

PEMANFAATAN MATERIAL PLASTIK HDPE BEKAS DRUM KEMASAN SEBAGAI KULIT LAMBUNG PERAHU

Wilma Amiruddin¹⁾, Eko Sasmito Hadi²⁾ Kiryanto³⁾,
^{1,2,3)}Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Email: wisilmiw@yahoo.com

Abstrak

The use of HDPE plastic as a result of packaging chemicals as substitution for wooden shell of a boat hull provides several advantages both technically and economically. Stock plastic material is relatively abundant, its price is relatively cheap, and long service life. The method used in the manufacture of HDPE plastic boat, include the preparation of materials and processing, assembly, and last is the finishing. Planning and manufacturing procedures governed by criteria which refers to the Basic Ship Theory. The end result after the ship was completed providing technical advantages in the form of increase in load capacity for boats of the same size with a wooden boat, of $\pm 55\%$, better stability, $B / T > 2$, the estimated lifespan of over 10 years in the boat, the process of making relatively quickly and easily. These advantages can increase productivity boat craftsman, an increase in profits of up to $\pm 56\%$ of the total profit per month.

Keywords : HDPE plastic, boat, wooden shell

1. PENDAHULUAN

Penggunaan material kayu untuk keperluan berbagai macam konstruksi telah dikenal luas dan cukup lama. Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kebutuhan akan material kayu, eksploitasi kayu dalam skala besar tidak bisa dihindari. Di lain pihak terdapat fakta bahwa kecepatan dalam konsumsi material kayu tidak sebanding dengan kecepatan tumbuh dari jenis kayu yang dibutuhkan. Hal ini mendorong terjadinya kelangkaan material. Abdurachman dan Hadjib [1], menjelaskan bahwa kecepatan antara pemanenan dengan penanaman tidak seimbang, menyebabkan pasokan kayu dari hutan alam kian menurun baik volume maupun mutunya yang mengakibatkan harga kayu menjadi relative mahal. Hutan sebagai tempat tumbuh dan sumber utama bahan baku mengalami kerusakan yang cukup parah. Forest Watch Indonesia [2] menjelaskan, luas tutupan hutan Indonesia pada tahun 2000 adalah 103,33 juta ha. Luas tutupan hutan ini pada tahun 2009 berkurang menjadi 88,17 juta ha atau telah mengalami deforestasi seluas 15,15 juta ha. Dengan demikian, laju

deforestasi Indonesia pada kurun waktu ini adalah sebesar 1,51 juta ha per tahun.

1. Dalam industri yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utama, misalnya industri pembuatan perahu, masyarakat tidak punya pilihan lain kecuali terus memproduksi apa yang telah menjadi mata pencahariannya. Ketergantungan ini memberikan suatu kondisi yang kurang menguntungkan, baik bagi pengrajin maupun masyarakat pengguna perahu atau kapal. Produktivitas pengrajin semakin rendah karena perahu harus diproduksi dengan biaya tinggi, di sisi lain daya beli masyarakat di sekitarnya cenderung menurun atau tidak berubah.
2. Secara teknis material kayu ini juga memiliki beberapa keterbatasan dibandingkan dengan material yang lain, misal dibandingkan dengan fiberglass atau plastik. Beberapa kelemahan material kayu yang dapat menurunkan kualitas teknis, antara lain daya muai dan susut yang besar, lendutan yang cukup besar untuk pembebanan dalam jangka panjang, struktur material yang tidak homogen dan kurang awet. Karakteristik

teknis yang dibutuhkan untuk keperluan konstruksi kapal atau perahu adalah sifat kuat dan ketahanan terhadap kelapukan atau sifat awet. Sifat awet ini akan berkaitan pula dengan estimasi umur pakai. Sedangkan sifat kuat berkaitan dengan kekuatan mekanis bahan, seperti kekuatan tarik dan tekan. Sifat mekanis tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yang merupakan kelemahan sebagaimana dijelaskan di atas.

3. Biro Klasifikasi Indonesia [3], memberikan acuan tentang karakteristik teknis kayu untuk keperluan konstruksi kapal mencakup kelas awet dan kelas kuat. Berkaitan dengan mutu kayu, sebagaimana diatur dalam Bab 2.3.1 memberikan batasan mutu minimum yang harus dipenuhi untuk bagian konstruksi penting, yaitu mutu minimum harus memenuhi Kelas Kuat III dan Kelas Awet III. Dalam kriteria kelas awet yang dimaksud, secara tidak langsung menunjukkan beberapa kelemahan dari material kayu di mana apabila syarat-syarat dalam kelompok kriteria dan kelas tidak dipenuhi, umur pakai menjadi lebih pendek, misalnya kepekaan terhadap kelembaban dan serapan air, serangan oleh rayap dan bubuk kayu kering.
4. Seiring perkembangan teknologi di bidang pengolahan material plastik, maka penggunaan kemasan berbahan baku plastik semakin populer dan digunakan dalam skala luas. Kemasan yang dimaksud antara lain kemasan plastik HDPE berbentuk drum, untuk keperluan penyimpanan bahan-bahan kimia. Sifat penyimpanan yang hanya sekali pakai dan tidak ada proses daur ulang untuk kemasan tersebut, maka jumlah kemasan tersebut menjadi melimpah dan barang tersebut dapat ditemui pada toko barang-barang bekas. Peredaran drum tersebut di masyarakat pada umumnya dimanfaatkan untuk kebutuhan penampung air, atau untuk kebutuhan pengapung bagan apung.
5. Secara teknis material plastik HDPE bekas drum kemasan memiliki karakteristik teknis yang baik, yang dapat digunakan untuk memenuhi kekurangan dari penggunaan material kayu sebagaimana dijelaskan di atas. Keunggulan yang cukup signifikan dari material plastik HDPE ini antara lain ketahanan terhadap api, kekuatan tarik yang

cukup tinggi, tahan terhadap proses kelapukan, dan mudah dalam proses pengerjaannya. Selain itu keberadaan material ini cukup banyak dan relative murah.

6. Sisi negatif dari material plastik ini jika keberadaannya sebagai limbah dan dalam jumlah besar akan menimbulkan pencemaran yang sulit untuk dihilangkan. Berbagai penelitian terkait dengan upaya mereduksi keberadaan limbah ini telah banyak dilakukan. Kadir [4], menjelaskan tentang upaya memanfaatkan limbah plastik PP, HDPE, PET, untuk bahan bakar cair. Hal senada disampaikan pula oleh Ermawati [5], yang menjelaskan tentang upaya mereduksi keberadaan limbah plastik melalui penelitian tentang Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energy Alternatif.
7. Pemanfaatan material plastik HDPE bekas drum kemasan sebagai pengganti kulit kayu pada konstruksi lambung perahu dilakukan melalui tahapan-tahapan mulai dari desain untuk menetapkan ukuran hingga proses pembuatannya hingga selesai. Penetapan ukuran utama diambil berdasarkan kriteria-kriteria untuk desain perahu atau kapal kecil sebagaimana dijelaskan dalam teori-teori tentang bangunan kapal untuk kapal-kapal kecil.
8. Artikel ini ditulis untuk menjelaskan tentang aplikasi plastik HDPE bekas drum kemasan yang akan digunakan sebagai material alternative pengganti kayu pada kulit perahu. Manfaat yang diharapkan dari penggunaan material alternative tersebut adalah untuk meningkatnya nilai produktifitas pengrajin perahu, yang selama ini sangat tergantung pada ketersediaan material kayu.

2. METODOLOGI

Metode pembuatan perahu berbahan plastik HDPE bekas drum kemasan mencakup beberapa tahapan, antara lain : perencanaan desain perahu, persiapan bahan, proses perakitan, dan penyelesaian akhir (proses *finishing* perahu). Setelah proses finishing, perahu akan diujicoba untuk melakukan pelayaran pertama (*sea trial*).

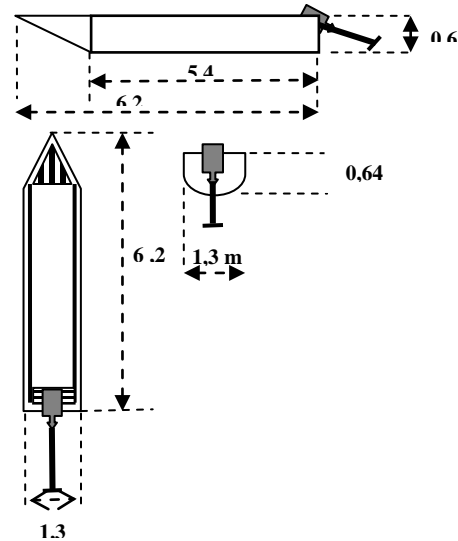
a. Tahapan Desain

Tahapan desain dalam rencana pembuatan perahu mencakup penentuan ukuran utama perahu dan perkiraan kapasitas muat. Untuk mendapatkan kriteria teknis yang baik penetapan ukuran utama mengacu pada nilai perbandingan ukuran utama untuk kapal-kapal kecil terutama nilai B/T, selain itu juga dipertimbangkan nilai perbandingan yang lain seperti L/B, dan H/T. Nilai perbandingan ukuran utama sebagai Kriteria tercantum dalam Tabel 1. Berdasarkan nilai criteria ini dapat ditentukan ukuran utama, yang akan menjadi spesifikasi dari perahu yang dibuat.

Tabel 1. Perbandingan Ukuran Utama

	Perbandingan Ukuran Utama		
	L/B	B/T	H/T
Kriteria	3,2 – 6,3	2 – 3,5	1,4 – 1,8

Estimasi kapasitas muat didasarkan atas perkiraan berat total dari perahu yang dihitung, di mana $W_{total} = W_{perahu} + W_{muatan\ maksimum}$. Untuk ukuran utama yang sudah ditetapkan maka fungsi muatan adalah merupakan fungsi Sarat Perahu (T). Gambar 1. menjelaskan tentang ukuran utama perahu.

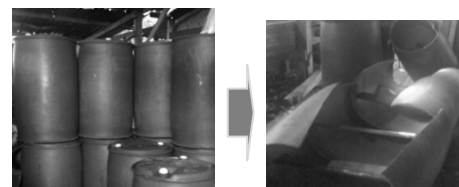
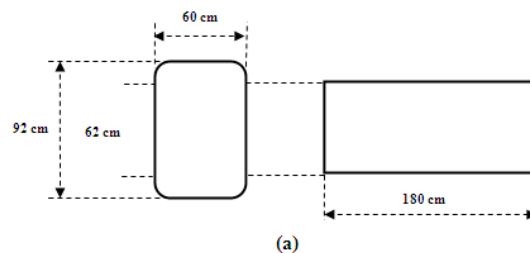


Gambar 1. Ukuran Utama Perahu

b. Tahapan Persiapan Pembuatan

Tahap persiapan yang perlu dilakukan dalam rencana kerja pembuatan perahu mencakup persiapan bahan baku atau material utama yang akan digunakan sebagai konstruksi perahu. Persiapan lain yang perlu diperhatikan adalah kesiapan Sumber Daya Manusia dalam hal ini pengrajin perahu sebagai pelaku utama dalam industri perahu.

Persiapan bahan baku plastik HDPE dilakukan dengan cara memotong bagian ujung-ujung drum dan membelahnya secara vertikal atau arah diametral drum. Pemotongan bagian-bagian ujung drum dimaksudkan untuk mendapatkan bagian sisi melintang yang simetris sehingga mudah dalam penyambungan antara lembaran plastik. Gambar 2 menjelaskan tentang pengolahan material plastik dari bekas drum kemasan sebagaimana dimaksud.



(b)

Gambar 2. a) Ukuran lembar plastik HDPE, b) Pemotongan dan pembelahan drum plastik.

Material lain yang perlu dipersiapkan adalah kerangka perahu. Dengan mempertimbangkan tentang faktor kekakuan bahan, material kayu tetap digunakan sebagai bahan kerangka perahu. Kombinasi dua jenis material ini menghasilkan konstruksi perahu yang baik. Perahu tidak saja memiliki kulit lambung yang memiliki sifat awet, tapi juga memiliki sifat kuat atau kekakuan yang cukup. Gambar 3. menunjukkan persiapan berupa pengolahan kayu untuk keperluan kerangka perahu.



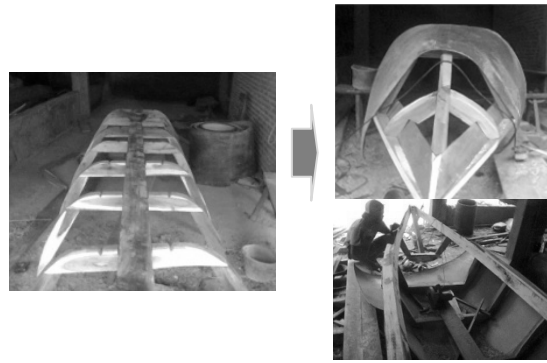
Gambar 3. Persiapan Kerangka Kayu

c. Tahap Perakitan

Tahap perakitan adalah tahap untuk merangkai bagian-bagian konstruksi berupa profil kayu menjadi bentuk kerangka perahu yang kemudian ditutup dengan lembar plastik HDPE yang telah disiapkan sebagai kulit lambung perahu, yang merupakan pengganti kulit kayu. Bagian-bagian plastik disambung dengan menggunakan lem perekat SU2000. Lem tersebut adalah lem berpeperkat sangat kuat biasa digunakan sebagai conveyor belt. Penyambungan lembar plastik dilakukan dengan cara *overlap*, di mana posisi sambungan menghadap ke buritan. Hal ini dimaksudkan agar sambungan tidak menentang arah laju air ketika perahu berlayar, yang dapat berakibat pada kebocoran lambung perahu. Gambar 4. Menunjukkan proses perakitan bagian-bagian konstruksi perahu sebagaimana dimaksud.

d. Tahap finishing dan sea trial

Tahap *finishing* adalah tahap penyelesaian akhir yang mencakup pengecatan bagian lambung perahu, pemasangan papan-papan alas tempat muatan, pemasangan tempat dudukan mesin, mengatur letak lubang poros dibagian buritan. Pemasangan mesin dilakukan setelah proses finishing yang dimaksud selesai dilakukan. *Sea Trial* adalah kegiatan ujicoba berlayar setelah perahu siap dengan mesin penggeraknya.



Gambar 4. Proses perakitan perahu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil

Pemanfaatan plastik HDPE sebagai pengganti kulit kayu pada konstruksi lambung perahu kayu, telah memberikan nilai tambah pada faktor teknis dan ekonomis. Faktor teknis, sebagai studi perbandingan di sini adalah sebuah perahu kayu dengan ukuran tertentu dibandingkan dengan perahu berbahan plastik HDPE dengan ukuran yang relative sama dengan perahu kayu yang dimaksud. Ukuran utama yang dimaksud adalah Panjang (L), Lebar (B) dan Tinggi perahu (H), sedangkan nilai sarat perahu akan mengikuti sesuai dengan berat total dari perahu dengan muatan maksimum. Spesifikasi dari kedua perahu yang diperbandingkan dapat dilihat pada Tabel 2. Gambar 5 & 6, menunjukkan perahu berbahan plastik HDPE yang telah selesai dalam pembuatan dan dalam proses ujicoba berlayar.

Tabel 2. Spesifikasi Perahu

Perahu	P_{Kayu}	P_{HDPE}
Panjang, L (m)	5	6,2
Lebar, B (m)	1,3	1,3
Tinggi, H (m)	0,64	0,64
Sarat Air, T (m)	0,47	0,35
B/T	2,77	3,7
COG	0,16	0,12

Keterangan :

P_{Kayu} : Perahu Kayu, P_{HDPE} : Perahu Plastik HDPE



Gambar 5. Perahu selesai dibangun



Gambar 6. Perahu dalam kondisi sea trial

Keuntungan dari faktor ekonomi dari pemanfaatan material plastik HDPE adalah peningkatan produktifitas usaha. Hal ini dapat diketahui berdasarkan estimasi kemampuan pengrajan perahu dalam memproduksi perahu per bulan dengan nilai modal dan total penjualan yang telah diketahui. Selisih kecepatan dalam menyelesaikan satu buah perahu akan memberikan perbedaan dari sisi keuntungan. Perbedaan nilai produktivitas dari usaha produksi kedua perahu dengan bahan yang berbeda sebagaimana dimaksud dapat dilihat pada Tabel 3 yang menjelaskan tentang estimasi keuntungan. Perbedaan tersebut menunjukkan adanya kenaikan produktivitas akibat pergantian dari material kayu ke material plastik HDPE.

Tabel 3. Estimasi Keuntungan

Bahan Utama Prahau	Parameter	C (Juta)	Unit Per Bulan	Jumlah (Juta)
Jati	Penjualan	10	6	60
	Modal	8 Juta	6	48
	Keuntungan			12
Plastik HDPE	Penjualan	8,5	7,5	63,75
	Modal	6 Juta	7,5	45
	Keuntungan			18,75

b. Pembahasan

Perubahan desplasemen akibat penambahan berat akan menimbulkan perubahan pada titik berat prahu. Hal tersebut berlaku jika titik berat yang ditinjau mengambil asumsi bahwa ukuran utama dari prahu yang dianalisis tidak mengalami perubahan (L, B, dan H tidak berubah).. Perbedaan berat akibat pergantian bahan dari kayu ke plastik dapat mencapai $\pm 55\%$ lebih ringan. Perhitungan tersebut menggunakan data tebal kulit perahu 2 cm, dan diambil densitas kayu untuk kulit 0,7 [2], sedangkan ketebalan kulit perahu dari plastik 0,8 cm dengan densitas untuk plastik kemasan jenis HDPE menurut Feldman & Hartomo [6] adalah $0,941 - 0,966 \text{ g/cm}^3$, atau *spezific gravity* menurut Mujiarto [7], $0,93 - 0,96$.

Perbedaan berat akibat perubahan material tersebut dapat dihitung berdasarkan luas selubung kulit dari perahu, baik yang berbahan kayu maupun plastik HDPE. Hal tersebut disebabkan karena kedua perahu yang diperbandingkan memiliki ukuran (L, B, dan H) yang sama. Hasil perhitungan menunjukkan berat kulit kayu = 171,3 Kg dan berat kulit plastik HDPE = 94 Kg, dengan selisih berat = 77 Kg, atau 55 % dari berat kulit kayu.

Perbedaan berat hingga 55 % (77 kg) identik dengan penambahan kapasitas muat sebesar nilai perbedaan tersebut. Penambahan beban muatan tersebut akan membenamkan perahu plastik HDPE sebesar sarat prahu kayu, atau dengan kata lain untuk prahu dengan ukuran (L, B, dan H) yang

sama, kapasitas muat prahu plastik lebih besar dari pada kapasitas muat perahu kayu.

Hasil perhitungan menunjukkan jarak titik berat arah vertikal diukur dari garis basis (*Centre Of Gravity / COG*) dari Prahu 1 = 0,12 m, Prahu 2 = 0,13 m dan Prahu kayu = 0,16. Untuk ukuran lebar yang sama dan jarak metasenter yang tetap, maka tinggi sarat terkecil akan menghasilkan tinggi metasenter di atas titik berat yang paling besar (MG Besar), atau momen balik dengan lengan GZ yang besar. Berdasarkan azas tersebut maka dapat disimpulkan bahwa stabilitas dari perahu plastik HDPE relatif lebih baik dari pada perahu kayu dengan estimasi nilai lengan GZ yang relatif besar yang dimiliki oleh perahu plastik HDPE.

Berdasarkan estimasi nilai COG di atas, juga dapat diperkirakan nilai periode *rolling* dari perahu plastik HDPE relatif lebih kecil dari pada periode *rolling* dari perahu kayu, sehingga gerakan oleng dari perahu plastik HDPE relatif lebih besar dari pada gerakan oleng dari perahu kayu. Burger & Corbet [9], menjelaskan hubungan antara perubahan titik berat dengan periode *rolling* yang dimaksud dapat dilihat pada Persamaan 1, 2, & 3, di mana pada persamaan tersebut menunjukkan bahwa periode *rolling* (T) merupakan fungsi dari nilai MG dan lebar perahu (B). Rawson & Tupper, [8], menerangkan bahwa tinggi metasenter di atas titik apung (BM) dapat ditentukan melalui karakteristik lebar kapal (B). Burger & Corbet [9], menggunakan nilai B dan tinggi metasenter di atas garis basis (MG) sebagai parameter dalam menentukan periode *rolling* atau periode natural badan kapal.

$$T = C \frac{B}{\sqrt{(GM)}} \dots\dots\dots (1)$$

$$Mr = D.GM.\theta \dots\dots\dots (2)$$

$$GM = \frac{Mr}{D\theta} \dots\dots\dots (3)$$

di mana :

- T = periode *rolling* kapal (dt)
- C = konstanta, tergantung pada type kapal.
- B = lebar kapal (m)

GM = tinggi metasenter di atas titik berat kapal (m)

Mr = moment balik (*righting moment*) (ton.m)

D = Displasement kapal (ton)

θ = sudut kemiringan kecil (θ = 15° -20°)

Perahu plastik HDPE akan memiliki intensitas oleng yang sama dengan intensitas oleng perahu kayu ketika beban muatan telah dari perahu plastik HDPE telah membenamkan perahu tersebut pada level sarat (T) yang sama dari kedua perahu. Sifat oleng yang besar besar dapat mengganggu kenyamanan, tetapi di sisi lain nilai periode ini juga menunjukkan kemampuan balik (*stabilitas*) perahu yang baik.

Faktor ekonomis pada umumnya bertolak belakang dengan kebutuhan tentang pemenuhan kualitas teknis (*faktor teknis*). Tuntutan yang tinggi akan suatu kriteria teknis pada umumnya akan diikuti oleh biaya ekonomi yang tinggi. Oleh sebab itu dalam perencanaan awal akan dimasukkan aspek ekonomis yang berpengaruh langsung terhadap kriteria teknis. Beberapa model optimasi pun akhirnya banyak ditawarkan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Model penyelesaian dapat dilakukan secara terintegrasi dalam suatu sistem perencanaan atau dapat dijadikan model penyelesaiannya secara terpisah.

Liang & Shang [10], mencoba mengajukan sebuah metode berdasarkan *game theory* untuk menyelesaikan persoalan multidisiplin terkait pengambilan keputusan. Dalam metode ini problem sosial ekonomi dan lingkungan telah dimasukan sebagai bahan pertimbangan dalam prosedur desain awal kapal.

Pembuatan perahu kayu pada umumnya dikerjakan menurut kebiasaan, adat-istiadat dengan model perhitungan ekonomi yang sederhana. Semua kegiatan berjalan dan mengalir begitu saja mengikuti rutinitas dan naluri alami. Demikian pula dengan kondisi pengrajin perahu di Dusun Boyolayar Kedung Ombo Sragen, para pengrajinnya membangun usaha di bidang pembuatan perahu dengan pengetahuan yang diturunkan secara turun temurun. Kondisi tersebut juga diiringi oleh konsep management yang tidak terlalu rumit.

Hal tersebut tidak berarti menutup sama sekali terhadap perubahan dari luar. Pada dasarnya setiap perubahan yang memberikan keuntungan yang nyata bagi masyarakat pasti akan diterima dengan

baik. Misalnya proses pengolahan material untuk kebutuhan pembuatan perahu, tidak lagi menggantungkan pada peralatan konvensional yang hanya mengandalkan tenaga manusia, tetapi kini sudah beralih dengan menggunakan peralatan mekanik bertenaga listrik, misal mesin ketam listrik, mesin gerinda listrik, dan sebagainya. Pada kenyataannya penggunaan alat-alat tersebut mampu mempercepat pekerjaan dan pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas usaha.

Plastik HDPE dalam beberapa hal telah menunjukkan kelebihan sebagai material alternatif pengganti material kayu kulit lambung perahu. Keberadaannya cukup melimpah, harga murah, memiliki ketahanan terhadap lapuk yang baik, kekuatan tarik yang tinggi, dan proses pengolahannya relatif mudah. Hal ini akan memberikan nilai tambah yang cukup signifikan bagi pengrajin perahu kayu. Persoalan penting yang perlu diperhatikan di sini adalah kesiapan SDM pengrajin dalam menerima suatu pengalaman atau pengetahuan baru dalam hal penggunaan material plastik HDPE yang dimaksud.

Estimasi kenaikan produktivitas akibat penggunaan material plastik HDPE didasarkan atas kecepatan dan kemampuan dari pengrajin perahu dalam menyelesaikan satu unit perahu, modal yang harus dikeluarkan untuk pembuatan per unit, serta nilai penjualannya. Parameter yang dimaksud akan digunakan sebagai tolak ukur dalam menentukan produktivitas usaha, yaitu nilai r yang merupakan perbandingan antara keuntungan yang diperoleh dalam satu bulan dengan modal yang dikeluarkan dalam periode yang sama.

Berdasarkan nilai rasio r diperoleh produktivitas dari usaha perahu berbahan plastik HDPE lebih tinggi dari pada perahu kayu, dengan indikator nilai r dari usaha perahu plastik lebih tinggi dari r perahu kayu, yaitu $r = 0,417$, sedangkan r perahu kayu = $0,25$. Perubahan nilai r tersebut menunjukkan kenaikan produktivitas sebesar 56 % atau selisih keuntungan sebesar Rp. 6,75 juta per bulan.

Seiring perjalanan waktu nilai produktivitas tersebut diperkirakan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena kemampuan dari para pengrajin perahu dalam menangani material plastik HDPE akan semakin baik. Kemampuan dalam menangani material yang dimaksud akan

berkaitan langsung dengan kecepatan produksi perahu dalam jumlah total unit per bulan.

4. KESIMPULAN

Pemanfaatan plastik HDPE bekas drum kemasan bahan-bahan kimia memberikan keuntungan dalam bidang teknis, antara lain pertambahan kapasitas perahu menjadi 55 % atau 77 kg, stabilitas yang lebih baik dengan nilai COG (titik berat perahu di atas garis basis), yaitu = $0,12$ m, sedangkan untuk perahu kayu COG = $0,16$ m ($MG_{HDPE} > MG_{kayu}$), umur pakai yang lebih lama (>10 th). Selain keuntungan tersebut, material plastik HDPE mudah dalam pengolahan dan relative cepat, hal ini ditunjukkan dari selisih produk yang dihasilkan dalam satu bulan ($1,5 - 2$ unit per bulan).

Keuntungan dalam bidang ekonomi dari hasil pemanfaatan material plastik yang dimaksud, pengrajin perahu dapat meningkatkan produktivitas usahanya hingga mencapai 56 % dengan selisih keuntungan Rp. 6,75 juta. Hal tersebut terukur dari nilai rasio keuntungan yang diperoleh dengan modal yang dikeluarkan dalam satu bulan (r). Nilai produktivitas akan bertambah secara signifikan dengan meningkatnya jumlah produk yang dihasilkan dalam satu bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurachman, Hadjib, N., (2006), Pemanfaatan kayu hutan rakyat untuk komponen bangunan. PROSIDING Seminar Hasil Litbang Hutan 2006, Indonesia, Hal : 130 -148.
- [2] Sumargo, W., Nanggara.S.G., Nainggolan, F.A, Apriani, I., (2011), *Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode Tahun 2000 -2009*, Edisi Pertama, Forest Watch Indonesia, Bogor Indonesia.
- [3] BKI (1996), *Biro Klasifikasi Indonesia, Buku Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Laut, Peraturan Kapal kayu*, Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta Indonesia
- [4] Kadir, 2012, Kajian Pemanfaatan Sampah Plastik Sebagai Sumber Bahan Bakar Cair, DINAMIKA Vol. 3 No.2 : 223 - 228

- [5] Ermawati Rahyani, 2011, Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif, Vol. 5 No. 3 :257 -263
- [6] Feldman Dorel, Hartomo Anton, J., 1995, *Bahan Polimer Konstruksi Bangunan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [7] Mujiarto Iman, 2005, Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif, Traksi Vol. 3 No. 2
- [8] Burger, W., Corbet, A.G., 1966, *Ship Stabilizers*, Pergamon Press, London.
- [9] Rawson, KJ., Tupper, EC., 2001, *Basic Ship Theory (Hydrostatics and Strength)*, Butterworth Heinemann, Newdelhi.
- [10] Liang Zheng Xuan, Yan Lin, Shang Ji Zhuo, 2009, Collaborative Multidisciplinary Decision Making Based on Game Theory in Ship Preliminary Design, *Journal Material Science Technology* 14 : 334 – 344.