

# ANALISA SAMBUNGAN GROOVE PADA PENGELASAN HDPE SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF KONSTRUKSI KAPAL KAYU NELAYAN

Sulaiman<sup>1</sup>, Samuel Febriary Khristyson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang Jawa Tengah, Indonesia 50275  
Email: [sulaimannaval1405@gmail.com](mailto:sulaimannaval1405@gmail.com)

## Abstrak

Pembangunan perahu nelayan tradisional dan bangunan apung lainnya terkendala oleh minimnya pasokan bahan baku kayu dalam pembangunannya beberapa tahun terakhir, akibat larangan penggunaan kayu ilegal dan isu lingkungan, sehingga harga perahu menjadi sangat mahal. mahal, sehingga perlu menggunakan alternatif bahan bangunan apung dan kapal penangkap ikan terutama yang berukuran di bawah 12m yang salah satunya menggunakan bahan canggih seperti HDPE. Agar dapat digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan terapung dan perahu nelayan, perlu dilakukan serangkaian kajian yang nantinya dapat menilai kelayakan bahan tersebut sebagai pengganti kayu yang selama ini digunakan perahu kayu. pengrajin di sepanjang pantai Pantura. Penelitian yang akan dilakukan adalah menguji kuat tarik pada sambungan konstruksi, kemudian dikembangkan dengan uji lentur dan uji geser pada : material, sambungan las struktur konstruksi yang terbuat dari lembaran HDPE dan dianalisis kelayakannya untuk digunakan sebagai konstruksi. perahu nelayan tradisional dan bangunan terapung lainnya. Hasil pengujian berupa rekomendasi struktur konstruksi kapal HDPE yang lebih ringan dan tahan lama (+50 tahun) sebagai pengganti konstruksi yang terbuat dari kayu untuk kapal nelayan tradisional.

**Kata Kunci:** HDPE, *tensile strength*, *bending test*, *shear test*, konstruksi kapal

## Abstract

The construction of traditional fishing boats and other floating structures has been hampered by the lack of wood raw materials in their construction in recent years, due to the prohibition on the use of illegal wood and environmental issues, so that the price of boats has become very expensive. expensive, so it is necessary to use alternative floating building materials and fishing vessels, especially those under 12m in size, one of which uses advanced materials such as HDPE. In order to be used as a construction material for floating buildings and fishing boats, it is necessary to conduct a series of studies that will later be able to assess the feasibility of these materials as a substitute for wood which has been used by wooden boats. craftsmen along the coast of Pantura. The research that will be carried out is to test the tensile strength of the construction joint, then develop it with a flexural test and a shear test on: materials, welded joints of construction structures made of HDPE sheets and analyze their feasibility for use as construction. traditional fishing boats and other floating structures. The test results are in the form of a recommendation for a lighter and more durable HDPE boat construction structure (+50 years) as a substitute for construction made of wood for traditional fishing boats.

**Keywords:** HDPE, *tensile strength*, *bending test*, *shear test*, ship construction

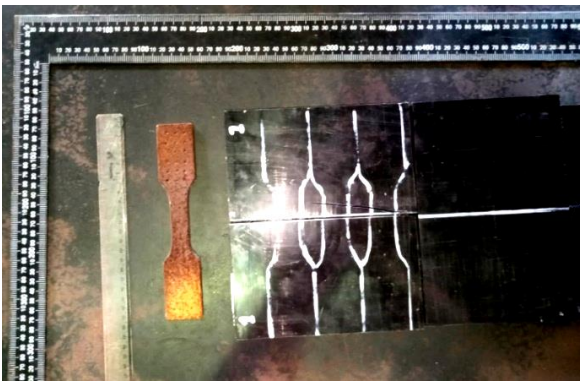
## 1. PENDAHULUAN

Perahu nelayan kayu yang dibangun oleh pengrajin perahu kayu di sepanjang pantai utara pulau Jawa saat ini mengalami kesulitan dalam memasok bahan kayu. Selain itu, harga kayu ini setiap tahunnya juga selalu mengalami kenaikan, khususnya kayu jati. "Per m<sup>3</sup> dengan panjang kayu 3 meter, harganya mencapai Rp. 13 juta, selain itu juga harus legal. Perahu kayu dengan panjang 12 - 18 meter membutuhkan bahan kayu 2,3 sampai 6 (m<sup>3</sup>) untuk badan/lambung hanya

dengan ketebalan 3 cm, kapal dengan panjang 24 meter membutuhkan antara 30 sampai 30. 50 m<sup>3</sup>. Perahu kayu dapat digunakan selama 10 tahun, setelah itu membutuhkan perawatan dan perbaikan yang mahal. Pengrajin perahu kayu mencoba membuat perahu kayu lebih tahan lama dengan melapisinya menggunakan fiberglass dengan ketebalan lebih dari 5 mm, dan ini menyebabkan kenaikan harga perahu kayu yang luar biasa.

Nelayan sangat membutuhkan perahu yang kuat dan murah, sehingga perlu diupayakan mencari bahan alternatif pengganti

kayu dalam pembangunan perahu nelayan tradisional, namun perahu nelayan harus laik laut sesuai dengan peraturan kapal khusus yang panjangnya di bawah 24 meter, agar untuk menjamin keselamatan nelayan selama melaut. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah dari limbah drum plastik HDPE. Potensi pembuatan material alternatif berupa komposit serat alam seperti bambu dan rotan serta material lainnya telah banyak dilakukan, seperti komposit bambu dengan plastik HDPE atau polietilen (PE) dan *polipropilen* (PP) yang merupakan salah satu bahan yang umum digunakan [1]. menggunakan termoplastik, karena harga dan suhu pemrosesan yang relatif rendah (H. Liu, et al), lihat gambar 1. Bahan HDPE memiliki sifat morfologi MFR (190°C/2,16 kg) = 6,1 g/10 menit, densitas = 0,952 g/cm<sup>3</sup> [2,3].



**Gambar 1.** Lembar HDPE

Keuntungan menggunakan HDPE sheet untuk konstruksi kapal dan bangunan apung lainnya antara lain: **Ketahanan:** Lembaran HDPE memiliki ketahanan kimia dan benturan yang tinggi, selain tahan terhadap karat, busuk, serangga, jamur, dan jamur. **Rentang Hidup:** HDPE kimia tinggi, tahan cuaca dan benturan; itu bisa bertahan lebih lama dari kebanyakan bahan tradisional, seperti kayu dan lain-lain. **Daya Tahan:** Daya tahan HDPE yang tinggi dan bobotnya yang ringan adalah salah satu faktor terpenting dalam penggunaannya, aplikasi luar ruangan, dan tahan terhadap beberapa cuaca paling ekstrem. **Fleksibilitas:** Lembaran HDPE dengan cepat dan mudah

dicetak ke dalam hampir semua bentuk. Akibatnya, pencetakan/transformasi dapat dilakukan di pabrik atau di lokasi (sering dilakukan dalam pekerjaan perbaikan). **Keberlanjutan:** Produk HDPE mudah didaur ulang. Tujuan utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan lembaran HDPE yang sangat baik sebagai bahan alternatif pengganti kayu pada konstruksi kapal nelayan tradisional.

Tegangan total pada ketiga jaringan tersebut merupakan penjumlahan dari masing-masing komponen tegangan yang dialami oleh masing-masing jaringan [4]. Deformasi total gradien  $F$  pada model TNM terdiri dari komponen ekspansi mekanis dan termal sebagai berikut:

$$F = F^{(M)} \cdot F^{(TH)} \tag{1}$$

dimana  $F^{(M)}$  adalah komponen mekanis dari deformasi total gradien, dan  $F^{(TH)}$  adalah komponen termal. Komponen mekanis dari gradien deformasi jaringan A dan B dapat diuraikan menjadi komponen elastis dan visko-plastic [5].

$$F^{(M)} = F_n^e \cdot F_n^v \tag{2}$$

dimana subskrip  $n$  menunjukkan jaringan A atau B,  $F_n^e$  adalah elastis gradien deformasi dan  $F_n^v$  adalah gradien deformasi visko-plastic [6]. Tegangan Cauchy yang bekerja pada jaringan A dan B dapat dinyatakan dengan versi model delapan rantai yang bergantung pada suhu.

$$\sigma^n = \frac{\pi_n}{J_n^e \gamma_n^{-e}} \left[ 1 + \frac{\theta - \theta_n}{\theta^m} \right] dev(b_n^{-c}) + k(j_n^e - 1)I \tag{3}$$

dimana  $J_n^e \cdot \gamma_n^{-e}$ ,  $dev(b_n^{-c})$  adalah tensor deformasi *Cauchy-Green*,  $k(j_n^e - 1)$  adalah regangan rantai efektif dan  $\theta - \theta_n$  adalah invers fungsi Langevin di mana  $L(x) = coth(x) - 1/x$  [7].

## 2. METODE

Bahan HDPE telah banyak digunakan dalam industri otomotif dan dirgantara karena

dapat dengan mudah diproduksi dalam berbagai bentuk untuk menawarkan tingkat kebebasan desain yang tinggi [8,9]. Adapun spesifikasi material properties untuk bahan yang akan dilakukan pengujian terlihat pada tabel 1, dengan ukuran pada tabel 2.

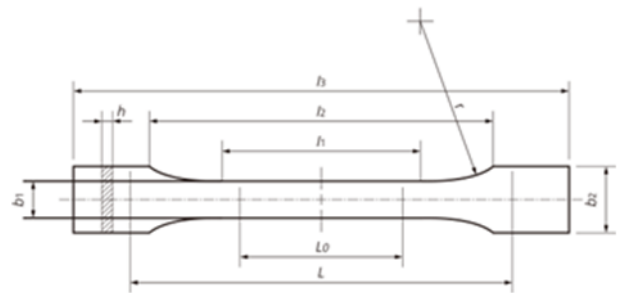
**Table.1.** HDPE *physical and mechanical properties*[10]  
*Material properties.*      *Testing Standard*

Melt Flow Index	ASTM D1238
Tensile Strength at Yield	ASTM D638 Type IV Tensile Specimen
Elongation at Break	ASTM D638 Type IV Tensile Specimen
Density	ASTM D792
Melting Temperature	ASTM D3418

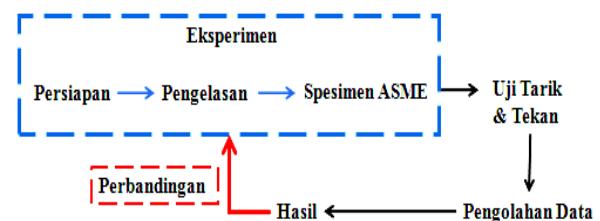
**Table 2.** ASTM D638 Specimen Dimensions[2]

Size	Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V
Full length, $l_3$	165	185	165	115	
Parallel length, $l_2$	57	57	57	33	63.5
Gauge length, $l_1$	50	50	50	25	-
Parallel section width, $strong1$	13	6	19	6	7.62
Thickness ( $h$ )	7 mm or less ( Recommend 3.2±0.4 mm )		7mm to 14mm	4mm or less	
Grip section width, $strong2$	19	19	29	19	9.53
Distance between grips	115	135	115	65	25.4

Uji Bending dan Tarik Alat yang disiapkan dalam percobaan ini antara lain: Mesin Uji Tarik, Benda Uji, Timbangan, Kaliper Vernier. Pengukuran uji: Batas proporsionalitas, Batas elastis, Kekuatan luluh, Daya ultimit, Modulus elastisitas, Persentase perpanjangan, Persentase pengurangan penampang. Prosedur: Ukur panjang dan diameter spesimen asli, Tempatkan spesimen ke dalam ragam mesin uji, Nyalakan mesin uji, catat data yang dihasilkan oleh mesin, Baca data lebih hati-hati saat titik hasil mendekat, titik pamungkas, Ukur nilai elongasi dengan bantuan pembagi dan penggaris, Lanjutkan pengujian sampai terjadi patah, hubungkan kedua bagian benda uji yang patah, ukur dimensi akhir benda uji. Adapun alur dalam penelitian ini pada gambar 3.



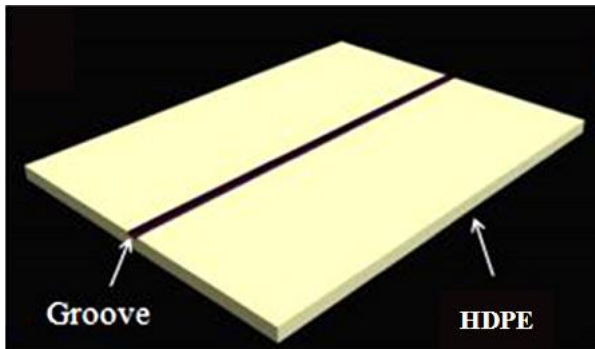
**Gambar 2.** Sket of ASTM D638 Specimen Measurement[2]



**Gambar 3.** Metodologi Penelitian

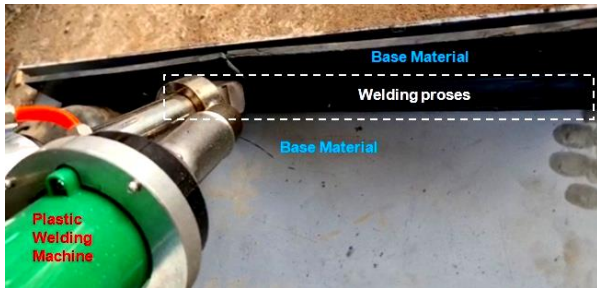
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal penelitian adalah membuat benda uji dari bahan HDPE dari plat HDPE yang dibuat menjadi lembaran HDPE berukuran 165 mm x 25 mm x 4 mm untuk satu lapis dan berukuran 165 mm x 25 mm x 8 mm. untuk dua lapis, lihat gambar 4.



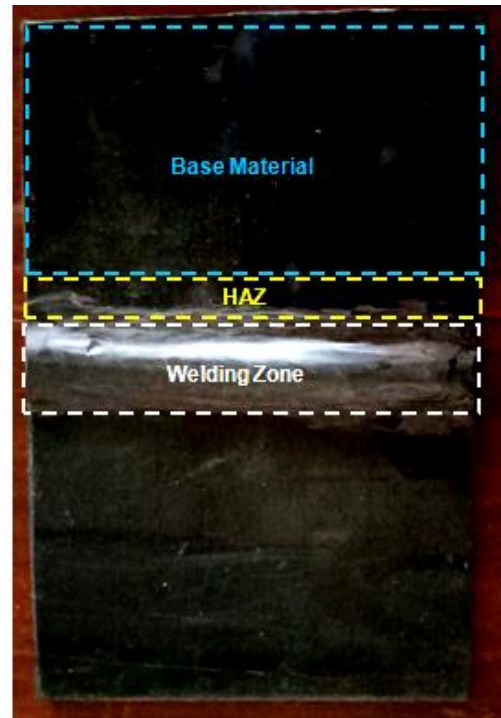
Gambar 3. *Welding Plan* HDPE

Spesimen dibersihkan dari debu dan pelumas kental serta bahan asing lainnya, sebelum dilakukan proses pengelasan, lihat gambar 4.



Gambar 5. Proses Pelngelasan HDPE

Benda uji dilas dengan las plastik HDPE membentuk V groove dengan sudut 30°, 45° dan 60° (single V butt joint) dengan jarak 1 sampai 3 mm dari pangkal las, seperti terlihat pada gambar 5. Hasil pengelasan ini dilakukan dengan cara pembengkokan menggunakan mesin bending dan pengujian tarik material menggunakan mesin universal testing.

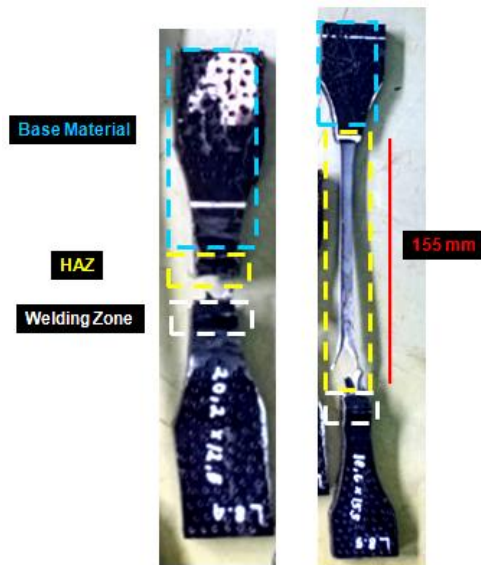


Gambar 5. Hasil pengelasan HDPE

Kemudian setelah dilakukan pengukuran, terdapat beberapa sampel yang memenuhi kriteria ukuran standar. Selanjutnya dilakukan pengujian tarik sesuai terlihat pada gambar 6 dan 7.

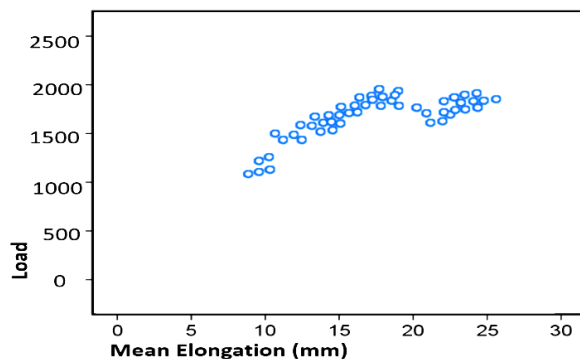


Gambar 6. Proses Uji Tarik HDPE



Gambar 7. Hasil Uji Tarik HDPE

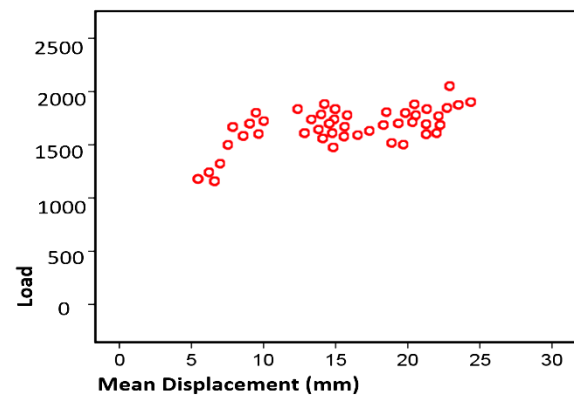
Sambungan las HDPE dengan pola groove V (single V butt joint) dan ketebalan material rata-rata 3,035 mm, menghasilkan kuat tarik rata-rata sebesar 2134,94 N dengan luas penampang 58,79 mm<sup>2</sup> atau 18,91 MPa, lihat gambar 8.



Gambar 8. Analisis hasil uji kekuatan tarik

Kuat tarik untuk dua lapis laminasi dengan pengelasan longitudinal (A2), diperoleh rata-rata tebal 6,59 mm menghasilkan kuat tarik rata-rata sebesar 2250,48 N dengan luas penampang 124,28 mm<sup>2</sup> atau 17,9 MPa. Kuat tarik untuk dua lapis laminasi dengan las silang (A3), diperoleh rata-rata tebal 7,42 mm menghasilkan kuat tarik rata-rata sebesar 2224,26 N dengan luas penampang 140,31 mm<sup>2</sup> atau 16,45 MPa. Hasil pengujian bending dari dua lapis lembaran HDPE (A4) menghasilkan tegangan

bending rata-rata sebesar 23,37 MPa dan modulus elastisitas sebesar 692,70 MPa, lihat gambar 9.



Gambar 9. Analisis hasil uji kekuatan tekan

#### 4. KESIMPULAN

Hasil uji tarik dan tekuk sambungan las pada pembuatan konstruksi lembaran HDPE menggunakan metode las Plastic, dimana terdapat beban maksimum rata-rata 1011,94 N (newton) atau 17,21 MPa) untuk sambungan las. Hasil uji tarik konstruksi laminasi dua lapis diperoleh beban maksimum rata-rata 2725,48 N atau sebesar 17,9 MPa. Hasil uji lentur sambungan las dua lapis dengan rata-rata 23,37 MPa jauh lebih tinggi dari syarat minimum kekuatan lambung kecil dan modulus elastisitas 692,70 MPa.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung dalam penulisan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Chemistry Council and Association of Plastic Recyclers, 2017, "2016 United States National Postconsumer Plastic Bottle Recycling Report", American Chemistry Council Report 2017.
- [2] ASTM. Annual Book of ASTM Standards 08.01, D638-91, Standard Mechanical Testing Methods for

- Plastics, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1993, pp. 161–173.1993.
- [3] Badache, A., Benosman, A. S., Senhadji, Y., & Mouli, M. Thermo-physical and mechanical characteristics of sand-based lightweight composite mortars with recycled high-density polyethylene (HDPE). *Construction and Building Materials*, 163, 40-52. 2018.
- [4] Bledzki, A. K., Mamun, A. A., & Faruk, O. Abaca fibre reinforced PP composites and comparison with jute and flax fibre PP composites. *eXPRESS polymer letters*, 1(11), 755-762. 2007.
- [5] ISO. *Plastics—Determination of tensile properties—Part 1: General principles*. International Organization of Standardization: Geneva, Switzerland. 527-1. 2012.
- [6] Khalaf, M. N. Mechanical properties of filled high density polyethylene. *Journal of Saudi chemical society*, 19(1), 88-91. 2015.
- [7] Liu, H., Wu, Q., & Zhang, Q. Preparation and properties of banana fiber-reinforced composites based on high density polyethylene (HDPE)/Nylon-6 blends. *Bioresource technology*, 100(23), 6088-6097. 2009.
- [8] Shah, V. . *Handbook of plastics testing and failure analysis*. John Wiley & Sons.2020.
- [9] Thakare, K. A., Vishwakarma, H. G., & Bhave, A. G. Experimental investigation of possible use of HDPE as thermal storage material in thermal storage type solar cookers. *Journal of Research in Engineering and Technology*, 4, 92-99. 2015.
- [10] Yao, Z., Zhang, J., Gao, F., Liu, S., & Yu, T. Integrated utilization of recycled crumb rubber and polyethylene for enhancing the performance of modified bitumen. *Construction and Building Materials*, 170, 217-224.2018.