



PERHITUNGAN BERAT KAPAL KOSONG SEBAGAI FUNGSI DARI DAYA MESIN UTAMA

Rifki Fajar^[1], Minto Basuki^[1],

^[1]Teknik Perkapalan, Fakultas Teknolgi Mineral dan Kelautan, ITATS

e-mail: rifkif11@gmail.com

ABSTRAK

Kapal Tug Boat adalah tipe kapal tunda (Tugboat) yang beroperasi pada wilayah perairan yang dapat dioperasikan di Pelabuhan, Pelayaran Pantai dan cocok untuk kegiatan penundaan kapal dengan fungsi menarik, mendorong dan menggandeng serta dapat digunakan untuk kegiatan SAR. Kapal Tug Boat memiliki berbagai macam ukuran dan daya mesin yang berbeda tergantung dari permintaan Owner yang memesan kapal berdasarkan kegunaan dan fungsi operasional Kapal Tug Boat tersebut. Pada kapal-kapal kecil diantaranya juga merupakan kapal Tug Boat perhitungan berat kosong kapal dengan jalan pendekatan, hasilnya sangat jauh dengan realitasnya. Perhitungan berat baja badan kapal merupakan basic untuk menghitung Displacement, Perhitungan berat kapal kosong yang terdiri dari berat baja badan kapal, berat mesin kapal, berat perlengkapan kapal dapat diketahui keterkaitan dan hubungannya dengan (*Horse Power*) HP mesin induk yang diaplikasikan kedalam bentuk metode regresi. Penentuan pembangunan kapal baru Tug Boat berdasarkan kebutuhan (*Horse Power*) HP mesin induk berat kapal kosongnya dapat diketahui dari hasil metode regresi tersebut.

Kata kunci: Tug Boat, Berat baja kapal, Regresi

PENDAHULUAN

Kapal Tug Boat adalah tipe kapal tunda (Tugboat) yang beroperasi pada wilayah perairan yang dapat dioperasikan di Pelabuhan, Pelayaran Pantai dan cocok untuk kegiatan penundaan kapal dengan fungsi menarik, mendorong dan menggandeng serta dapat digunakan untuk kegiatan SAR bahkan untuk penanggulangan tumpahan minyak baik di laut ataupun di area pelabuhan. Selain itu menurut *Novia Maranata (2015)* "Dalam pelayarannya tug boat harus dalam kondisi aman, baik dalam hal konstruksi maupun instalasinya mengingat fungsi operasional daripada kapal tersebut.

Beberapa perusahaan nasional khususnya yang bergerak di bidang jasa pelayaran maupun pelabuhan mayoritas mempunyai kapal Tug Boat dengan ukuran Tug Boat 2x1200HP, Tug Boat 2x1600 HP, Tug Boat 2x1800HP, Tug Boat 2x2200HP dan sebagainya dengan ukuran utama kapal yang berbeda. Terdapat juga ukuran utama kapal yang sama tetapi dengan ukuran HP (*Horse Power*) yang berbeda begitupun sebaliknya.

Banyaknya fungsi operasional dan kegunaan daripada kapal Tug Boat membuat pemesanan pembangunan kapal baru untuk jenis kapal Tug Boat sangat banyak, maka dari itu dibutuhkan sebuah metode atau statistik untuk dapat dijadikan acuan mengetahui berat kapal kosong, yang didalamnya terdiri dari berat baja badan kapal, mesin kapal dan perlengkapan kapal yang akan dibangun terhadap HP (*Horse Power*) mesin yang diinginkan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Kapal Tug Boat

Kapal tunda merupakan jenis kapal khusus yang digunakan untuk menarik atau mendorong kapal di pelabuhan, laut lepas atau melalui sungai. Kapal ini digunakan pula untuk menarik tongkang, kapal rusak dan peralatan lainnya dan memiliki tenaga yang besar bila dibandingkan dengan ukurannya.

Sesuai dengan daerah pelayarannya (*Sjahrnun, tahun*) kapal tunda dapat digolongkan menjadi :

1. Kapal tunda pelayaran besar (*Ocean Going Tug*), merupakan salah satu jenis kapal tunda yang daerah pelayarannya di laut luar dan kapal ini biasanya digunakan sebagai penyuplai bahan bakar dari hasil kilang minyak (*Anchor Handling Suplay Vessel*).
2. Kapal tunda pelayaran pantai (*Coastwise and Estuary Tug*) merupakan jenis kapal tunda yang daerah pelayarannya hanya disekitar perairan pantai.
3. Kapal tunda pelabuhan dan pengerukan (*Estuary and Harbour*) merupakan salah satu jenis kapal tunda yang digunakan untuk menarik atau mendorong kapal yang ada di pelabuhan dan juga berfungsi sebagai penarik kapal keruk.
4. Kapal tunda perairan dangkal (*Shallow Draught Pusher Tug*) merupakan jenis kapal tunda yang memiliki sarat rendah.
5. Kapal tunda sungai dan dok (*River and Dock Tug*) merupakan jenis kapal tunda yang memiliki kemampuan tarik kurang dari 3 knot dan hanya menunda kapal disekitar area sungai.

1.2 Konstruksi Kapal Tug Boat

Perhitungan konstruksi kapal berdasarkan (BKI 2006):

- a. Volume badan kapal dibawah air(V)
 $V = L_{pp} \times B \times T \times C_b$
Dimana:
Lpp = Panjang Kapal dari AP ke FP.
B = Lebar kapal.
T = Sarat kapal.
Cb = Koefisien of Bouyancy.
- b. Perhitungan Berat Kapal Kosong (LWT)
 $D = V \times \lambda \times C$
Dimana:
D = Displacement.
V = Volume badan kapal.
 λ = Massa jenis air laut = 1.025kg/cm³
C = Faktor baja = 1.004
- c. Perhitungan Berat Kapal Kosong (LWT)
 $LWT = P_{st} + P_p + P_m$
Dimana:
Pst = Berat baja badan kapal kosong (ton)
Pp = Berat peralatan kapal (ton)
Pm = Berat mesin penggerak kapal (ton)
- d. Perhitungan Berat Baja Badan Kapal (Pst)
 $P_{st} = C_{st} \cdot L_{pp} \cdot B \cdot H$
Dimana:
Cst = Koefisien berat baja (0,09 – 0,12) ton/m³, diambil =0,09 ton/m³
Perhitungan Berat baja juga menggunakan catalog part diantaranya sebagai berikut:
 1. Catalog plat
 2. Catalog Profil
 3. Catalog Pipe
 4. Catalog Round Bar
- e. Berat Peralatan Kapal (Pp)
 $P_p = C_p \cdot L_{pp} \cdot B \cdot H$
Dimana:
Cp = Koefisien Berat Peralatan (0,09 – 0,12) ton/m³ Cp diambil: 0,09 ton/m³
Penentuan berat perlengkapan kapal diatas merupakan metode perhitungan pendekatan. Pada perhitungan berat perlengkapan kapal juga bias berdasarkan list Hull Outfitting dan Deck Machinery. Setelah membuat list tersebut selanjutnya menentukan beratnya lewat referensi data maker.
- f. Berat Mesin Penggerak Kapal (Pm)
 $P_m = C_{pm} \cdot BHP \text{ ME}$
Dimana:
Cpm = Koefisien mesin kapal (0,09 – 0,11 ton/m³) Diambil: 0,09 ton/m³

METODOLOGI PENELITIAN

1.1 Identifikasi Masalah

Perumusan masalah dilakukan pertama kali agar tugas akhir terarah dan selalu terfokus.

Permasalahan yang diangkat dalam tugas tugas akhir ini yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya adalah bagaimana hubungan antara berat kapal kosong dengan HP (*Horse Power*) mesin.

1.2 Studi Literatur

Studi literatur atau studi pustaka adalah proses untuk mendapatkan bahan referensi atau informasi yang relevan sebagai penunjang bagi penulis yang baik berupa jurnal, paper, artikel, buku, diskusi maupun pengamatan lapangan.

1.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini pengumpulan data didapat dari jurnal lain maupun pihak konsultan design dan owner yang pernah membangun kapal Tug Boat, diantaranya:

1. Gambar Rencana Umum Tug Boat.
2. Data list kebutuhan material.
3. Data maker engine yang digunakan kapal Tug Boat tersebut.
4. Beberapa data maker perlengkapan kapal Tug Boat tersebut.

1.4 Penyajian dan Pengolahan Data

Semua hasil pengolahan data berupa gambar dan tabel hasil dari data kebutuhan material maupun data maker yang didapat, kemudian dikelompokkan berdasarkan masing-masing jenis ukuran (*horse power*) HP mesin Tug Boat tersebut.

1.5 Analisa dan Pembahasan

Dari hasil penyajian dan pengolahan data data kita dapat menghitung displacement kapal dan berat kosong kapal (LWT) yang didalamnya terdiri dari:

1. Perhitungan berat baja badan kapal.
2. Perhitungan berat mesin kapal.
3. Perhitungan berat perlengkapan kapal.

Setelah melakukan perhitungan diatas maka hasil dari perhitungan keseluruhan kapal berdasarkan jenis ukuran (*horse power*) HP mesin Tug Boat dituangkan dalam bentuk metode regresi.

1.6 Penarikan Kesimpulan

Kesimpulan diperoleh dari pembacaan hasil perhitungan yang dituangkan ke dalam metode regresi $y = ax + b$, dimana nilai (a), (x) dan (b) telah ditemukan dan nilai (y) adalah dayamesin kapal.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Kapal

Data ukuran utama kapal:

- a. Tug Boat 2x1200 HP
 - Length, Overall : 27 M
 - Beam, Moulded : 12 M
 - Depth, Moulded : 4,9 M
 - Draft : 3,3 M
 - Speed : 11 Knots
- b. Tug Boat 2x1600 HP
 - Length, Overall : 29 M
 - Beam, Moulded : 12 M
 - Depth, Moulded : 5 M
 - Draft : 3,3 M
 - Speed : 12 Knots
- c. Tug Boat 2x1800 HP
 - Length, Overall : 30 M
 - Beam, Moulded : 12 M
 - Depth, Moulded : 5,1 M
 - Draft : 3,5 M
 - Speed : 12 Knots
- d. Tug Boat 2x2200 HP
 - Length, Overall : 32 M
 - Beam, Moulded : 12 M
 - Depth, Moulded : 5,2 M
 - Draft : 3,8 M
 - Speed : 12 Knots

4.2 Perhitungan Berat Konstruksi (Steel)

A. Tug Boat 2x1200HP

1. Perhitungan kebutuhan plat baja berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 1: Tabel Berat Perhitungan Plat TB2x1200HP

NO.	MATERIAL	QTY	WEIGHT
1	SP 6 x 2438 x 9144	31	32550
2	SP 9 x 2438 x 9144	48	75600
3	SP 10 x 2438 x 9144	50	87500
4	SP 12 x 2438 x 9144	12	25200
5	SP 14 x 2438 x 9144	11	26950
6	SP 16 x 2438 x 9144	9	25200
7	SP 20 x 2438 x 9144	4	14000
8	SP 35 x 2438 x 9144	2	12250
			(KG) 299250
Σ_1			(TON) 299.25

2. Perhitungan kebutuhan profil, flat bar, round bar dan pipa berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 2: Tabel Berat Perhitungan Profil & Pipe TB2x1200HP

NO.	MATERIAL	QTY	WGT
1	AP 100 x 100 x 8mm x 9m	47	5161
2	AP 90 x 90 x 9mm x 9m	27	2964
3	AP 75 x 75 x 6mm x 9m	59	3648
4	FB 150 x 12mm x 9m	5	636
5	FB 100 x 12mm x 9m	30	2543
6	FB 100 x 10mm x 9m	24	1696
7	FB 100 x 8mm x 9m	25	1413
8	FB 75 x 8mm x 9m	17	719
9	FB 75 x 10mm x 9m	22	1164
10	FB 50 x 10mm x 9m	4	141
11	FB 80 x 8mm x 9m	3	136
12	FB 200 x 6mm x 9m	5	424
13	Pipe Ø150 x Sch.80 x 9m	3	1148
14	Pipe Ø125 x Sch.80 x 9m	3	834
15	HP Ø125 x Sch.80 x 9m	4	556
16	RB Ø30 x 9m	5	284
17	RB Ø50 x 9m	1	69
			(KG) 23536
Σ_2			(TON) 23.54

Total Berat Baja (Steel) Tug Boat 2x1200HP

$$W = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 299,25 + 23,54$$

$$W = 322,79 \text{ Ton}$$

B. Tug Boat 2x1600HP

1. Perhitungan kebutuhan plat baja berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 3: Tabel Berat Perhitungan Plat TB2x1600HP

NO.	MATERIAL	QTY	WEIGHT
1	SP 6 x 1524 x 6096	88	38506
2	SP 8 x 1524 x 6096	118	68844
4	SP 9 x 1524 x 6096	4	2625
5	SP 10 x 1524 x 6096	130	94807
8	SP 12 x 1524 x 6096	50	43757

NO.	MATERIAL	QTY	WEIGHT
10	SP 14 x 1524 x 6096	25	25525
11	SP 16 x 1524 x 6096	19	22170
12	SP 18 x 1524 x 6096	2	2625
13	SP 20 x 1524 x 6096	4	5834
14	SP 50 x 1524 x 6096	2	7292
		(KG)	304693
Σ_1		(TON)	304.69

- Perhitungan kebutuhan profil, flat bar, round bar dan pipa berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 4: Tabel Berat Perhitungan Profil & Pipe TB2x1600HP

NO	MATERIAL	QTY	WGT
1	AP 100 x 100 x 10mm x 6m	26	2356
2	AP 100 x 100 x 8mm x 6m	137	10028
3	AP 75 x 75 x 6mm x 6m	116	4782
4	FB 75 x 8mm x 6m	5	141
5	FB 75 x 10mm x 6m	8	283
6	FB 100 x 10mm x 6m	5	236
7	FB 125 x 10mm x 6m	3	177
8	FB 100 x 12mm x 6m	10	565
9	FB 150 x 12mm x 6m	15	1271
10	Pipe Ø150 x Sch.40 x 9m	3	765
11	Pipe Ø125 x Sch.80 x 9m	15	2781
12	HP Ø125 x Sch.80 x 9m	8	741
13	RB Ø30 x 9m	20	666
14	RB Ø50 x 9m	4	370
		(KG)	25162
Σ_2		(TON)	25.16

Total Berat Baja (Steel) Tug Boat 2x1600HP

$$W = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 304,69 + 25,16$$

$$W = 329,85 \text{ Ton}$$

C. Tug Boat 2x1800HP

- Perhitungan kebutuhan plat baja berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 5: Tabel Berat Perhitungan Plat TB2x1800HP

NO.	MATERIAL	QTY	WEIGHT
1	SP 6 x 2438 x 9144	39	40950
2	SP 8 x 2438 x 9144	7	9800
3	SP 9 x 2438 x 9144	48	75600
4	SP 10 x 2438 x 9144	51	89250
5	SP 12x 2438 x 9144	19	39900
6	SP 14 x 2438 x 9144	10	24500
7	SP 16 x 2438 x 9144	6	16800
8	SP 20 x 2438 x 9144	3	10500
9	SP 50 x 2438 x 9144	1	8750
		(KG)	316050
Σ_1		(TON)	316.05

- Perhitungan kebutuhan profil, flat bar, round bar dan pipa berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 6: Tabel Berat Perhitungan Profil & Pipe TB2x1800HP

NO	MATERIAL	QTY	WGT
1	AP 100 x 100 x 10mm x 9m	18	2446
2	AP 100 x 100 x 8mm x 9m	66	7247
3	AP 75 x 75 x 6mm x 9m	53	3277
4	FB 75 x 10mm x 9m	27	1429
5	FB 100 x 10mm x 9m	22	1554
6	FB 100 x 12mm x 9m	31	2628
7	FB 150 x 12mm x 9m	19	2416
8	FB 150 x 16mm x 9m	10	1695
9	FB 75 x 8mm x 9m	14	593
10	FB 100 x 8mm x 9m	20	1130
11	FB 50 x 8mm x 9m	11	311
12	FB 50 x 12mm x 9m	7	297
13	FB 200 x 6mm x 9m	4	339
14	Pipe Ø125 x Sch.80 x 9m	7	1947
15	HP Ø125 x Sch.80 x 9m	4	498
16	RB Ø30 x 9m	14	693
		(KG)	28500
Σ_2		(TON)	28.50

Total Berat Baja (Steel) Tug Boat 2x1800HP

$$W = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 316,05 + 28,50$$

$$W = 344,55 \text{ Ton}$$

D. Tug Boat 2x2200HP

- Perhitungan kebutuhan plat baja berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 7: Tabel Berat Perhitungan Plat TB2x2200HP

NO.	MATERIAL	QTY	WEIGHT
1	SP 6 x 2438 x 9144	23	24150
2	SP 7 x 2438 x 9144	10	12250
3	SP 9 x 2438 x 9144	57	89775
4	SP 10 x 2438 x 9144	53	92750
5	SP 12 x 2438 x 9144	16	33600
6	SP 14 x 2438 x 9144	12	29400
7	SP 16 x 2438 x 9144	7	19600
8	SP 18 x 2438 x 9144	4	12600
9	SP 20 x 2438 x 9144	6	21000
10	SP 25 x 2438 x 9144	3	26250
			(KG) 361375
Σ_1			(TON) 361.37

- Perhitungan kebutuhan profil, flat bar, round bar dan pipa berdasarkan data list kebutuhan material.

Tabel 8: Tabel Berat Perhitungan Profil & Pipe TB2x2200HP

NO	MATERIAL	QTY	WGT
1	AP 150 x 90 x 10mm x 9m	13	2535
2	AP 100 x 100 x 10mm x 9m	16	2174
3	AP 100 x 100 x 8mm x 9m	62	6808
4	FB 75 x 75 x 6mm x 9m	70	4328
5	FB 50 x 8mm x 9m	10	283
6	FB 75 x 8mm x 9m	17	721
7	FB 100 x 8mm x 9m	30	1695
8	FB 75 x 10mm x 9m	25	1325
9	FB 100 x 10mm x 9m	10	706
10	FB 125 x 10mm x 9m	39	3443
11	FB 50 x 12mm x 9m	10	424

NO	MATERIAL	QTY	WGT
12	FB 100 x 12mm x 9m	64	5426
13	FB 150 x 12mm x 9m	20	2543
14	FB 150 x 16mm x 9m	20	3391
15	Pipe Ø150 x Sch.40 x 9m	4	996
16	Pipe Ø125 x Sch.80 x 9m	6	1669
17	Pipe Ø300 x Sch.80 x 9m	6	6973
18	HP Ø125 x Sch.80 x 9m	7	973
19	RB Ø30 x 9m	16	792
20	RB Ø50 x 9m	9	624
			(KG) 47829
Σ_2			(TON) 47.83

Total Berat Baja (Steel) Tug Boat 2x1800HP

$$W = \Sigma_1 + \Sigma_2 = 361,37 + 47,89$$

$$W = 409.26 \text{ Ton}$$

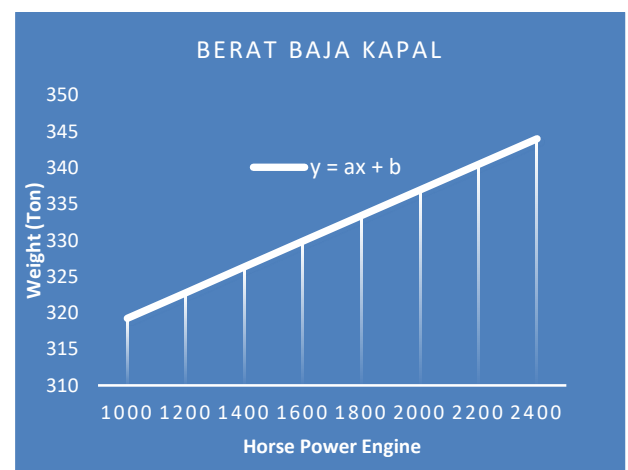
Keterangan:

SP : Steel plate AP : Angle Profil

FB : Flat Bar HP : Half Pipe

RB : Round Bar W : Berat Total

Σ_1 : Berat Plat Σ_2 : Berat Profil



Gambar 1: Grafik hubungan antara berat baja badan kapal (Steel) dengan daya mesin utama.

Dimana:
 $y = ax + b$(1)
 $y = \text{weight}$ $x = \text{HP (Horse Power)}$
 I \longrightarrow $y = 322,79$
 $x = 1200$
 II \longrightarrow $y = 329,86$
 $x = 1600$
 $322,79 = a(1200) + b$
 $b = 322,79 - a(1200)$(2)
 Memasukkan data II kedalam persamaan (1)
 $329,86 = a(1600) + b$(3)
 Substitusi persamaan (2) kedalam persamaan (3)
 $329,86 = a(1600) + 322,79 - a(1200)$
 $a = \frac{329,86 - 322,79}{400}$
 $a = 0,017675$
 Substitusikan nilai (a) kedalam persamaan (2)
 $b = 322,79 - a(1200)$
 $b = 322,79 - 0,017675(1200)$
 $b = 301,58$
 Substitusikan nilai (a) dan (b) kedalam persamaan (1)
 $Y = 0,017675 X + 301,58$
 $Y = 0,017675.1200 + 301,58$
 $Y = 322,79$

4.3 Perhitungan Berat Mesin (Machine)

Berdasarkan dari data maker engine yang didapat keempat Kapal Tug Boat menggunakan Engine Nigata dengan data berat sebagai berikut:

- A. Tug Boat 2x1200 HP
 ➤ Berat mesin utama (Bmu): 9100 Kg = 9,1 Ton (diambil dari spesifikasi mesin).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Mesin.
 Maka total berat mesin = $2 \times 9,1 \text{ Ton} = 18,2 \text{ Ton}$
 ➤ Berat mesin bantu (Bmb) : 1935 Kg = 1,935 Ton (diambil dari spesifikasi genset). Berat harbour genset diasumsikan tidak jauh berbeda dengan berat main genset.
 Maka total berat mesin bantu = $2 \times 1,935 = 3,87 \text{ Ton}$
 ➤ Berat Z-Peller (Bzp): 12500 Kg = 12,5 Ton (diambil dari spesifikasi mesin penggerak).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Z-Peller.
 Maka total berat mesin = $2 \times 12,5 \text{ Ton} = 25 \text{ Ton}$

$$\begin{aligned} \text{W.Pm} &= \text{Bmu} + \text{Bmb} + \text{Bzp} \\ &= 18,2 + 3,87 + 25 \\ &= 47,07 \text{ Ton} \end{aligned}$$
- B. Tug Boat 2x1600 HP
 ➤ Berat mesin utama (Bmu): 13500 Kg = 13,5 Ton (diambil dari spesifikasi mesin).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Mesin.

Maka total berat mesin = $2 \times 13,5 \text{ Ton} = 27 \text{ Ton}$
 ➤ Berat mesin bantu (Bmb) : 2040 Kg = 2,04 Ton (diambil dari spesifikasi genset). Berat harbour genset diasumsikan tidak jauh berbeda dengan berat main genset.
 Maka total berat mesin bantu = $2 \times 2,04 = 4,08 \text{ Ton}$
 ➤ Berat Z-Peller (Bzp): 15500 Kg = 15,5 Ton (diambil dari spesifikasi mesin penggerak).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Z-Peller.
 Maka total berat mesin = $2 \times 15,5 \text{ Ton} = 31 \text{ Ton}$

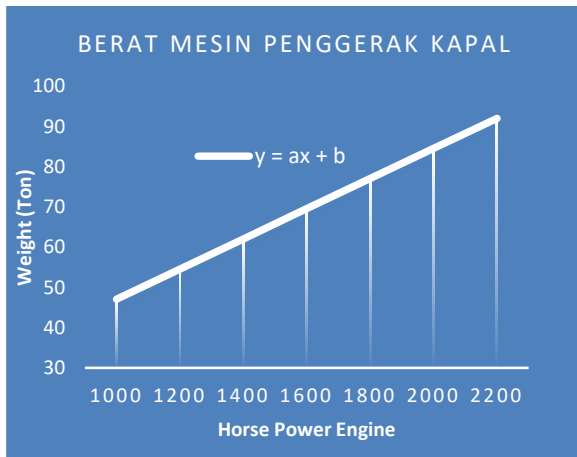
$$\begin{aligned} \text{W.Pm} &= \text{Bmu} + \text{Bmb} + \text{Bzp} \\ &= 27 + 4,08 + 31 \\ &= 62,08 \text{ Ton} \end{aligned}$$

- C. Tug Boat 2x1800 HP
 ➤ Berat mesin utama (Bmu): 13500 Kg = 13,5 Ton (diambil dari spesifikasi mesin).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Mesin.
 Maka total berat mesin = $2 \times 13,5 \text{ Ton} = 27 \text{ Ton}$
 ➤ Berat mesin bantu (Bmb) : 2040 Kg = 2,04 Ton (diambil dari spesifikasi genset). Berat harbour genset diasumsikan tidak jauh berbeda dengan berat main genset.
 Maka total berat mesin bantu = $2 \times 2,04 = 4,08 \text{ Ton}$
 ➤ Berat Z-Peller (Bzp): 15500 Kg = 15,5 Ton (diambil dari spesifikasi mesin penggerak).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Z-Peller.
 Maka total berat mesin = $2 \times 15,5 \text{ Ton} = 31 \text{ Ton}$

$$\begin{aligned} \text{W.Pm} &= \text{Bmu} + \text{Bmb} + \text{Bzp} \\ &= 27 + 4,08 + 31 \\ &= 62,08 \text{ Ton} \end{aligned}$$

- D. Tug Boat 2x2200 HP
 ➤ Berat mesin utama (Bmu): 16000 Kg = 16 Ton (diambil dari spesifikasi mesin).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Mesin.
 Maka total berat mesin = $2 \times 16 \text{ Ton} = 32 \text{ Ton}$
 ➤ Berat mesin bantu (Bmb) : 2310 Kg = 2,31 Ton (diambil dari spesifikasi genset). Berat harbour genset diasumsikan tidak jauh berbeda dengan berat main genset.
 Maka total berat mesin bantu = $2 \times 2,31 = 4,62 \text{ Ton}$
 ➤ Berat Z-Peller (Bzp): 20000 Kg = 20 Ton (diambil dari spesifikasi mesin penggerak).
 Karena Tug Boat jenis ASD menggunakan 2 Z-Peller.
 Maka total berat mesin = $2 \times 20 \text{ Ton} = 40 \text{ Ton}$

$$\begin{aligned} W.Pm &= Bmu + Bmb + Bzp \\ &= 32 + 4,62 + 40 \\ &= 76,62 \text{ Ton} \end{aligned}$$



Gambar 2: Grafik hubungan antara berat mesin kapal (Engine) dengan daya mesin utama.

Dimana:

$$y = ax + b \dots \dots \dots (1)$$

$$y = \text{weight} \quad x = \text{HP (Horse Power)}$$

$$\text{I} \quad \longrightarrow \quad y = 47,07 \\ \quad \quad \quad \quad \quad x = 1200$$

$$\text{II} \quad \longrightarrow \quad y = 62,08 \\ \quad \quad \quad \quad \quad x = 1600$$

$$47,07 = a(1200) + b$$

$$b = 47,07 - a(1200) \dots \dots \dots (2)$$

Memasukkan data II kedalam persamaan (1)

$$62,08 = a(1600) + b \dots \dots \dots (3)$$

Substitusi persamaan (2) kedalam persamaan (3)

$$62,08 = a(1600) + 47,07 - a(1200)$$

$$a = \frac{62,08 - 47,07}{400}$$

$$a = 0,037525$$

Substitusikan nilai (a) kedalam persamaan (2)

$$b = 47,07 - a(1200)$$

$$b = 47,07 - 0,037525(1200)$$

$$b = 2,04$$

Substitusikan nilai (a) dan (b) kedalam persamaan

(1)

$$Y = 0,037525 X + 2,04$$

$$Y = 0,037525 \cdot 1200 + 2,04$$

$$Y = 47,07$$

4.4 Perhitungan Berat Perlengkapan Kapal (P)

Perhitungan berat perlengkapan kapal berdasarkan referensi data yang ada dan pengambilan data baru, lalu diasumsikan dibagi menjadi dua kelompok, Dimana:

$$\Sigma_A = \text{Berat Outfitting dan Furnishing}$$

$$\Sigma_B = \text{Berat Outfitting dan Deck Machinery}$$

A. Tug Boat 2x1200HP

Total Berat Perlengkapan Kapal Tug Boat 2x1200HP

$$W = \Sigma_A + \Sigma_B = 35,09 + 17,725$$

$$W = 52,815 \text{ Ton}$$

B. Tug Boat 2x1600HP

Total Berat Perlengkapan Kapal Tug Boat 2x1600HP

$$W = \Sigma_A + \Sigma_B = 36,285 + 18,210$$

$$W = 54,495 \text{ Ton}$$

C. Tug Boat 2x1800HP

Total Berat Perlengkapan Kapal Tug Boat 2x1800HP

$$W = \Sigma_A + \Sigma_B = 37,060 + 18,605$$

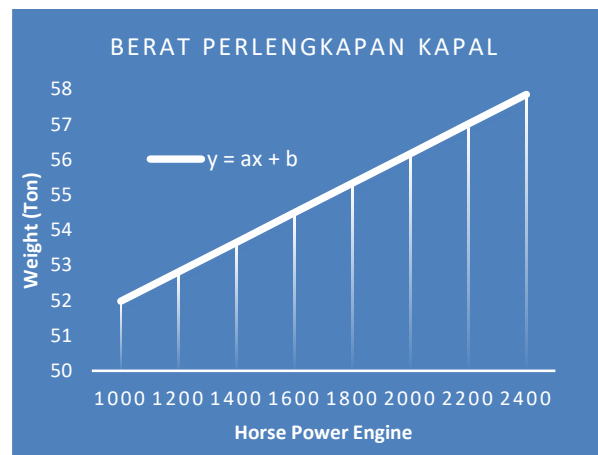
$$W = 55,665 \text{ Ton}$$

D. Tug Boat 2x2200HP

Total Berat Perlengkapan Kapal Tug Boat 2x2200HP

$$W = \Sigma_A + \Sigma_B = 38,20 + 19,235$$

$$W = 57,435 \text{ Ton}$$



Gambar 3: Grafik hubungan antara berat mesin kapal (Engine) dengan daya mesin utama.

$$y = ax + b \dots\dots\dots(1)$$

y = weight x = HP (Horse Power)

I \longrightarrow y = 52,815
 x = 1200

II \longrightarrow y = 54,495
 x = 1600

47,07 = a (1200) + b
b = 52,815 - a
(1200).....(2)

memasukkan data II kedalam persamaan (1)

52,815 = a (1600) +
b.....(3)

Substitusi persamaan (2) kedalam persamaan (3)

54,495 = a (1600) + 52,815 - a (1200)

a = $\frac{54,495 - 52,815}{400}$

a = 0,0042

Substitusikan nilai (a) kedalam persamaan (2)

b = 52,815 - a (1200)

b = 52,815 - 0,0042 (1200)

b = 47,775

Substitusikan nilai (a) dan (b) kedalam persamaan (1)

Y = 0,0042 X + 47,775

Y = 0,0042.1200 + 47,775

Y = 52,815

DAFTAR PUSTAKA

- Djaya, Indra Kusna. 2008.** *Teknik Konstruksi Kapal Baja Jilid I.* Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.
- Eyres, D.J. 2001.** *Ship Construction.* London : Buttenworth-Heinemann, 2001.
- Prasojo, Angga. 2010.** *Landasan Teori BAB II* <https://www.academia.edu> (diakses 15 Januari)
- Eden, Yosafat. 2018.** *Perencanaan kapal tunda 2x1600BHP,* Semarang : *Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro* 2018.
- Maranata, Novia. 2015.** *Analisa Kekuatan Konstruksi Kapal Tug Boat ARI 400HP dengan metode elemen hingga,* Semarang : *Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro* 2015.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menghitung berat baja kapal dengan acuan daya mesin kapal dengan persamaan regresi $Y = ax + b$ didapatkan rumus persamaan sebagai berikut:
 $Y = 0,017675X + 301,58$
Dimana nilai (X) adalah daya mesin Kapal (HP).
2. Untuk menghitung berat mesin penggerak kapal dengan acuan daya mesin kapal dengan persamaan regresi $Y = ax + b$ didapatkan rumus persamaan sebagai berikut:
 $Y = 0,037525X + 2,04$
Dimana nilai (X) adalah daya mesin Kapal (HP).
3. Untuk menghitung berat perlengkapan kapal dengan acuan daya mesin kapal dengan persamaan regresi $Y = ax + b$ didapatkan rumus persamaan sebagai berikut:
 $Y = 0,0042X + 47,775$
Dimana nilai (X) adalah daya mesin Kapal (HP).

Dengan ketiga rumus persamaan diatas dapat ditemukan nilai berat dari masing-masing komponen berat baja kapal kosong pada *Tug Boat* dengan lebih akurat dibandingkan dengan rumus pendekatan yang sudah ada.