

ANALISA PENGARUH RASIO UKURAN UTAMA KAPAL TERHADAP EFFISIENSI ENERGI TERBUANG *PROPELLER* PADA KAPAL *SINGLE SCREW* DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALISIS JALUR

Analysis the Effect of Main Dimension Ratio of the Ship on the Efficiency Gain of Energy Losses of Single Screw Ship by Using Path Analysis Method

Setyo Leksono¹

¹Balai Teknologi Hidrodinamika BPPT, Surabaya

Email: leksono@gmail.com

Diterima: 18 September 2017; Direvisi: 24 November 2017; Disetujui: 20 Desember 2017

Abstrak

Paper ini membahas tentang hubungan antara rasio dimensi kapal (L/B, B/T) terhadap energi yang didapatkan dari pemakaian *vane turbin* di *slipstream propeller*. Data yang digunakan berdasar pada hasil statistik (numerik) dan pengujian model kapal. Hubungan antara data dapat dihitung dengan perhitungan kontribusi dari variabel penyebab, variabel pengaruh yang ditargetkan baik secara langsung maupun tidak langsung ke variabel lainnya dan ini akan diuji dengan menggunakan analisis jalur. Dengan menggunakan koefisien jalur, maka dapat dimungkinkan untuk menunjukkan variabel-variabel mana yang menjadi kontribusi utama efisiensi yang didapatkan. Analisis data dari perangkat lunak Microsoft Excel digunakan untuk pendekatan perhitungan. Hasilnya, bahwa L/B dan C_T secara tidak langsung mempengaruhi efisiensi yang didapatkan oleh *vane turbin* untuk memperkecil energi terbuang *propeller*.

Kata kunci: ratio, ukuran utama, analisis, jalur

Abstract

This paper discusses a correlation between non dimensional parameter of the ship (L/B, B/T) and energy gain by applying vane turbine in the propeller slipstream. The data based on the basis of statistical data (numerical) and model testing. The correlation data can be calculated by quantifying the contribution of causal variables to a targeted effect variable directly and indirectly through other variables and this would be examined by Path analysis. By using this coefficient, it is possible to demonstrate which variable has the main contribution on the efficiency gain. The data analysis of Microsoft Office Excel software is used to approach the calculation. It is found that L/B and C_T affected indirectly the efficiency gain of vane turbine to minimize propeller energy losses.

Keywords: ratio, main dimension, analysis, path

PENDAHULUAN

Pada referensi Leksono, dkk. (2013a, 2013b) dibahas tentang perhitungan aplikasi *propeller* turbin di aliran belakang *propeller* untuk menekan energi terbuang dari *propeller*, dengan menggunakan pendekatan numerik (penggunaan *software powering - DESP* kode 10), uji model kapal dan beberapa rumus empiris. Penerapan *propeller* turbin di *propeller slipstream* kapal *single screw*, adalah cukup baik. Untuk *propeller* beban moderat, efisiensi yang diperoleh adalah sekitar 8% dan untuk *propeller* beban tinggi efisiensi yang didapatkan sekitar 3%.

Aplikasi *propeller* turbin pada kapal *single screw* seperti ditampilkan di Tabel 1, terlihat bahwa efisiensi yang didapatkan adalah bersifat terpecah (*scatter*). Untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi besarnya efisiensi yang didapatkan terhadap ukuran kapal, maka digunakan analisa jalur untuk mempelajarinya.

Tabel.1. Keuntungan pemakaian *propeller* turbin pada beberapa kapal

No		Tanker	Bulk C	Container	General Cargo	Container	Ropax	Rescue Vessel
1.	V _s (knot)	13.0	14.5	16.5	13.0	19.0	16.0	22.0
2.	T _r (kN)	366.1	699.7	1307.7	223.5	1017.1	224.2	387.8
3.	Act. Speed	12.4	14.0	15.8	12.6	19.0	15.5	21.3
4.	Speed Loss	0.6	0.5	0.7	0.4	0.5	0.5	0.7
5.	Act. E Power	2737.8	6111.6	14879.6	1861.9	11811.1	2503.5	8076
6.	Total Power	329.2	7394.1	17550.2	2205.2	13993.5	3002.9	10287.7
7.	Power gained	104.2	567.1	674.2	111.2	812.5	181.9	784.7
8.	Efficiency (%)	3.3	8.3	4.0	5.3	6.2	6.4	8.3

Metode koefisien jalur dipelopori oleh Wright (1934). Pada awalnya, metode itu hanya digunakan untuk mempelajari genetika populasi. Sekarang ini metode tersebut banyak diterapkan di semua lini kehidupan seperti sosial, ekologi (Scheiner dan Gurevitch, 1993). Analisis jalur merupakan perluasan dari analisis regresi berganda. Perbedaannya, kalau analisa regresi memberikan nilai yang terbaik atau yang paling dekat dengan prediksi variabel respon yang berdasarkan faktor-faktor kausal yang diberikan dengan cara menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*). Sedangkan analisis jalur lebih jauh lagi dengan menitik beratkan pada interpretasi kemungkinan hubungan-hubungan yang mungkin menyebabkan hubungan sebab dan akibat (kausal) untuk efek-efek yang diamati (Brown dan Rothery, 1993; Gunst dan Mason, 1980; Sugiyono, 2011).

Untuk kasus regresi berganda seperti yang ditunjukkan pada persamaan di atas (persamaan 1),

terlihat pada variabel respon tunggal sebagai fungsi dari beberapa kausal atau variabel penjelas dengan asumsi bahwa nilai-nilai dari variabel acak biasanya didistribusikan dan bahwa variabel kausal secara independen berkontribusi pada variabel respon.

$$Y = a + b_1 x_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + U \tag{1}$$

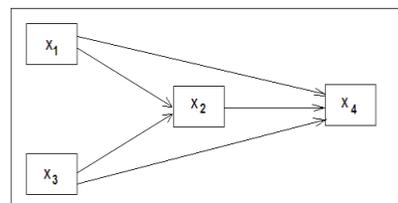
$$P_{01}X_1 + P_{02}X_2 + p_{03}X_3 + U = Y \tag{2}$$

Disisi lain, analisis jalur (persaman 2), meneliti beberapa variabel penjelas sebagai fungsi dari variabel respon yang dituju. Ini mengasumsikan bahwa faktor penyebab saling berhubungan untuk berkontribusi pada variabel respon. Dengan kata lain faktor penyebab tidak bertindak independen. Pada analisis jalur, terdapat 3 (tiga) keputusan penting:

1. Klausal variabel yang mana yang dimasukkan dalam model.
2. Bagaimana menghubungkan rantai kausal dari

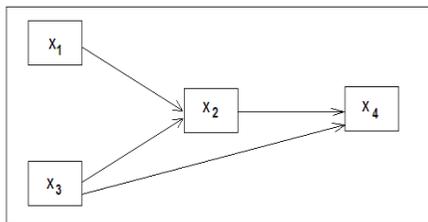
variabel-variabel yang ada.

3. Jalur mana yang tidak penting terhadap model, hanya satu bagian yang diuji secara statistik.



Gambar 1a. Diagram jalur dengan 5 koefisien jalur

Biasanya analisis jalur mengikutkan analisis dan perbandingan dua. Model pertama adalah model “penuh” dengan semua jalur yang mungkin termasuk dimana ditunjukkan pada Gambar 1a. Untuk model kedua yaitu “mengurangi model” yang memiliki beberapa jalur dihapus, karena mereka dihipotesiskan tidak berkontribusi pada model yang ditunjukkan pada Gambar 1b.



Gambar 1b. Diagram jalur dengan 4 koefisien jalur

Koefisien jalur untuk model penuh (dengan semua anak panah) yang diturunkan dari serangkaian “layered” analisa regresi berganda. Untuk setiap regresi berganda, kriterianya adalah variabel berada di dalam kotak dan prediktor adalah semua variabel yang memiliki panah yang mengarah ke kotak itu.

METODE PENELITIAN

Data yang dianalisa diambil dari (Leksono, dkk., 2013) dan disajikan pada Tabel 2. Data ini distandarisasi sebelum analisis regresi dilakukan dengan menggunakan Excel (Akintunde, 2012). Regresi pada variable-variabel yang distandarkan memberikan koefisien regresi parsial tidak seperti pada regresi variabel non-standar yang memberikan koefisien regresi nyata. Ini berisi satu variabel dependen Y dan empat variabel independen X₁ ... X₄ (6 kasus). Dengan menerapkan persamaan (3), untuk data mentah berada di sebelah kiri, hasilnya ada di sebelah kanan.

$$x^* = (xm)/sd \tag{3}$$

Analisis regresi pada satu set variabel standar menghasilkan koefisien regresi parsial. Koefisien regresi parsial sebenarnya nama lain untuk koefisien jalur langsung.

Tabel 2. Variabel untuk analisis jalur

Eff Gain	w	CT	V _i /V _a	L/B	B/T
Y	X1	X2	X3	X4	X5
3.263	0.455	3.7639	0.5913	5.509	3.957
8.3	0.255	1.2989	0.2581	5.975	2.773
3.995	0.216	1.6271	0.3104	6.457	4.163
5.312	0.249	1.6585	0.3152	5.8	2.667
6.164	0.277	1.3079	0.2596	6.104	2.835
6.68	0.143	1.546	0.29781	6.526	4.16908

Diasumsikan satu set yang terdiri dari 5 variabel yaitu Y, X₁, X₂, X₃ dan X₄. Kontribusi tidak langsung X₁ ke Y akan mencakup X₁ ke Y melalui X₂, X₃ dan

X₄. Hal yang sama berlaku untuk X₂, X₃ dan X₄ koefisien korelasi menjadi beberapa bagian. Hal ini dapat didefinisikan sebagai rasio standar deviasi dari efek akibat penyebab yang diberikan kepada total deviasi standar dari efek (koefisien jalur langsung).

Koefisien Jalur Langsung

Jika Y adalah efek dan X1 adalah penyebab, maka koefisien jalur untuk jalur dari sebab X1 ke efek Y. Seperti disebutkan sebelumnya di bawah jalur langsung koefisien perhitungan koefisien jalur dari X₁ ke Y. Kontribusi tidak langsung X₁ ke Y akan mencakup X₁ melalui X₂, X₃ dan X₄. Hal yang sama berlaku untuk X₂, X₃ dan X₄. Persamaan di bawah ini menggambarkan proses splitting untuk variabel kausal 3 faktor dengan salah satu efek variabel Y.

PERHITUNGAN

Ini statistik dasar (rata-rata, hitung dan sum) akan membentuk dasar untuk menghitung deviasi dan standarisasi proses standar data. Hal ini dapat dilakukan dengan mudah di Excel. Data dan proses pertama untuk menghitung statistik dasar disajikan pada Tabel 3. Juga matriks korelasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Dasar statistik perhitungan

	Eff Gain	w	CT	L/B	B/T
Y	X1	X2	X3	X4	
	3.2630	0.4550	3.7639	5.5090	3.9570
	8.3000	0.2550	1.2989	5.9750	2.7730
	3.9950	0.2160	1.6271	6.4570	4.1630
	5.3120	0.2490	1.6585	5.8000	2.6670
	6.1640	0.2770	1.3079	6.1040	2.8350
	6.6800	0.1430	1.5460	6.5260	4.1691
Mean	5.6109	0.2658	1.8671	6.0618	3.4273
StD	1.8380	0.1038	0.9421	0.3886	0.7388

Tabel 4. Matriks korelasi

	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1	-0.53757	-0.71422	0.286646	-0.51537
X1	-0.53757	1	0.845913	-0.86991	-0.0373
X2	-0.71422	0.845913	1	-0.66217	0.417115
X3	0.286646	-0.86991	-0.66217	1	0.399234
X4	-0.51537	-0.0373	0.417115	0.399234	1

Langkah selanjutnya untuk memperoleh koefisien jalur tidak langsung adalah untuk mendatangkan koefisien jalur langsung yang dihasilkan sebelumnya (Tabel 6). Dengan dua tabel (Tabel 5 dan Tabel 6),

Analisa Pengaruh Ratio Ukuran Utama Kapal terhadap Efisiensi Energi Terbuang *Propeller* pada Kapal *Single Screw* dengan Menggunakan Metode Analisis Jalur (Setyo Leksono)

kontribusi tidak langsung bagi semua variabel dalam persamaan dapat dihasilkan, disajikan pada Tabel 6.

Tabel 5. Koefisien regresi parsial

Intercept	0
X1	-0.30399
X2	-0.90173
X3	-0.61237
X4	0.093891

Tabel 6. Koefisien jalur langsung dan tidak langsung

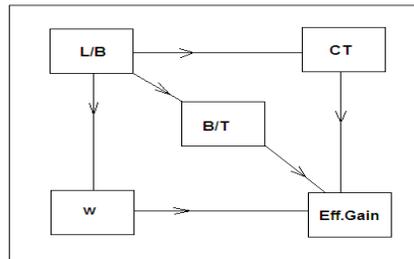
Direct Path Coeff. of X1 on Y	=	-0.30399
Indirect effect of X1 via X1 on Y	=	-0.30399
Indirect effect of X1 via X2 on Y	=	-0.76278
Indirect effect of X1 via X3 on Y	=	0.532708
Indirect effect of X1 via X4 on Y	=	-0.0035
Total indirect effects	=	-0.23358
Direct Path Coeff. of X2 on Y	=	-0.90173
Indirect effect of X2 via X1 on Y	=	-0.25715
Indirect effect of X2 via X2 on Y	=	-0.90173
Indirect effect of X2 via X3 on Y	=	0.405493
Indirect effect of X2 via X4 on Y	=	0.039164
Total indirect effects	=	0.187508
Direct Path Coeff. of X3 on Y	=	-0.61237
Indirect effect of X3 via X1 on Y	=	0.264443
Indirect effect of X3 via X2 on Y	=	0.597092
Indirect effect of X3 via X3 on Y	=	-0.61237
Indirect effect of X3 via X4 on Y	=	0.037485
Total indirect effects	=	0.899019
Direct Path Coeff. of X4 on Y	=	0.093891
Indirect effect of X4 via X1 on Y	=	0.011339
Indirect effect of X4 via X2 on Y	=	-0.37612
Indirect effect of X4 via X3 on Y	=	-0.24448
Indirect effect of X4 via X4 on Y	=	0.093891
Total indirect effects	=	-0.50926

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram penelitian untuk menganalisis semua variabel ditunjukkan pada Gambar 2 yang sesuai dengan data pada Tabel 3. Setelah pengolahan perhitungan, ada beberapa kesalahan pembulatan (pernyataan no. 5 dari Akintunde (2012)). Jadi, bagian dari data yang harus dihilangkan. Dalam hal ini variabel U_i/V_a dapat dihapus, data akan lima variabel ($efficiency\ gain=Y$, $w=X_1$, $C_T=X_2$, $L/B=X_3$, $B/T=X_4$) seperti disajikan pada Tabel 4.

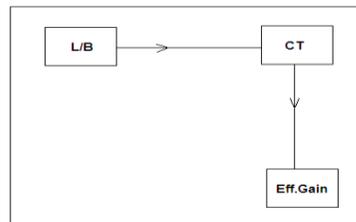
Menghitung koefisien jalur dengan lima variabel seperti yang disebutkan pada Tabel 6, efek tidak langsung tampaknya menjadi penyebab korelasi. Dalam kasus tersebut, faktor-faktor penyebab tidak langsung yang harus dipertimbangkan menurut ayat (2) dari pernyataan Akintunde (2012) ini seperti

yang ditunjukkan pada Gambar. 3a.

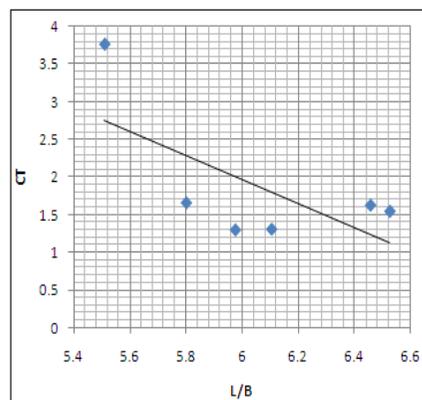


Gambar 3a. Diagram jalur pengaruh koefisien kapal di *efficiency gain* dari *vane turbin*

Nilai terbesar dari koefisien jalur adalah L/B untuk *efficiency gain* melalui koefisien *thrust loading* (C_T). Kedua koefisien jalur (L/B untuk *efficiency gain* melalui w dan L/B untuk *efficiency gain* melalui B/T) bisa diabaikan atau dihilangkan dikarenakan nilainya terlalu kecil. Jadi rasio dimensi utama (L/B) akan mempengaruhi nilai *efficiency gain* melalui koefisien *thrust loading*. Ini berarti bahwa *efficiency gain propeller* turbin secara tidak langsung bergantung pada nilai L/B . Diagram korelasi kasus seperti itu ditunjukkan pada Gambar 3b.

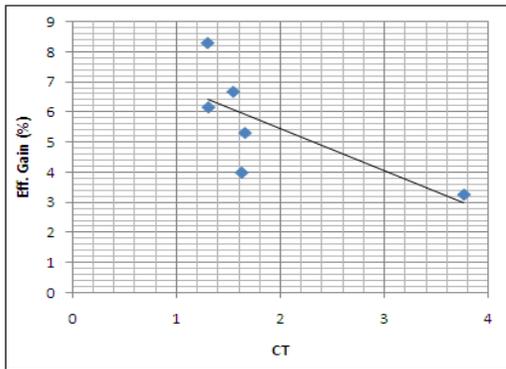


Gambar 3b. Diagram jalur pengaruh koefisien kapal terhadap *efficiency gain* dari *propeller* turbin



Gambar 4a. Koefisien *thrust loading* sebagai fungsi L/B

Bila dibandingkan analisis regresi C_T sebagai fungsi dari L/B (Gambar.4a) dan keuntungan efisiensi sebagai fungsi dari koefisien *thrust loading* (Gambar. 4b) menunjukkan hasil yang cukup masuk akal.



Gambar 4b. Efisiensi keuntungan sebagai fungsi koefisien *thrust loading*

KESIMPULAN

Dari uraian di atas telah ditunjukkan hubungan (korelasi) yang cukup erat antara rasio ukuran utama (L/B) dan koefisien *thrust loading* (C_T) *propeller* terhadap efisiensi yang didapatkan dengan adanya pemanfaatan *propeller*/turbin untuk menekan *losses energy* pada kapal *single screw*. Faktor non dimensi rasio L/B memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap pencapaian efisiensi tetapi masih bergantung pada nilai C_T .

DAFTAR PUSTAKA

- Akintunde, A. N. (2012). Path Analysis Step by Step using Excel. *Journal of Technical Science and Technologies*, Vol. 1(1): 9-15.
- Brown, D., dan Rothery, P. (1993). *Models in Biology: Mathematics, Statistics and Computing*. UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Gunst, R. F., dan Mason, R. L. (1980). *Regression Analysis and Its Application*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Leksono, S., Utama, I. K. A. P., Djoni, M. A., dan Aryawan, W. D. (2013). Vane-Turbine as an Energy Conversion in the *Propeller* Slipstream of Single Screw Ship. *Advanced Materials Research* Vol. 789: 417-422.
- Leksono, S., Utama, I. K. A. P., Djoni, M. A., dan Aryawan, W. D. (2013). A Vane Turbine in the *Propeller* Slipstream as an Alternative Energy Saving Devices. *Proceedings of the 5th International Conference on Tech. and Operational OSV*. Singapura, pp. 139-149.
- Scheiner, S. M. dan Gurevitch, J. (1993). *Design and Analysis of Ecological Experiments*. New York: Chapman & Hall.
- Sugiyono. (2011). *Statistics for Research*, Bandung: Alfabeta.
- Wright, Sewal. (1934). The Method of Path Coefficients. *The Annals of Mathematics Statistics*, Vol. 5 (3): 161-215.

Halaman kosong