

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN KEKUATAN LAMINASI PADA KAPAL  
FIBERGLASS**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KONSTRUKSI PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK**

**2024**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Perbandingan Kekuatan Laminasi pada Kapal Fiberglass" ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis dan membandingkan kekuatan laminasi pada kapal fiberglass dengan menguji berbagai susunan serat dan metode laminasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang perkapalan, khususnya dalam peningkatan kualitas dan keandalan kapal fiberglass.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Yulia Ayu Nastiti, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan motivasinya selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik, yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga selama masa studi.
3. Orang tua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tiada henti.
4. Teman-teman dan rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan bantuan, motivasi, dan kebersamaan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat beberapa kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik yang bermanfaat untuk perbaikan di masa mendatang dari berbagai sumber. Akhirnya, penulis berharap Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan memberikan dampak positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di industri Perkapalan.

Gresik, 18 Juli 2024

Penulis

Ahmad Zakariya

## **ABSTRAK**

### **PERBANDINGAN KEKUATAN LAMINASI PADA KAPAL FIBERGLASS**

**Oleh : Ahmad Zakariya**

Industri maritim semakin banyak menggunakan kapal berbahan fiberglass sebagai alternatif yang ringan dan kuat dibandingkan kapal tradisional berbahan kayu. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kekuatan laminasi pada kapal fiberglass dengan menguji berbagai susunan serat dan metode laminasi. Penelitian ini menggunakan tiga variasi sampel laminasi: Variasi 1 CSM-WR-CSM-WR-CSM, Variasi 2 WR-CSM-WR-CSM-WR, dan Variasi 3 CSM-CSM-CSM-WR-WR dengan perbedaan jenis serat dan teknik laminasi. Metode pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell HRC, prinsipnya adalah menekan penetrator ke material uji dengan beban tertentu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi serat setipe kemudian dilaminasi dengan serat berbeda, yakni dengan CSM-CSM-CSM-WR-WR, menghasilkan kekerasan tertinggi sebesar 84,3 HRC. Kombinasi ini menunjukkan bahwa penyusunan material setipe sebelum dilaminasi adalah metode yang lebih baik. Hal ini disebabkan oleh perbedaan material antara CSM dan WR, di mana WR merupakan lapisan berupa kain, sementara CSM berupa serat. Ketika CSM bertemu dengan CSM, terjadi bonding yang lebih kuat, yang pada akhirnya meningkatkan kekerasan dan kekuatan material. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa pemilihan susunan serat yang baik dan teknik laminasi yang tepat dapat secara signifikan meningkatkan kekuatan dan daya tahan kapal fiberglass. Penelitian ini memberikan wawasan baru bagi industri maritim dalam meningkatkan kualitas dan keandalan kapal fiberglass.

**Kata Kunci :** FRP, Kekuatan Material, Laminasi Serat.

## ABSTRACT

### COMPARISON OF LAMINATION STRENGTH ON FIBERGLASS SHIP

By : Ahmad Zakariya

The maritime industry is increasingly using fiberglass boats as a lightweight and strong alternative to traditional wooden boats. This study aims to compare the strength of laminates on fiberglass boats by testing various fiber arrangements and lamination methods. This study used three variations of laminate samples: Variation 1 CSM-WR-CSM-WR-CSM, Variation 2 WR-CSM-WR-CSM-WR, and Variation 3 CSM-CSM-CSM-WR-WR with different fiber types and lamination techniques. The hardness testing method was carried out using the Rockwell HRC method, the principle of which is to press the penetrator into the test material with a certain load. The test results showed that the combination of the same type of fiber then laminated with different fibers, namely with CSM-CSM-CSM-WR-WR, produced the highest hardness of 84.3 HRC. This combination shows that the arrangement of the same type of material before lamination is a better method. This is due to the difference in material between CSM and WR, where WR is a layer in the form of fabric, while CSM is in the form of fiber. When CSM meets CSM, a stronger bonding occurs, which ultimately increases the hardness and strength of the material. The conclusion of this study is that the selection of good fiber arrangement and proper lamination technique can significantly improve the strength and durability of fiberglass boats. This study provides new insights for the maritime industry in improving the quality and reliability of fiberglass boats.

**Keywords:** FRP, Material Strength, Fiber Lamination.

## DAFTAR ISI

|                                                                             |      |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| HALAMAN SAMPUL .....                                                        | i    |
| LEMBAR PENEGASAN .....                                                      | ii   |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....                                       | iii  |
| LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR .....                                        | iv   |
| LEMBAR PENGESAHAN .....                                                     | v    |
| MOTTO .....                                                                 | vi   |
| KATA PENGANTAR .....                                                        | vii  |
| ABSTRAK .....                                                               | viii |
| DAFTAR ISI.....                                                             | x    |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                          | xii  |
| DAFTAR TABEL.....                                                           | xiv  |
| DAFTAR RUMUS .....                                                          | xv   |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                                                        | xvi  |
| BAB I Pendahuluan .....                                                     | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                    | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                                                   | 2    |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                                                 | 2    |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                                    | 3    |
| 1.5 Manfaat Penelitian .....                                                | 3    |
| BAB II Landasan Teori.....                                                  | 4    |
| 2.1 Pengertian Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) .....                    | 4    |
| 2.2 Pengertian Penguat (serat).....                                         | 5    |
| 2.3 Pengertian Matriks (bagian dari komposit).....                          | 6    |
| 2.4 Jenis serat penguat komposit.....                                       | 6    |
| 2.5 Jenis lapisan pada komposit berlapis .....                              | 8    |
| 2.6 Bahan pendukung pembuatan komposit .....                                | 8    |
| 2.7 Resin Epoxy .....                                                       | 9    |
| 2.8 Macam-macam jenis serat gelas.....                                      | 10   |
| 2.9 Pengertian Laminasi.....                                                | 11   |
| 2.10 Langkah-langkah proses laminasi dalam pembuatan kapal fiberglass ..... | 11   |
| 2.11 Pembangunan Kapal Fiber .....                                          | 12   |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 2.12 Macam-macam pengujian .....                    | 13 |
| 2.13 Prinsip Kerja Metode pengujian Vickers .....   | 18 |
| BAB III Metode Penelitian .....                     | 19 |
| 3.1 Flowchart (diagram alir) .....                  | 19 |
| 3.2 Identifikasi masalah .....                      | 20 |
| 3.3 Study Literatur .....                           | 20 |
| 3.4 Pemilihan Material .....                        | 21 |
| 3.5 Pembuatan Sampel & Uji Kekuatan .....           | 22 |
| 3.6 Pembahasan.....                                 | 23 |
| 3.7 Laporan & Kesimpulan.....                       | 24 |
| BAB IV Pembahasan.....                              | 26 |
| 4.1 Susunan Laminasi yang di rencanakan .....       | 26 |
| 4.2 Alat dan Bahan Pembuatan .....                  | 30 |
| 4.3 Langkah-langkah pembuatan sampel :.....         | 36 |
| 4.4 Metode pengujian kekerasan.....                 | 47 |
| 4.5 Hasil pengujian dengan Hardness test.....       | 49 |
| 4.6 Analisa hasil pengujian .....                   | 57 |
| 4.6.1 Grafik hasil uji kekerasan Rockwell HRC ..... | 59 |
| BAB V Kesimpulan .....                              | 61 |
| 5.1 Kesimpulan .....                                | 61 |
| 5.2 Saran.....                                      | 61 |
| Daftar Pustaka.....                                 | 62 |
| Lampiran.....                                       | 63 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Gambar 2. 1 Serat Panjang/tidak terputus (Continuous Fiber) [6] .....           | 7      |
| Gambar 2. 2 Serat pendek (Discontinuous fiber) [6] .....                        | 7      |
| Gambar 2. 3 Lamina dan Laminat [6] .....                                        | 8      |
| Gambar 2. 4 Prinsip kerja metode Vickers [13] .....                             | 18     |
| <br>Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian .....                                      | <br>19 |
| <br>Gambar 4. 1 Ilustrasi susunan lapisan sampel A .....                        | <br>28 |
| Gambar 4. 2 Ilustrasi susunan lapisan sampel B.....                             | 29     |
| Gambar 4. 3 Ilustrasi susunan lapisan sampel C.....                             | 30     |
| Gambar 4. 4 Serat CSM 450 dan Woven Roving 600.....                             | 31     |
| Gambar 4. 5 Resin Polimer 1 Kg dan Katalis 20 Gr.....                           | 31     |
| Gambar 4. 6 Penggaris 30 Cm .....                                               | 32     |
| Gambar 4. 7 Botol Dot Bayi 240 ML sebagai gelas takar resin .....               | 32     |
| Gambar 4. 8 Triplek (sebagai alas kerja/pembuatan sampel) .....                 | 33     |
| Gambar 4. 9 Gunting dan Pisau Cutter .....                                      | 33     |
| Gambar 4. 10 Kuas dan Roll.....                                                 | 34     |
| Gambar 4. 11 Gelas plastik bekas.....                                           | 34     |
| Gambar 4. 12 minyak goreng.....                                                 | 35     |
| Gambar 4. 13 sedotan dan spatula kecil sebagai pengaduk resin dan katalis ..... | 35     |
| Gambar 4. 14 triplek sebagai alas pembuatan sampel .....                        | 36     |
| Gambar 4. 15 Serat diukur menggunakan penggaris 30 cm .....                     | 37     |
| Gambar 4. 16 Pemotongan Serat .....                                             | 37     |
| Gambar 4. 17 Hasil potongan Woven Roving .....                                  | 38     |
| Gambar 4. 18 Hasil Potongan CSM.....                                            | 38     |
| Gambar 4. 19 Gelas Takar .....                                                  | 39     |
| Gambar 4. 20 Gelas plastik sebagai wadah Campuran Resin dan katalis .....       | 39     |
| Gambar 4. 21 Penambahan campuran katalis .....                                  | 40     |
| Gambar 4. 22 Paduan antara resin dan katalis .....                              | 40     |
| Gambar 4. 23 Mengoleskan minyak goreng ke triplek.....                          | 41     |
| Gambar 4. 24 Serat disusun di atas triplek .....                                | 42     |

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4. 25 pengolesan resin pada serat.....                              | 42 |
| Gambar 4. 26 Resin diratakan menggunakan roll.....                         | 43 |
| Gambar 4. 27 Proses pengeringan Sampel .....                               | 44 |
| Gambar 4. 28 Pengukuran sampel 10x10cm .....                               | 44 |
| Gambar 4. 29 Pemotongan sampel menjadi ukuran 10x10cm .....                | 45 |
| Gambar 4. 30 Hasil pembuatan Sampel A (CSM-WR-CSM-WR-CSM).....             | 45 |
| Gambar 4. 31 Hasil pembuatan Sampel B (WR-CSM-WR-CSM-WR).....              | 46 |
| Gambar 4. 32 Hasil pembuatan Sampel C (CSM-CSM-CSM-WR-WR).....             | 46 |
| Gambar 4. 33 Mesin uji kekerasan Rockwell .....                            | 48 |
| Gambar 4. 34 Pengujian titik pertama Sampel A .....                        | 49 |
| Gambar 4. 35 Pengujian titik kedua Sampel A.....                           | 50 |
| Gambar 4. 36 Pengujian titik ketiga sampel A .....                         | 51 |
| Gambar 4. 37 Pengujian titik pertama Sampel B.....                         | 52 |
| Gambar 4. 38 Pengujian titik kedua sampel B.....                           | 53 |
| Gambar 4. 39 Pengujian titik ketiga sampel B .....                         | 54 |
| Gambar 4. 40 Pengujian titik pertama pada sampel C.....                    | 55 |
| Gambar 4. 41 Pengujian titik kedua pada sampel C.....                      | 56 |
| Gambar 4. 42 Pengujian titik ketiga pada sampel C.....                     | 57 |
| Gambar 4. 43 Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Hardness Rockwell (HRC)..... | 59 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                 |        |
|-----------------------------------------------------------------|--------|
| Tabel 2. 1 Sifat mekanis serat gelas [2] .....                  | 4      |
| Tabel 2. 2 sifat mekanis resin polymer [2] .....                | 5      |
| Tabel 2. 3 Spesifikasi Tiap Serat Penguat [5].....              | 6      |
| Tabel 2. 4 skala kekerasan Rockwell dan huruf awalnya [12]..... | 17     |
| <br>Tabel 4. 1 Hasil uji kekerasan Rockwell HRC .....           | <br>58 |



## DAFTAR RUMUS

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Rumus 2. 1 .....     | 14     |
| Rumus 2. 2 .....     | 15     |
| Rumus 2. 3 .....     | 17     |
| <br>Rumus 4. 1 ..... | <br>47 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                           |    |
|-------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 bagan konversi kekerasan.....  | 63 |
| Lampiran 2 bagan konversi kekerasan.....  | 64 |
| Lampiran 3 bagan konversi kekerasan.....  | 65 |
| Lampiran 4 bagan konversi kekerasan.....  | 66 |
| Lampiran 5 bagan konversi kekerasan.....  | 67 |
| Lampiran 6 bagan konversi kekerasan.....  | 68 |
| Lampiran 7 bagan konversi kekerasan.....  | 69 |
| Lampiran 8 bagan konversi kekerasan.....  | 70 |
| Lampiran 9 bagan konversi kekerasan.....  | 71 |
| Lampiran 10 bagan konversi kekerasan..... | 72 |
| Lampiran 11 bagan konversi kekerasan..... | 73 |
| Lampiran 12 bagan konversi kekerasan..... | 74 |
| Lampiran 13 bagan konversi kekerasan..... | 75 |
| Lampiran 14 bagan konversi kekerasan..... | 76 |

