
ANALISA PERBANDINGAN UJI HARDNESS MATERIAL FIBERGLASS BERDASARKAN PERLAKUAN SUHU PADA PROSES PEMBUATANNYA

Nur Rohmanul Hakim¹, Yulia Ayu Nastiti², Imam Nur Rokhim³.
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : nurrohmanulhakim05@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan kapal nelayan dari bahan kayu lambat laun sudah mulai di tinggalkan. Kini nelayan sudah banyak beralih menggunakan material fiberglass. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perlakuan suhu yang berbeda selama proses pembuatan fiberglass terhadap kekerasannya. Pada penelitian ini, fiberglass diperlakukan dengan tiga variasi suhu, yaitu suhu panas (51.2°C/22%), suhu normal (29.7°C/64%), dan suhu dingin (14.8°C/94%). Setelah proses perlakuan suhu, material fiberglass kemudian diuji kekerasannya menggunakan metode uji kekerasan Rockwell HRC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban memiliki pengaruh terhadap kekerasan fiberglass. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada suhu normal, yaitu sebesar 84 HRC. Dibandingkan dengan material yang mendapat perlakuan suhu panas dan dingin, kekerasan pada suhu panas adalah 24 HRC dan pada suhu dingin adalah 43 HRC.

Kata kunci : FRP, suhu, uji kekerasan

ABSTRACT

The construction of fishermen boats from timber has gradually begun to be abandoned. Currently, many fishermen have switched to using fiberglass material against its violence. In this research, fiberglass was treated with three temperature variations, namely hot temperature (51.2°C/22%), normal temperature (29.7°C/64%), and cold temperature (14.8°C/94%). After the temperature treatment process, the fiberglass material is then tested for hardness using the Rockwell HRC hardness test method. The results of the research show that temperature and humidity have an influence on the hardness of fiberglass. The highest hardness value is found at normal temperature, which is 84 HRC. Compared to materials that are treated with hot and cold temperatures. The hardness at hot temperatures is 24 HRC at cold temperatures is 43 HRC.

Keywords : FRP, temperature, hardness test

Jejak Artikel

Upload Artikel: 3 Januari 2025
Revisi : 28 Januari 2025
Publish : 31 Januari 2025

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara yang berada pada garis khatulistiwa dan memiliki iklim tropis. Yang pada satu tahunnya mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Suatu negara yang beriklim tropis akan menerima sinar matahari sangat cukup dan memiliki curah hujan yang tinggi. Dengan adanya 2 musim ini di Indonesia maka, akan mengakibatkan adanya perubahan cuaca yang tidak menentu. Perubahan cuaca ini di pengaruhi oleh pemanasan global.(Legionosuko et al., 2019) Dampak dari pemanasan global juga di rasakan pada para pekerja galangan kapal fiberglass. Dimana, suhu yang terlalu panas dapat menyebabkan material fiberglass mengalami deformasi atau bahkan kerusakan

struktural akibat panas yang berlebihan. Di sisi lain, kelembaban yang tinggi dapat membuat proses pengeringan menjadi lebih lambat dan memungkinkan kondensasi pada permukaan material. Ini bisa menyebabkan masalah seperti bercak atau kelembaban tersimpan di dalam material. maka pada saat proses pembuatan material fiberglass perlu di perhatikan temperatur udaranya. agar mendapatkan hasil yang maksimal.

Material FRP (Fiberglass Reinforced Plastic) adalah salah satu jenis bahan fiber komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan, walaupun tidak sekaku dan seringnya bahan carbon fiber, fiberglass lebih ulet dan relatif lebih murah dipasaran. Untuk komposisi dari material komposit itu sendiri

terdiri dari dua komponen yaitu penguat (reinforcement) berupa serat dan pengikat (matrix) berupa plastik, sehingga menghasilkan kombinasi sifat yang kaku kuat dan ringan .(Alfissin et al., 2019)

Serat kaca (Fiberglass) adalah kaca cair yang di tarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005-0,01 mm, serat ini dapat di pintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain yang kemudian dilaminasi atau diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi .(Alfissin et al., 2019)

Fiberglass, yang juga dikenal sebagai fiber-reinforced polymer (FRP), telah menjadi bahan konstruksi yang populer dalam pembuatan kapal. Kekuatan, keawetan, serta kemampuan tahan terhadap korosi dan lingkungan laut membuat fiberglass menjadi pilihan yang menarik pembuat kapal.(Septyanto Putro et al., 2021) Namun, untuk memastikan kualitas dan kehandalan kapal yang terbuat dari fiberglass, penting untuk memahami pengaruh suhu selama proses pembuatannya terhadap sifat-sifat mekanik dan performa material tersebut. Dalam pembahasan ini, akan dijelaskan perbandingan uji hardness material fiberglass pada kapal berdasarkan perlakuan suhu proses pembuatannya.

Hardness / Kekerasan merupakan kemampuan meterial untuk menahan deformasi plastis yang sifatnya terlokalisasi pada suatu material yang dapat disebabkan oleh tusukan maupun goresan.(Noviyanto et al., 2018) Deformasi sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban identasi atau penetrasi (penekanan).(Sinaga et al., 2024)

Pengujian kekerasan (hardness test) adalah suatu proses yang bertujuan untuk mengetahui ketahanan suatu material terhadap deformasi pada daerah lokal atau permukaan material, khusus untuk logam deformasi yang di maksud adalah deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri adalah suatu keadaan dari material yang ketika diberikan gaya maka struktur mikronya tidak akan kembali ke bentuk semula. Dengan melakukan uji kekerasan, material dapat dengan

mudah di golongkan sebagai material ulet atau getas.(Maulana, 2018)

Sehingga serat fiberglass perlu di uji hardnes untuk mengetahui bagaimana suhu dan kelembapan yang berbeda dapat memengaruhi ketahanan material terhadap deformasi atau kerusakan akibat tekanan atau gesekan. Melalui pengujian ini, dapat dievaluasi seberapa kuat serat fiberglass dalam menghadapi berbagai tantangan lingkungan, memberikan informasi yang penting untuk aplikasi praktis dalam berbagai bidang, mulai dari konstruksi hingga manufaktur yang membutuhkan ketahanan yang optimal terhadap tekanan dan gesekan di berbagai kondisi lingkungan. Ada beberapa jenis serat penguat yang digunakan berdasarkan komposisi kimianya, antara lain :[7]

1. E-glass (Electrical glass), yaitu serat borosilicate dengan ketahanan terhadap air dan zat kimia yang baik.
2. S-glass (Strength glass), merupakan serat penguat yang mempunyai sifat lebih kuat, kaku, dan mahal. Umumnya digunakan konstruksi pada pesawat terbang.
3. Kevlar (Aramid), yaitu serat sinttetis yang mempunyai sifat thermoset, keras, tahan terhadap abrasi, memiliki kekuatan kelelahan stabil, dan kekuatan benturan yang baik. Digunakan sebagai serat penguat pada matriks keramik pada kapal perang.
4. Serat Karbon (Carbon Fiber), yaitu serat penguat yang paling kaku tetapi sifat ketahanan dan kekuatan tariknya sebanding dengan fiberglass. Jenis serat ini hanya digunakan untuk keperluan khusus, yaitu mempertinggi ketahanan benturan pada daerah kritis pada lambung atau bangunan atas kapal.

Selain bahan penguat, terdapat juga bahan pendukung yang dibedakan sesuai dengan fungsinya masing – masing, antara lain :(Tavarel et al., 2018)

1. Catalyst, berfungsi untuk menimbulkan sumber panas melalui reaksi kimia Ketika dicampurkan pada resin sehingga terjadi proses polimerisasi.

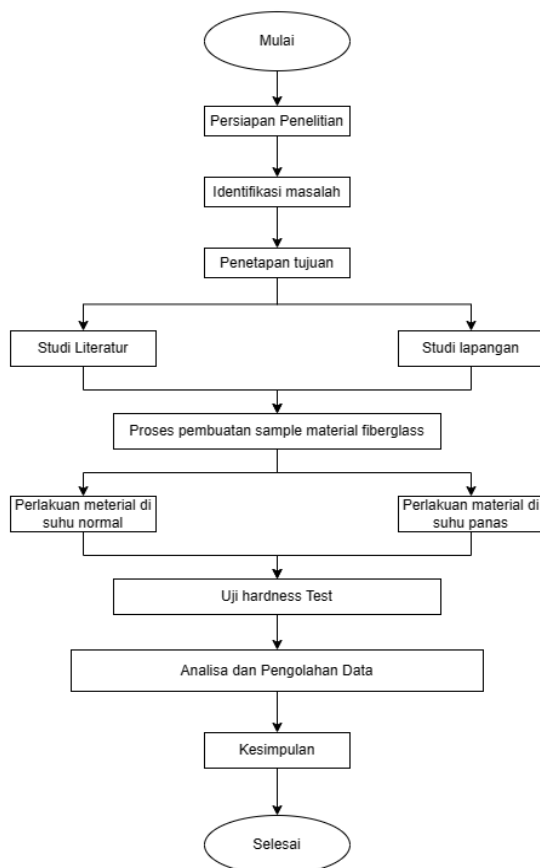
2. Accelerator, berfungsi agar katalis dan resin dapat berpolimerisasi lebih cepat tanpa pemberian panas dari luar suhu ruangan.

3. Styrene, Cairan yang bening tidak berwarna yang berfungsi untuk mengencerkan tanpa merubah karakteristik resin yang stabil selama pengerasan.

4. Gel coat, polyester resin yang diformulasikan untuk melapisi bagian luar dari fiberglass dari goresan. Mempunyai sifat ketahanan terhadap air, abrasi, dan cuaca.

5. Lapisan Pelepas (Mold release), berfungsi agar laminasi FRP tidak lengket dengan cetakan. Umumnya lapisan yang digunakan yaitu wax.

2. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart penelitian

Tahap Persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus

dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam persiapan dalam perencanaan. Untuk membantu dalam proses penyelesaian Penelitian maka perlu dibuat suatu pedoman kerja yang matang Tahap Persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data, pada tahap ini disusun kegiatan yang harus dilakukan dengan tujuan untuk mengefektifkan dalam persiapan dalam perencanaan. Untuk membantu dalam proses penyelesaian Penelitian maka perlu dibuat suatu pedoman kerja yang matang.

Sehingga waktu untuk menyelesaikan Penelitian dapat terencana dengan baik dan tercapainya sasaran penulisan Penelitian sesuai dengan bobot persoalan yang diangkat. Agar pekerjaan berjalan efektif maka perlu dibuat suatu pedoman umum, berupa alur kerja yang efisien namun dapat menjawab semua permasalahan yang akan ditinjau.

Persiapan awal yang dilakukan untuk menunjang kelancaran penyusunan Penelitian adalah sebagai berikut :

- 1) Mencari refrensi jurnal dari google scolar.
- 2) Menentukan topik yang akan di gunakan untuk penelitian.
- 3) Mengumpulkan materi sebagai refrensi dalam proses penyusunan penelitian.
- 4) Membuat proposal penelitian.
- 5) Persiapan alat dan bahan yang di butuhkan.
- 6) Melakukan eksperimen pembuatan material fiberglass di suhu panas dan normal.
- 7) Menentukan metode yang di gunakan untuk proses pengujian kekerasan matrial fiberglass.
- 8) Proses penyusunan jadwal penelitian.

Tahap identifikasi awal yang menentukan suatu permasalahan dan penetapan tujuan dari permasalahan ini. Adapun isi tahapan ini akan dijelaskan sebagai berikut :

1. Identifikasi masalah

Indonesia merupakan sebuah negara yang berada pada garis khatulistiwa dan memiliki iklim tropis. Yang pada satu tahunnya mempunyai dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Suatu negara yang beriklim tropis akan menerima sinar matahari sangat cukup dan memiliki curah hujan yang tinggi.

Dengan adanya 2 musim ini di Indonesia maka, akan mengakibatkan adanya perubahan cuaca yang tidak menentu. Perubahan cuaca ini di pengaruhi oleh pemanasan global. Dampak dari pemanasan global juga di rasakan pada para pekerja galangan kapal fiberglass. Dimana, ketika lingkungan kerja atau suhu ruangan para pekerja terlalu panas atau dingin dapat mengakibatkan masalah pada para pekerja galangan kapal fiberglass. Tidak hanya para pekerja yang terkena dampaknya namun pada saat pembuatan material kapal fiberglass juga perlu di perhatikan temperatur udaranya, agar mendapatkan hasil yang maksimal.

2. Studi Literatur

Dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai sumber data mengenai karakteristik iklim di Indonesia, suhu ruangan pekerja, material fiberglass dan metode yang di gunakan untuk uji hardness pada material fiberglass.

3. Studi lapangan

Berdasarkan pengalaman saya setelah melakukan studi lapangan pada sebuah galangan kapal fiberglass memberikan pemahaman mendalam tentang bagaimana proses pembuatan kapal fiberglass dan juga tentang bagaimana kendala yang di hadapi dalam dunia industri ini. Ketika memasuki area galangan kapal fiberglass aroma bahan kimia yang khas dari resin dan serat fiberglass menyambut kedatangan saya. langkah pertama yang saya lakukan yaitu melihat bagaimana proses persiapan bahan baku, dalam proses persiapan bahan baku saya dan teman saya turut ikut mempersiapkan serat fiberglass yang akan digunakan sebagai bahan utama.

Setelah melakukan proses persiapan bahan baku langkah selanjutnya yaitu proses pemotongan, penataan, dan penyusunan serat fiberglass dalam proses dibutuhkan keahlian dan ketelitian yang tinggi yang berguna untuk memastikan kekuatan dan kualitas kapal yang telah dibuat.

Setelah melakukan proses persiapan, pemotongan, penataan dan penyusunan langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu proses laminasi. Dimana, dalam proses ini merupakan tahapan yang kritis dalam pembuatan kapal fiberglass. Pada proses ini pengerjaan dilakukan dengan cepat dan

terampil dimana menyatukan serat fiberglass dengan resin secara hati-hati. Dalam proses juga dibutuhkan keahlian yang khusus guna untuk menghindari adanya gelembung udara dan memastikan bahwa lapisan fiberglass terdistribusi dengan merata sehingga kapal yang dihasilkan akan mempunyai kekuatan yang optimal.

Ketika studi lapangan saya juga menyaksikan bagaimana proses pembuatan cetakan kapal. Cetakan kapal yang dibuat merupakan pilar utama dalam pembuatan kapal fiberglass dan juga dalam pembuatannya harus dibuat dengan presisi. Pembuatan cetakan menggunakan teknologi dan peralatan yang modern guna untuk menciptakan bentuk kapal yang sesuai dengan desain yang diinginkan. Selanjutnya, cetakan tersebut dilapisi dengan lapisan resin dan serat fiberglass guna untuk membentuk struktur utama kapal.

Ketika saya melaksanakan studi lapangan saya tidak hanya mempelajari proses pembuatan kapal saja. Saya juga mempelajari mengenai bagaimana upaya yang dilakukan dalam hal keberlanjutan. Banyak galangan kapal fiberglass modern telah mengadopsi praktik ramah lingkungan dengan menggunakan bahan-bahan daur ulang dan teknologi yang lebih efisien dalam penggunaan energi.

Setelah melaksanakan studi lapangan di galangan kapal fiberglass saya mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai industri kapal ini. Studi lapangan tidak hanya memberikan wawasan yang praktis tetapi studi lapangan juga memberikan inspirasi mengenai pentingnya kolaborasi, inovasi, dan keberlanjutan dalam industri galangan kapal fiberglass.

Penetapan tujuan utama dari pengujian kekerasan fiberglass berdasarkan suhu pembuatan adalah untuk mengetahui bagaimana perbedaan suhu produksi dapat mempengaruhi kekerasan akhir produk fiberglass. Pengujian ini juga mencoba memahami hubungan antara suhu produksi dan kekuatan material fiberglass. Kami juga menentukan apakah perbedaan suhu pembuatan material fiberglass di beberapa suhu dapat mempengaruhi proses produksi secara signifikan, dan apakah suhu pembuatan yang berbeda dapat

mempengaruhi kekerasan produk fiberglass secara substansial.

Proses pembuatan sampel material fiberglass 1. Persiapan alat dan bahan pengujian

- a. Met 300.
- b. Wr 600.
- c. Resin.
- d. Katalis.
- e. Alat pengukur suhu ruangan (termometer).
- f. Rol.
- g. Penggaris.
- h. Amplas.

Pada proses pembuatan material fiberglass ini dilakukan dengan perlakuan suhu yang berbeda namun dengan bahan yang sama. Fiberglass adalah material yang terbuat dari serat kaca yang diperkuat dengan resin polimer. Berikut adalah proses pembuatan material fiberglass :

1. Persiapan Serat Kaca: Tahap pertama adalah mempersiapkan serat kaca. Serat kaca biasanya tersedia dalam bentuk gulungan atau lembaran. Serat kaca ini kemudian dipotong menjadi panjang yang sesuai dengan kebutuhan produk yang akan dibuat.
2. Pengolahan Serat Kaca: Serat kaca kemudian diatur sesuai dengan pola atau desain yang diinginkan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menyusun serat kaca secara manual atau menggunakan mesin penyusun serat kaca.
3. Pencampuran Resin: Resin polimer, yang merupakan bahan perekat, dicampur dengan kerasnya dan diencerkan dengan pengencer yang sesuai. Proses pencampuran harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan konsistensi yang tepat dan distribusi yang merata.
4. Aplikasi Resin: Setelah resin siap, serat kaca yang telah disusun kemudian dilapisi dengan resin menggunakan berbagai metode aplikasi, seperti sikat, semprotan, atau pencelupan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk meresapi serat kaca sepenuhnya dengan resin.
5. Penyusunan Lapisan: Setelah serat kaca dilapisi dengan resin, lapisan serat kaca yang telah diresinasi kemudian disusun secara berurutan sesuai dengan desain yang diinginkan. Proses ini mungkin melibatkan

penumpukan beberapa lapisan serat kaca untuk mencapai kekuatan dan ketebalan yang diinginkan.

6. Pematatan: Setelah lapisan serat kaca selesai disusun, produk fiberglass kemudian ditempatkan dalam cetakan yang sesuai. Pematatan dilakukan dengan menggunakan tekanan, baik dengan tangan atau dengan mesin, untuk memastikan bahwa serat kaca terikat dengan baik dan resin meresap sepenuhnya.

7. Pengeringan dan Pengerasan: Setelah pematatan selesai, produk fiberglass harus dikeringkan dan dieras dalam kondisi yang sesuai. Proses pengeringan dan pengerasan dapat melibatkan penggunaan oven atau pengering khusus, tergantung pada jenis resin yang digunakan dan persyaratan produk akhir.

8. Finishing: Setelah produk fiberglass mengeras, tahap terakhir adalah proses finishing. Ini melibatkan penghalusan permukaan, pemotongan sesuai dengan bentuk yang diinginkan, dan mungkin penambahan lapisan pelindung seperti cat atau lapisan permukaan lainnya.

2. Dimensi pengujian kekerasan.
 - a. Bahan yang digunakan adalah material fiberglass.
 - b. Jenis met yang digunakan adalah jenis met 300 dan wr 600.
 - c. Menggunakan mesin uji kekerasan rockwell HRC.
 - d. Posisi pembuatan material fiberglass dengan perlakuan suhu yang berbeda diantaranya 51.2°C/22%, 29.7°C/64% dan 14.8°C/94%.

Pada penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan Rockwell HRC Prinsip pengujian pada metoda Rockwell adalah dengan menekankan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan dan kedalaman indentasi memberikan angka kekerasan yaitu perbedaan kedalaman indentasi yang didapatkan dari beban mayor dan minor. Pengujian dengan Rockwell C memakai penetrator Sphericonical Diamond (permata berbentuk kerucut) dengan sudut puncak kerucut permata 120o. Pada pengujian kekerasan Rockwell diukur kedalaman pembenaman (t) penekan. Sebagai penekan pada benda uji digunakan

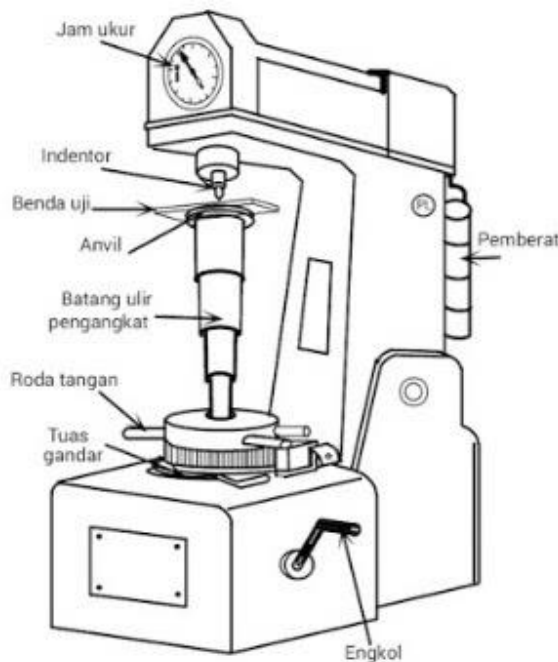
sebuah kerucut intan. Untuk menyeimbangkan ketidakrataaan yang diakibatkan oleh permukaan yang tidak bersih, maka kerucut intan ditekan keatas bidang uji, pertama dengan beban pendahuluan 10 kg. setelah ini, beban ditingkatkan menjadi 150 kg sehingga tercapai kedalaman pembedahan terbesar. Sebagai ukuran digunakan kedalaman pembedahan menetap t dalam mm yang ditinggalkan beban tambahan. Sebagai satuan untuk ukuran t berlaku $e = t$ dalam 0,002 mm.

Rumus rockwell HRC

$$HRC = 100 - t/0,002$$

Alat dan bahan yang digunakan pada praktikum ini sebagai berikut:

1. mesin uji kekerasan rockwell
2. Satu set perlengkapan pengujian kekerasan
3. Benda uji (fiberglass)
4. camera
5. alat tulis



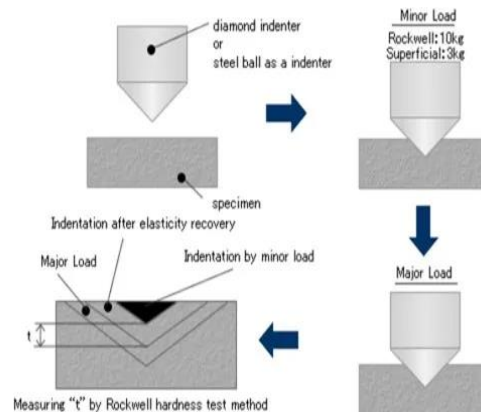
Gambar 2. Mesin pengujian rockwell

Prosedur pengujian

1. Pasang landasan benda uji pada dudukannya.
2. Letakkan benda uji pada landasan dan kencangkan sedikit dengan memutar roda tangan.
3. Tempatkan spesimen yang akan diuji di atas landasan. Pastikan spesimen berada pada

posisi yang stabil dan tidak bergeser selama pengujian.

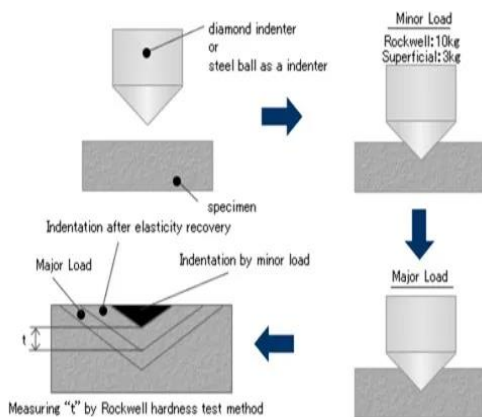
4. Atur mesin uji Rockwell untuk menggunakan beban minor (biasanya 10 kgf) terlebih dahulu.
5. Pastikan mesin uji sudah terkalibrasi dan siap digunakan.
6. Turunkan penetrator secara perlahan hingga menyentuh permukaan spesimen.
7. Terapkan beban minor ke penetrator untuk membuat kontak awal dengan spesimen.
8. Tunggu beberapa detik hingga penetrator stabil di permukaan spesimen.
9. Baca hasil pengujian dari display digital pada mesin uji. Hasil pengujian akan langsung menunjukkan angka kekerasan Rockwell.
10. Catat nilai kekerasan yang terbaca.



Gambar 3. Prinsip uji rockwell

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa data dan pengolahan data dari uji kekerasan material fiberglass melibatkan serangkaian proses untuk mengidentifikasi karakteristik kekuatan dan ketahanan material tersebut. Melalui pengumpulan data eksperimen ini, kita dapat mengevaluasi seberapa baik material fiberglass berdasarkan suhu proses pembuatannya mampu menahan tekanan. Analisis tersebut mencakup pengukuran kekerasan material menggunakan uji kekerasan rockwell HRC Pengolahan data kemudian dilakukan untuk memperoleh nilai kekerasan material secara keseluruhan.

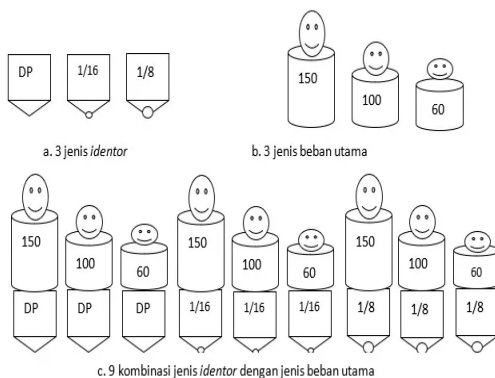


Gambar 3. Prinsip uji rockwell

Skala Rockwell dibagi atas 100 bagian. Setiap bagian atau nilai kekerasan setara dengan 0,002 mm indentasi. Angka B55 dan B60 memiliki perbedaan kedalaman indentasi sebesar 5 x 0,002 mm atau 0,01 mm.



Gambar 4. 1 Dial indikator pada mesin rockwel



Gambar 5. 2 Jenis Indentor dan jenis beban utama pada metode Rockwell

Skala Rockwell	Indentor	Beban (kg)	Satuan
C	Kerucut Intan (DP)	150	R _C
D	Kerucut Intan (DP)	100	R _D
A	Kerucut Intan (DP)	60	R _A
G	bola 1/16 "	150	R _G
B	bola 1/16 "	100	R _B
F	bola 1/16 "	60	R _F
K	bola 1/8 "	150	R _K
E	bola 1/8 "	100	R _E
H	bola 1/8 "	60	R _H

Metode ini digunakan pada awalnya dengan mengidentifikasi spesimen dengan beban minor 10 kg. Kemudian, selama 20 detik, spesimen diberi beban utama seperti 60 kg, 100 kg, atau 150 kg.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji kekerasan pada material fiberglass yang dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik dengan 3 spesimen. pengujian kekerasan di lakukan sebanyak tiga kali dengan menggunakan metode uji kekerasan rockwell HRC. Berdasarkan penjelasan yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil pembuatan spesimen 1 dilakukan pada siang hari di bawah terik matahari pada suhu 51,2°C dan kelembaban udara 22%. Suhu 51.2°C/22%% membuat material fiberglass menjadi lebih responsif terhadap proses pengeringan, sehingga terjadi penguapan berlebihan yang menyebabkan resin tidak terserap dengan baik dan merata. Pada pembuatan spesimen 2 dilakukan di dalam kamar mandi dengan suhu 14,8°C dan kelembaban udara 94%. Kondisi ini menyebabkan proses pengeringan menjadi tidak merata karena tingginya kadar air di udara. Dan yang terakhir Proses pembuatan spesimen 3 dilakukan di teras rumah dengan suhu 29,7°C dan kelembaban udara 64%. Pada suhu dan kelembaban 14.8°C/94%, proses pengeringan menghasilkan material dengan kualitas baik, ketebalan konsisten, dan kekuatan optimal.

2. Hasil pengujian kekerasan material fiberglass menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada spesimen 3. yang proses pengeringannya berada pada suhu 29,7°C dengan kelembaban udara sebesar 64%, menghasilkan nilai kekerasan 89. Hal ini terjadi karena pada suhu 29,7°C dengan kelembaban 64%, material mampu mengering dengan baik. Di dibandingkan dengan spesimen 1 dan spesimen 2 yang mendapat perlakuan suhu 14,8°C dengan kelembaban 94%, menghasilkan nilai kekerasan yang lebih rendah, yaitu 43. Hal ini disebabkan oleh suhu 14,8°C dengan kelembaban 94% menyebabkan tingginya kadar air di udara sehingga proses pengeringan menjadi tidak merata. Dan yang terakhir, spesimen 1 yang mendapat perlakuan suhu 51,2°C dengan kelembaban 22%, menghasilkan nilai kekerasan terendah, yaitu 24. Pada suhu 51,2°C dengan

kelembaban 22%, terjadi penguapan yang berlebihan sehingga material tidak mampu mengering dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfissin, S., Yuliadi, M. Z., & Wahyudi, D. (2019). Pengaruh susunan serat laminasi fiberglass terhadap kekuatan tarik dan tekuk material menggunakan variasi chopped standart mat dan woven roving. *Jurnal Midship*, 2(2), 20–23.
- Legionosuko, T., Madjid, M. A., Asmoro, N., & Samudro, E. G. (2019). Posisi dan Strategi Indonesia dalam Menghadapi Perubahan Iklim guna Mendukung Ketahanan Nasional. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 25(3), 295.
<https://doi.org/10.22146/jkn.50907>
- Maulana, N. B. (2018). Pengaruh Variasi Beban Indentor Vickers Hardness Tester Terhadap Hasil Uji Kekerasan Material Aluminium Dan Besi Cor. *Mer-C*, 1(10), 1–5.
- Noviyanto, R. T., Prasajo, B., & Wismawati, E. (2018). *Effect Of Plastic Deformation Of Material Carbon Steel A53 Gr B to Hardness Value and Corrosion Rate Value on CPO and Steam*. 2.
- Septyanto Putro, T., Yeni, D., & Pratiwi, R. (2021). Pengaruh Panjang Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit Influence Straw Fiber Length to Tensile Strength Characteristic Composit. *JSNu : Journal of Science Nusantara*, 1(2), 11–15.
- Sinaga, F. T. H., Boangmanalu, E. P. D., Pratama, A. B., Saragi, J. F. H., Al Qadry, & Sahat. (2024). Hardness Test Analysis on ST 37 Steel Plate Material and Aluminum Using the Brinell Test Method. *Formosa Journal of Science and Technology*, 2(12), 3297–3308.
<https://doi.org/10.55927/fjst.v2i12.7035>
- Tavarel, S. D., Yudo, H., & Kiryanto. (2018). Analisa kekuatan tarik dan tekuk pada sambungan pipa baja dengan menggunakan Kanpe Clear Surealis 1208 UWE sebagai pengganti las. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 6(1), 277–286.