi tergantung pada luasan bidang yang memancarkan cahaya. Pada pengukuran ini, arah cahaya tegak lurus terhadap bidang filamen. Akibatnya, pada sudut pengukuran yang manapun, proyeksi bidang filamen adalah sama, sehingga iluminasi cahaya yang dipancarkannya juga relatif sama.

Proyeksi bidang filamen pada pengukuran iluminasi cahaya lampu dari samping dengan sudut 90 dan 270° adalah yang terkecil. Ini mengakibatkan nilai iluminasi cahaya pada posisi pengukuran ini adalah yang terendah untuk hampir semua merek lampu pijar. Ketika pengukuran bergerak ke arah atas atau bawah, proyeksi bidang filamen juga bertambah dan iluminasi cahaya yang dihasilkan juga meningkat. Puncaknya terjadi pada sudut pengukuran 180°, karena proyeksi bidang filamen pada posisi ini adalah yang terbesar. Pada sudut 0° nilai iluminasi cahaya yang sebenarnya tidak dapat diidentifikasi karena terhalang oleh rumah lampu.

Proyeksi bidang filamen sangat berperan dalam menentukan besarnya nilai iluminasi cahaya yang dipancarkan lampu. Ini yang menjadi penyebab kenapa nilai iluminasi cahaya arah tegak lurus filamen (arah depan dan belakang) lebih besar jika dibandingkan dengan iluminasi cahaya yang diukur dari bagian sampingnya. Menyitir pernyataan Alam (2001) yang menyebutkan bahwa perlakuan yang memberikan respon tertinggi dapat dilihat dari nilai rataan untuk setiap perlakuan, maka pada Gambar 3 ditunjukkan nilai iluminasi cahaya lampu yang tegak lurus filamen memberikan nilai yang tertinggi dibandingkan dari bagian sampingnya. Dari keenam merek lampu, hanya lampu merek Chiyoda yang nilai rataan iluminasi cahayanya, baik pengukuran tegak lurus filamen maupun dari samping filamen, tidak berbeda jauh.

Tabel 2. Nilai iluminasi cahaya rata-rata lampu pijar dengan posisi pengukuran dari arah depan, dan belakang, serta samping filamen

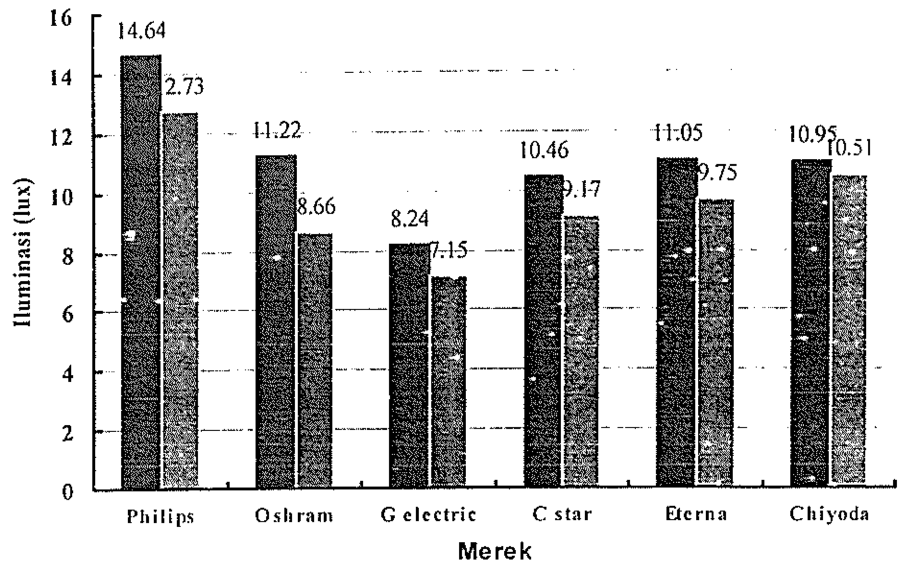
Sudut	Posisi pengukuran dari arah depan dan belakang filamen					
(°)	Philips	Oshram	G electric	Comet star	Eterna	Chiyoda
30-150	16,13	12,55	9,05	11,47	11,88	12,07
210-330	16,11	11,89	9,09	11,43	12,24	11,61
	Posisi pengukuran dari arah samping filamen					
30-150	13,83	9,15	7,76	9,86	10,72	10,89
210-330	13,83	9,15	7,76	9,86	10,72	10,89



Gambar 2. Pola sebaran iluminasi cahaya lampu pijar

Pengukuran dari depan dan belakang filamen

Pengukuran dari samping filamen

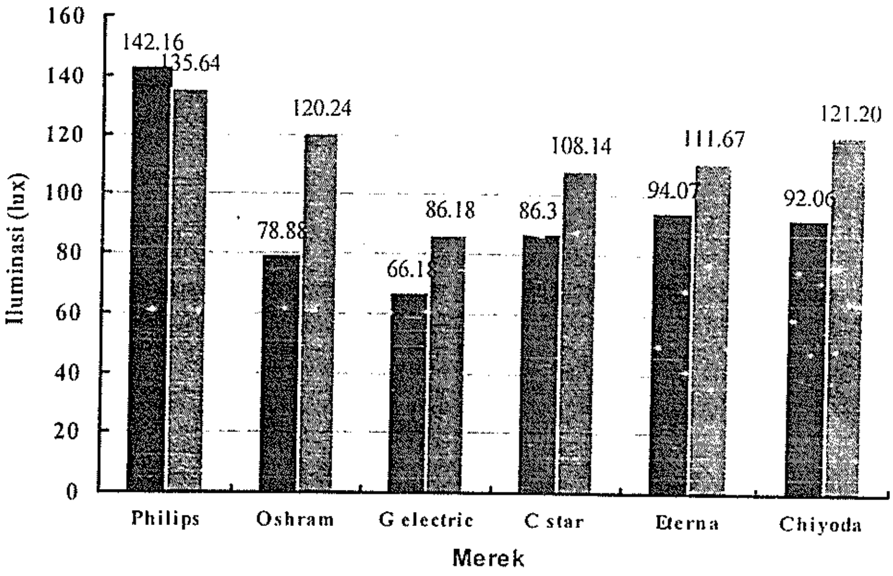


Gambar 3. Nilai rataan iluminasi cahaya berdasarkan posisi pengukuran

3.2 Pemanfaatan Lampu Pijar pada Perikanan Bagan

Keberhasilan penangkapan ikan dengan bagan salahsatunya sangat ditentukan oleh intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan. Semakin besar intensitas cahaya yang masuk ke dalam perairan, maka diperkirakan semakin besar jumlah ikan -- yang bersifat fototaksis positif -- mendatangi bagan. Dengan demikian, penggunaan lampu yang baik adalah jika seluruh cahaya yang dipancarkan oleh lampu dapat dimanfaatkan secara maksimal.

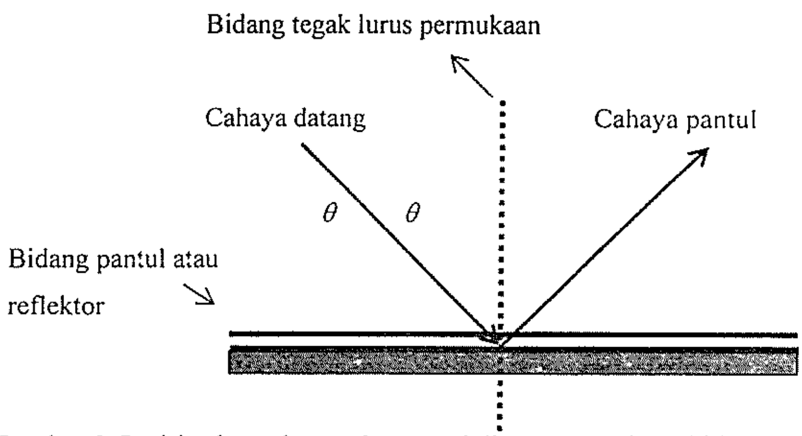
Cahaya yang dipancarkan lampu pijar menyebar ke segala arah. Pancaran cahaya ke arah atas cukup besar jika dibandingkan dengan ke arah bawah. Gambar 4 menunjukkan iluminasi cahaya total lampu pijar yang dipancarkan ke arah atas (sudut 0°-60° dan 300-360°). Pada lampu Phillips, iluminasi cahaya ke arah atas melebihi ke arah bawahnya atau sekitar 43,28% dari total iiuminasi cahaya yang dipancarkan lampu. Selanjutnya diikuti oleh Eterna 37,69%, Comet star 36,65%, General electric 35,83%, Chiyoda 35,74%, dan Oshram 33,08%. Agar seluruh cahaya lampu dapat dimanfaatkan pada perikanan bagan, maka pancaran seluruh cahaya ke arah atas harus dipantulkan ke bawah dengan arah yang tepat.



Gambar 4. Nilai iluminasi cahaya total yang memancar ke atas ( ) dan ke bawah ( )

Lampu yang baik pada perikanan bagan adalah jika seluruh intensitas cahaya yang dipancarkannya mengarah ke dalam areal kerangka jaring bagan. Untuk memaksimalkan penggunaan lampu pada perikanan bagan, maka pemecahannya adalah dengan mendesain suatu tudung lampu – yang berfungsi sekaligus sebagai reflektor -- dengan sudut kemiringan sisinya yang harus benar-benar diperhitungkan sebelumnya.

Dalam merancang tudung lampu, ada kaidah-kaidah yang harus diperhatikan dan disesuaikan dengan Hukum Snellius, yaitu besar sudut antara cahaya datang dan bidang tegak lurus permukaan sama dengan besar sudut antara cahaya pantul dan bidang tegak lurus permukaan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5 berikut (Cayless & Marsden, 1983):

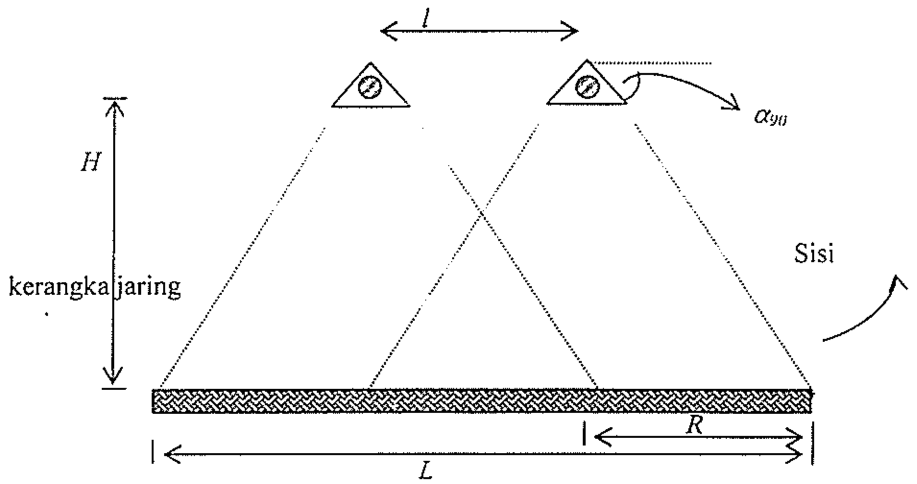


Gambar 5. Posisi cahaya datang dan pantul di atas permukaan bidang pantul

Idealnya tudung lampu yang dirancang terdiri atas banyak bidang kemiringan. Maksudnya agar seluruh pancaran cahaya ke arah atas dengan sudut yang berbeda-beda dapat dipantulkan ke arah yang diinginkan. Cara ini terlalu sulit untuk dilakukan. Pemecahannya adalah dengan merancang tudung lampu dengan hanya satu kemiringan, tetapi dapat memantulkan seluruh cahaya ke bidang yang diinginkan. Untuk perikanan bagan, maka bidang yang dimaksud adalah areal di dalam kerangka jaring.

Dalam penelitian ini tudung lampu yang dirancang berbentuk kerucut, sehingga cahaya pantul pada permukaan air juga berbentuk bulatan. Selimut bagian dalam kerucut merupakan bidang pantul. Ketinggian lampu H dihitung dari sumber cahaya ke permukaan laut. Pertimbangannya, ketika jaring dioperasikan pada kedalaman rendah atau ditarik mendekati permukaan saat pengangkatan hasil tangkapan, maka hanya bagian permukaan saja yang akan terang benderang. Bagian di bawah jaring agak gelap, karena terhalang oleh benang jaring yang tebal dan ukuran mata jaring yang kecil. Ikan diperkirakan tetap berkumpul pada areal yang terang benderang ini. Idealnya ketinggian ini dihitung hingga mencapai kedalaman kerangka jaring ketika ditenggelamkan. Ini agak sulit, karena harus memperhitungkan pembiasan cahaya yang sering berubah akibat adanya pengaruh kandungan partikel dalam air, cuaca, dan gelombang.

Dalam perikanan bagan, jumlah lampu yang digunakan biasanya berjumlah 4 buah yang diletakkan pada titik-titik yang membentuk bangun jajaran genjang. Pancaran cahaya ke-4 lampu tersebut harus berada dalam areal kerangka jaring yang berbentuk jajaran genjang. Oleh karena itu, perhitungan kemiringan bidang pantul harus mempertimbangkan jarak antara lampu-lampu tersebut. Pada Gambar 6 diperlihatkan penampang depan pancaran cahaya lampu ke arah kerangka jaring di permukaan air.



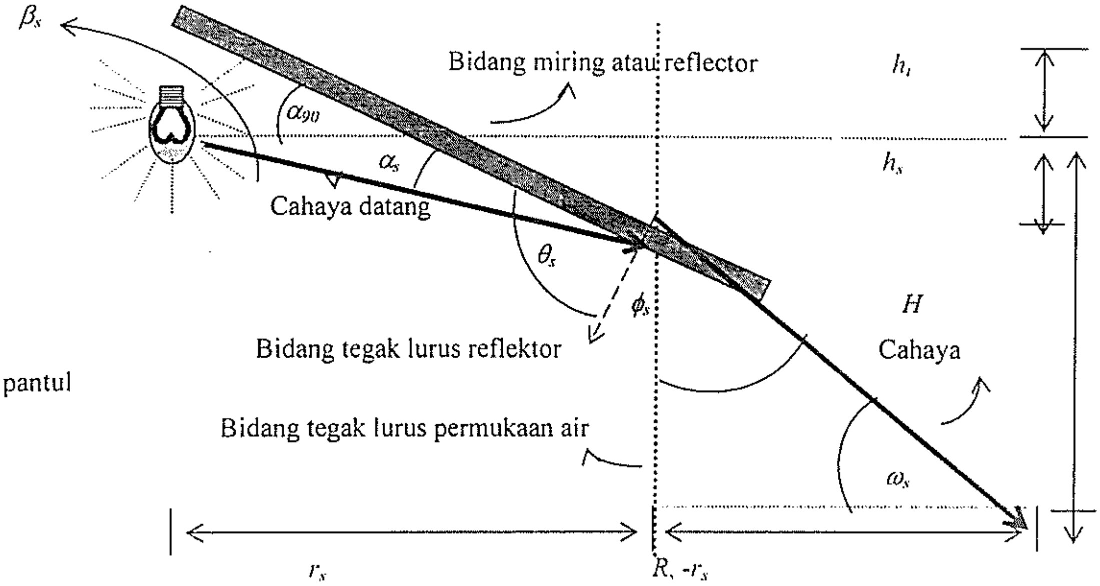
Gambar 6. Penampang depan arah pancaran cahaya lampu ke arah kerangka jaring
R adalah jari-jari yang dibentuk oleh cahaya lampu, l jarak antara 2 lampu,
L panjang sisi kerangka, dan α_{90} sudut kemiringan tudung lampu.

Untuk menentukan kemiringan tudung lampu, maka perhitungan hanya dilakukan terhadap 1 lampu saja dengan memperhitungkan jarak antara 2 lampu. Agar lampu dapat dimanfaatkan maksimal, maka :

$$R \leq 1/2\,(L-l)$$

Satu hal yang harus dipertimbangkan dalam menentukan kemiringan tudung lampu, yaitu adanya sudut-sudut pancaran cahaya $\geq 90^\circ$ yang kalau tidak ikut dipantulkan akan menghasilkan nilai R yang sangat besar. Cahaya pada sudut-sudut pancaran ini harus ikut dipantulkan. Dengan demikian, sisi miring tudung lampu harus membatasi pancaran cahaya ini. Panjang maksimal sisi miring ini diukur dari puncak kerucut hingga titik pertemuan antara bidang miring tudung dengan pancaran cahaya langsung yang jika dilepaskan akan membentuk lingkaran dengan jari-jari R.

Pada Gambar 7 digambarkan cara menentukan sudut kemiringan tudung lampu. Sudut kemiringan yang dijadikan standar adalah sudut kemiringan tersebut yang berpotongan dengan sudut pancaran cahaya 90°.



Gambar 7. Penampang muka cahaya datang dan pantul dengan sudut bidang pantul α

Sudut β_s adalah sudut antara cahaya datang dengan bidang datar, θ_s adalah sudut cahaya datang, ϕ_s sudut antara cahaya pantul dan bidang tegak lurus permukaan air, ω_s sudut antara cahaya pantul dan bidang datar permukaan air, r_s jarak antara cahaya datang dengan reflektor, h_s jarak vertikal antara sumber cahaya dengan titik pantul, dan α_s sudut antara bidang pantul dengan cahaya datang.

Dari gambar tersebut α_s dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\phi_s = 90^\circ - 2\,\alpha_s - \beta_s \quad ; \qquad (1)$$

$$\omega_s = 2\,\alpha_s - \beta_s \text{; dan} \qquad (2)$$

$$\alpha_s = \frac{1}{2}.[tg^{-1}(\frac{H - h_s}{R_s - r_s}) + \beta_s] \qquad (3)$$

Adapun α_{90} dihitung dengan cara :

$$\alpha_{90} = \alpha_s + \beta_s \text{; atau} \tag{4}$$

Substitusi persamaan (3) dan (4) memberikan persamaan :

$$\alpha_s = \frac{1}{2}.[tg^{-1}(\frac{H - h_s}{R_s - r_s}) + \beta_s] + \beta_s \text{; atau} \tag{5}$$

Selanjutnya :

$$r_s = \frac{h_s}{tg\beta_s}, \text{ dan} \tag{6}$$

$$R_s - r_s = \frac{H - h_s}{tg\omega_s}. \tag{7}$$

Substitusi persamaan (6) dan (7) didapat :

$$R_s = \frac{H - h_s}{tg\omega_s} + \frac{h_s}{tg\beta_s} = \frac{L - l}{2}. \tag{8}$$

Nilai R_s ini sama dengan jumlah panjang setengah sisi kerangka bagan dan setengah jarak antara 2 lampu, atau

$$R_{90} < \frac{L - l}{2}$$

Selain itu, panjang sisi miring tudung lampu (P_{KL}) dapat dicari dengan persamaan :

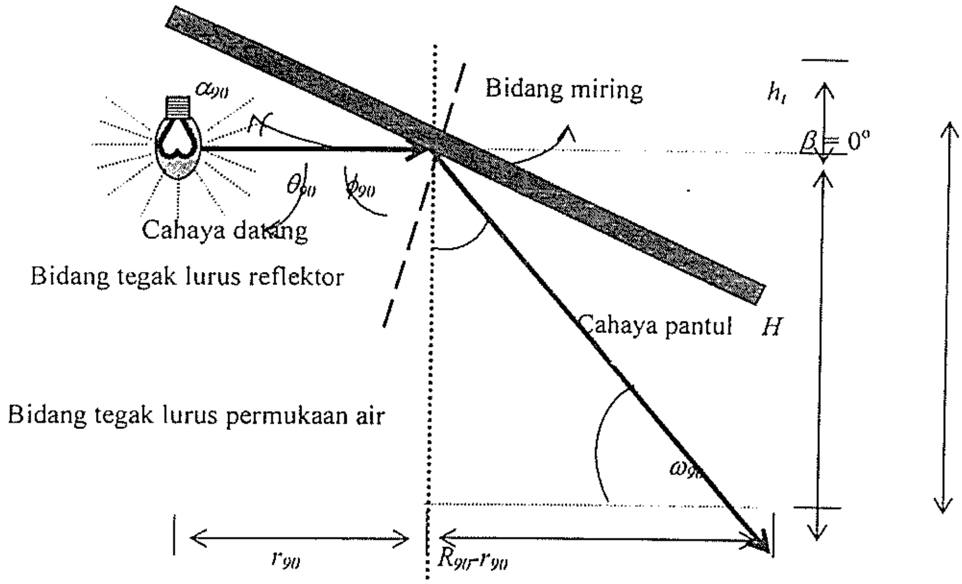
$$P_{KL} = (\frac{H - h_s}{tg\omega_s} + \frac{h_s}{tg\beta_s}).\frac{1}{\cos(\alpha_s + \beta_s)}. \tag{9}$$

Adapun jarak ujung kerucut tudung lampu ke sumber cahaya (h_l) adalah :

$$h_l = r_s\left[tg\ (\alpha_s + \beta_s) - tg\ \beta_s\right]. \tag{10}$$

Agar perhitungan untuk menentukan sudut bidang miring dapat dilakukan, beberapa parameter harus sudah ditentukan lebih dahulu, yaitu panjang kerangka (L), jarak antara lampu (l), dan jarak vertikal antara sumber cahaya dan reflektor h.

Untuk menentukan nilai R_{90} dengan arah pancaran cahaya 90° (β=0°) dapat diikuti melalui gambar berikut.



Gambar 8. Penampang muka sudut cahaya datang 90° (β = 0°) dan cahaya pantul yang dibentuknya

Mula-mula ditentukan sudut ω_{90} dengan cara :

$$\phi_{90} = tg^{-1}(\frac{R_{90} - r_{90}}{H}) \text{ ; atau} \tag{11}$$

$$\phi_{90} = 90^o - \omega_{90} \text{ ; dan} \tag{12}$$

$$\omega_{90} = tg^{-1}(\frac{H}{R_{90} - r_{90}}) \text{ ; atau} \tag{13}$$

$$\omega_{90} = 2\ \alpha_{90} - \beta_{90} ; \tag{14}$$

$$r_{90} = \frac{h_t}{tg\ \alpha_{90}} \text{ ; dan} \tag{15}$$

$$R_{90} - r_{90} = \frac{H}{tg\ \omega_{90}} . \tag{16}$$

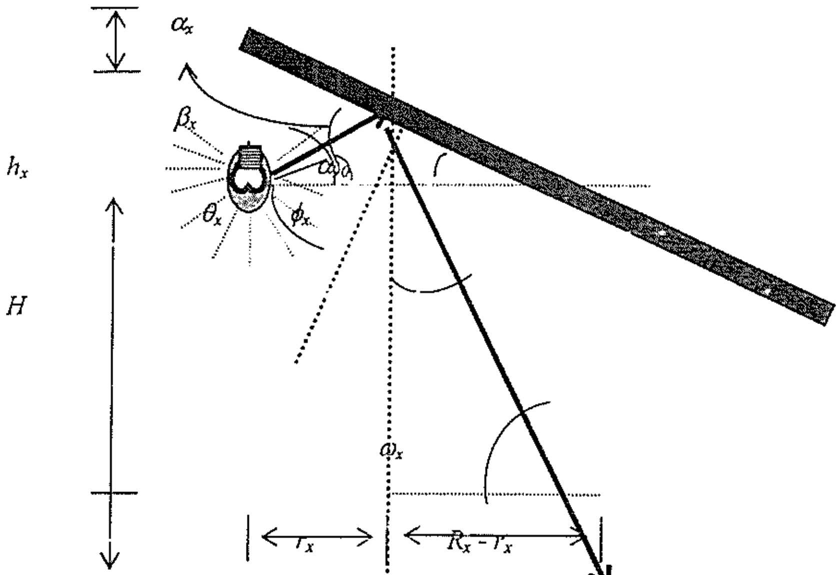
Dari hasil substitusi (15) dan (16) barulah didapatkan :

$$R_{90} = \frac{H}{tg\ \omega_{90}} + \frac{h_t}{tg\ \alpha_{90}} . \tag{13}$$

Total luasan yang dicahayai oleh kedua lampu kurang dari luasan lingkaran dengan jari-jari L. Dengan demikian,

$$R_{90} < \frac{L - l}{2}$$

Penentuan nilai R_x atau R dengan sudut pancaran cahaya < 90° dapat dicari dengan cara yang hampir sama dengan R_{90} , yaitu :



Gambar 9. Penampang muka cahaya datang dengan sudut < 90° dan pantul dengan sudut bidang pantul α

Sebagai langkah awal :

$$h_x = r_x \, tg \; \beta_x ; \tag{14}$$

$$h_x = R_x \, tg \;\; \omega_x - r_x \, tg \; \omega_x - H ; \tag{15}$$

Substitusi (14) dan (15) menghasilkan:

$$r_x = \frac{R_x \, tg \; \omega_x - H}{tg \; \beta_x + tg \; \omega_x} ; \tag{16}$$

Selanjutnya

$$h_x = h_t - r_x \, tg\alpha_{90} ; \text{ dan} \tag{17}$$

$$h_x = r_{90} \, tg \; \alpha_{90} - r_x \, tg \; \alpha_{90} . \tag{18}$$

Susbstitusi (14) dan (18) menjadi :

$$r_x = \frac{r_{90} \, tg \; \alpha_{90}}{tg \; \beta_x + tg \; \alpha_{90}} ; \text{ dan} \tag{19}$$

$$R_x = \frac{H + h_x}{tg(2 \; \alpha_{90} + \beta_x)} + r_x \tag{20}$$

Luasan cahaya kedua lampu di permukaan air kurang dari luasan lingkaran dengan jari-jari L. Oleh karena itu

$$R_x < \frac{L - l}{2}$$

Ukuran kerangka jaring bagan, menurut Subani dan Barus (1988), umumnya adalah 9 × 9 (m). Untuk menentukan sudut kemiringan tudung lampu, maka ditetapkan ketinggian lampu (H) sebesar 1 m. Ketinggian ini sudah umum diterapkan oleh nelayan dan cukup aman dari gelombang. Jika kurang dari 1 m dikhawatirkan akan tersapu oleh gelompang. Jika ketinggian lampu lebih dari 1 m, maka menurut Cayless & Marsden (1983), akan mengurangi iluminasi cahaya yang dipancarkan lampu. Sementara h_s ditetapkan 4 cm. Pada jarak ini bola lampu sudah cukup aman terlindungi dari air laut oleh bidang miring tudung lampu.

Untuk memecahkan persoalan di atas, maka pertama kali ditentukan dulu sudut pancaran cahaya langsung (α_s) yang akan menghasilkan nilai R_s = 4,5 m. Hasilnya adalah α_s = 14°. Selanjutnya dari hasil perhitungan menggunakan persamaan (3) didapatkan sudut kemiringan bidang miring α_{90} = 28,02°, dan dengan persamaan (9) menghasilkan panjang sisi miring P_{KL} = 18 cm. Dalam merancang tudung lampu, maka sebaiknya $\alpha_{90} \geq 28{,}02°$ dan $P_{KL} \geq 18$ cm.

5 KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah persamaan untuk menghitung sudut kemiringan sisi lampu (α_{90}) adalah :

$$\alpha_{90} = \frac{1}{2}.[tg^{-1}(\frac{H-h_s}{R_s-r_s}) + \beta_s] + \beta_s$$

H tinggi lampu dari permukaan air, h_s tinggi lampu dari pemantul, R_s jarak antara sumber cahaya dengan cahaya pantul di atas permukaan air, r_s jarak antara sumber cahaya dan bidang pantul, dan β_s sudut antara cahaya dan bidang horizontal.

DAFTAR PUSTAKA

Ben-Yami. 1976. *Fishing with Light*. Surrey England : FAO Fishing Manual. Fishing News Books Ltd. 132 p

Cayless MA, Marsden AM. 1983. *Lamps and Lighting*. 3rd edition. London: Edward Arnold (Publishers) Ltd. 522 p.

Subani W, HR Barus. 1988. Alat Penangkapan Ikan dan Udang Laut di Indonesia. Jakarta: Jurnal Penelitian Perikanan Laut No.50. BPPL. 248 hal.

Lampiran 1. Nilai iluminasi cahaya (lux) lampu pijar pada berbagai sudut dan posisi pengukuran

Sudut (°)	Merek											
	Philips		Oshram		G electric		Comet star		Eterna		Chiyoda	
	D-B	Sp	D-B	Sp	D-B	Sp	D-B	Sp	D-B	Sp	D-B	Sp
0	1	1	0	0	0,2	0,2	0,5	0,9	1	1	1	1
30	17,53	17,83	11	9,07	8,77	7,97	10,77	9,27	11,53	11,07	11,13	11,03
60	17,6	15,77	11,9	8,37	8,83	6,87	11.47	10,7	12,23	11,07	12,07	10.4
90	16	9,67	12,93	6,03	9,43	6,5	11,93	8,53	12,23	9,5	11,7	9,97
120	14,83	11,7	14,17	9,67	9,43	8,73	12,87	10,5	11.77	10,4	13,4	10,87
150	14,67	14,17	12,77	12,6	8,8	8,73	10,3	10,3	11,63	11,57	12,03	12,17
180	13,5	13,5	12,4	12,4	8	8	10,5	10,5	11	11	12	12
210	12,67	14,2	11,93	12,6	7,8	8,73	10,7	10,3	11,9	11,2	12,8	12,73
240	14,7	11,7	12,03	9,67	9,23	8,73	11.67	10,5	11,63	9,57	11,7	11,5
270	15,33	9,67	14,37	6,03	9,93	6,5	12,03	8,53	13,17	8,93	12,47	10,17
300	19,33	15,8	11,43	8,37	9,37	6,87	11,7	10,7	13,17	11,5	11.07	11,93
330	18,5	17,8	9,67	9,07	9,13	7,97	11,03	9,27	11,33	10,17	10,03	12,4
360	1	1	0	0	0,2	0,2	0,5	0,9	1	1	1	1