
**ANALISIS KEKUATAN KAPAL FIBERGLASS YANG MENGGUNAKAN
MATERIAL MULTIAXIAL
(Studi Kasus Pembuatan Sekoci KM. Sabuk Nusantara 78 di PT. Orela Shipyard)**

Suprianto¹, Ali Yusa²

Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : ucupabusava@gmail.com

ABSTRAK

Konstruksi kapal fiberglass menjadi hal yang sangat penting untuk dikaji dan dikembangkan dalam rangka standarisasi kapal fiberglass yang beroperasi di wilayah kepulauan Indonesia, sehingga kapal-kapal fiberglass memiliki standar mutu yang dapat menjamin keselamatan kapal di laut. Penelitian ini secara khusus mengkaji kekuatan laminasi lambung kapal fiberglass yang menggunakan material multiaxial. Hasilnya dibandingkan dengan kekuatan laminasi lambung kapal dengan menggunakan material serat WR (woven roving) dan CSM (chopped strand mat), yang selama ini banyak digunakan di galangan. Kajian kekuatan dilakukan dengan menggunakan pengujian spesimen laminasi dari kedua bahan tersebut, yang meliputi uji tarik dan uji tekuk berdasarkan rules BKI (2006). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, laminasi lambung kapal fiberglass dengan material multiaxial memiliki kuat tarik dan kuat tekuk yang lebih tinggi daripada laminasi lambung yang menggunakan material kombinasi WR dan CSM. Oleh karena itu, material fiberglass multiaxial merupakan salah satu alternatif solusi perbaikan mutu konstruksi laminasi lambung kapal fiberglass. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi di dalam pengembangan standar kapal berbahan fiberglass di masa yang akan datang.

Kata kunci : kapal fiberglass, material multiaxial, uji tarik, uji tekuk

ABSTRACT

Fiberglass ship's construction became a crucial thing to be examined and developed in the framework of developing standardization of fiberglass ships operating in Indonesia archipelago, therefore the fiberglass ships have a quality standard that can ensure the ship's safety at sea. This research particularly examined strength of a fiberglass ship's which is built using multiaxial material. The result is compared to a fiberglass ships built using a commonly used WR (Woven Roving) and CSM (Chopped Strand Mat) material that commonly used in shipyards. The strength examination of both material lamination is performed using specimen testing, covering a tensile and bending test based on BKI's rules (2006). The test result shows that, a fiberglass ship's that are made using a multiaxial material is having a tensile and bending strength higher than ship's using WR and CSM combination. Therefore, the multiaxial fiberglass material is an alternative solution for upgrading the quality of fiberglass ship's construction. Moreover, the result of this research can be used as a reference for developing a fiberglass ship standards in the future.

Keywords : fiberglass ship, multiaxial material, tensile test, bending test

Jejak Artikel

Upload artikel : 12 Maret 2023

Revisi : 2 April 2024

Publish : 25 Mei 2024

1. PENDAHULUAN (BOLD, 11 pt, TNR)

Penelitian ini dilakukan sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian sebelumnya (Ma'ruf, 2011), yang menyimpulkan bahwa sekitar 30 persen dari material fiberglass yang dipakai galangan kapal memiliki nilai kuat tarik dan kuat tekuk yang tidak memenuhi nilai minimum yang disyaratkan Rules BKI 2006. Penelitian tersebut juga menyarankan perlunya pengujian spesimen yang khusus dibuat dengan bahan dan proses

laminasi secara terkontrol sesuai rules tersebut, dalam rangka standarisasi laminasi lambung kapal berbahan serat gelas (fiberglass) di Indonesia (Ma'ruf, 2011). Akibat belum adanya standar-standar tersebut, galangan kapal fiberglass di dalam negeri umumnya hanya menggunakan kebiasaannya membangun kapal tanpa standar engineering dan standar mutu yang jelas dan baku (Ma'ruf, 2012). Mudah-mudahan masuk ke industri ini juga berdampak pada

galangan- galangan yang selama ini mampu membuat kapal dengan mutu yang baik, dan juga pelanggan atau pemesan kapal dan masyarakat pengguna layanan transportasi laut (Ma'ruf, et al, 2011). Dengan adanya standar ini maka diharapkan kapal-kapal fiberglass yang dibangun di dalam negeri memiliki standar mutu bahan, struktur laminasi dan proses produksi tertentu yang memenuhi standar, sehingga keselamatan pelayaran kapal dapat lebih terjamin.

Selama ini kecelakaan laut masih sering terjadi, dimana kecelakaan terakhir di Indonesia dari kapal fiberglass terjadi tahun 2009 di Riau, yang sedikitnya menewaskan sedikitnya 29 orang (lintasjakarta.com, 2009). Belum lagi terhitung kecelakaan-kecelakaan lainnya yang terjadi pada kapal-kapal fiberglass, karena tidak memiliki sertifikat kelayakan konstruksi dari BKI (suarakaryaonline.com,2009).

Rules BKI (1996 dan 2009) memang sudah mencakup aturan-aturan teknis dalam membangun kapal, namun hal tersebut masih mengadopsi aturan-aturan dalam rules klasifikasi asing, dimana dasar kondisi perairan yang digunakan berbeda dengan kondisi perairan di Indonesia yang relatif tenang. Dengan demikian, rules tentang kapal fiberglass masih perlu disempurnakan dan disesuaikan dengan kondisi perairan Indonesia (Ma'ruf, Suhadi, 2011). Hal- hal yang perlu diatur lebih jelas terkait dengan kapal fiberglass, antara lain standar penggunaan material kapal fiberglass, standar fasilitas dan peralatan galangan, standar proses pengerjaan laminasi fiberglass, dan standar kondisi lingkungan di areal produksi (Ma'ruf, et al., 2011).

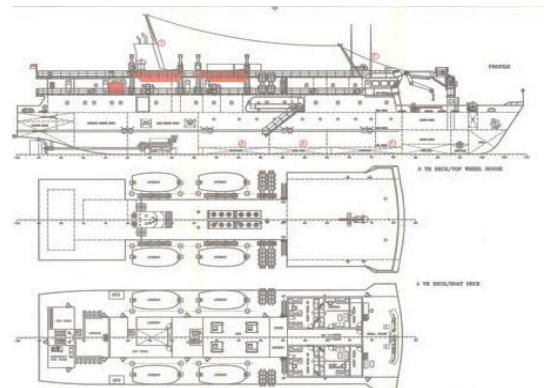
Standar penggunaan material didasarkan pada hasil pengujian spesimen (kuat tarik, kuat tekuk, dan fiber content) sesuai rules BKI 2006. Cukup banyak jenis bahan fiberglass non-marine grade yang beredar di pasaran dengan harga murah, yang pada dasarnya untuk digunakan pada pembuatan kursi, bak air, mainan anak, dan lain-lain. Keterbatasan pemahaman dan pengetahuan galangan dapat berakibat pada penggunaan bahan yang salah dan tidak memenuhi syarat untuk digunakan pada pembuatan kapal. Beberapa jenis serat gelas dan resin yang ada di pasaran. Jenis serat gelas yang ada di pasar lokal antara lain WR (Woven Roving), CSM (Chopped Strand Mat), dan Multiaxial berbagai ukuran (Ma'ruf, et al., 2011). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk

mengembangkan standarisasi pembuatan kapal fiberglass di Indonesia, yang meliputi aspek bahan, aspek pengerjaan, aspek fasilitas dan peralatan, dan aspek lingkungan areal produksi terkendali dengan sistem semi aerobik landfill.

Selama ini kecelakaan laut masih sering terjadi, dimana kecelakaan terakhir di Indonesia dari kapal fiberglass terjadi tahun 2009 di Riau, yang sedikitnya menewaskan sedikitnya 29 orang (lintasjakarta.com, 2009). Belum lagi terhitung kecelakaan-kecelakaan lainnya yang terjadi pada kapal-kapal fiberglass, karena tidak memiliki sertifikat kelayakan konstruksi dari BKI (suarakaryaonline.com,2009).



Gambar 1.1 Pembangunan KM. Sabuk Nusantara 78 di PT. Orela Shipyard



Gambar 1.2. General Arrangement Kapal Sabuk Nusantara 78.



Gambar 1.3. Sekoci 25person KM. Sabuk Nusanantara

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menitikberatkan pada kajian kekuatan laminasi multiaxial dan laminasi konvensional dengan dua jenis resin yang berbeda, sebagaimana yang banyak digunakan galangan. Penelitian ini dilaksanakan dengan pendekatan kajian pustaka, survei lapangan, dan pengujian di laboratorium. Kerangka kerja penelitian ditunjukkan pada Gambar 4. Kajian pustaka mencakup kajian rules BKI, hasil penelitian sebelumnya, dan referensi terkait. Rules BKI tersebut terdiri dari rules tentang Fiberglass Reinforced Plastics Ships (BKI, 1996), dan Peraturan untuk Material Non-Metal Bagian 1 tentang Plastik Diperkuat Serat dan Perekatannya (BKI, 2006). Survei penelitian sebelumnya dilakukan di beberapa galangan kapal fiberglass di dalam negeri yang sudah berpengalaman membangun kapal dengan material fiberglass. Survei ini bertujuan untuk mengidentifikasi yard practices mengenai jenis bahan, susunan laminasi dan prosedur laminasi kapal fiberglass. Dari hasil survei dan diskusi dengan ahli atau praktisi galangan, dilakukan pembuatan 4 (empat) jenis sampel secara terkontrol, seperti pada Gambar 5. Sampel dibuat dengan bahan serat dan susunan laminasi yang berbeda. Sampel I merupakan kombinasi WR dan CSM (disebut susunan serat konvensional), sedangkan sampel II, III, dan IV memakai serat multiaxial dan CSM (disebut susunan serat multiaxial).



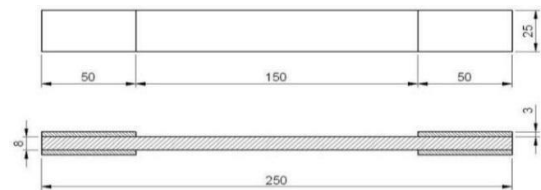
Gambar 2.1 Pembuatan sampel uji

Jenis bahan resin yang digunakan ada dua merek yang berbeda (resin A dan resin B), dimana keduanya umum digunakan di galangan, sehingga diperoleh 8 sampel uji tarik dan 8 sampel uji tekuk. Sampel uji tarik dibuat 5 (lima) spesimen, dan sampel uji tekuk dibuat 6 (enam) spesimen. Spesimen uji tarik dibuat dua variasi arah serat, yaitu 0° dan 90° ,

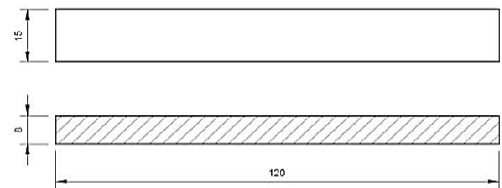
sehingga diperoleh total 80 spesimen uji. Sedangkan sampel uji tekuk tanpa perbedaan arah serat, sehingga seluruhnya terdapat 48 buah spesimen uji.

Sampel laminasi dibuat dengan metode hand lay-up, yang dilakukan secara terkontrol dalam workshop tertutup di PT. Avenir Surabaya, sesuai persyaratan Rules BKI 1996.

Ukuran spesimen dibuat sesuai persyaratan uji yang berlaku (BKI, 2006), yaitu: spesimen uji tarik berukuran 250 x 25 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 6, dan spesimen uji tekuk berukuran 120 x 15 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 2.2 Ukuran spesimen uji Tarik



Gambar 2.3 Ukuran spesimen uji tekuk

Pembuatan dan pengujian spesimen dilakukan sesuai rules BKI 2006 (Rules for Non-metallic Materials), dimana rules ini mengacu pada International Standard ISO 527-4 (1997) untuk uji tarik, dan ISO 14125 (1998) untuk uji tekuk. Beberapa bagian penting yang diatur dalam standar ini antara lain:

1. Pembuatan spesimen uji harus mengacu standar DIN EN 2374, bagian 5.3 (Metode C) dengan mensejajarkan lapisan demi lapisan kain serat sesuai dengan arahnya, dan memenuhi kriteria ketebalan minimum untuk bi-directional sebesar 4mm. Spesimen uji harus ditemper selama 16 jam pada suhu 40°C , sesuai dengan metode preparasi spesimen uji DIN EN ISO 291.
2. Uji tarik dilakukan dengan mengikuti standar DIN EN ISO 527-4, dan uji tekuk mengikuti standar DIN EN ISO 14125, Metode A, masing-masing 6 buah spesimen.

3. Pengujian harus dilakukan pada tingkat kecepatan 1 persen per menit, tingkat iklim standar yaitu suhu 23 0C, dan tingkat kelembaban 50 persen.

Sesuai rules BKI 2006, sebelum diuji spesimen yang telah dibuat terlebih dahulu ditemper pada temperatur 40 derajat celsius non-stop selama 16 jam. Setelah ditemper, dilakukan pengukuran luas penampang masing-masing spesimen uji.

Pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Peralatan uji yang digunakan meliputi: mikrometer, mesin uji RME 100 Schenck Trebel, sistem pencekam, peralatan pengukur regangan: single strain gauge dengan gauge length 6-t plotter, atau th3mm, extensometer, X-t plotter, Amplifier KWS 3703, dan data logger.

Untuk mengukur modulus elastisitasnya, satu spesimen uji tarik dari masing-masing kelompok dipasang stensometer dan ditemplei strain gauge. Nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dianggap sama dengan spesimen lain dalam kelompoknya. Uji tarik dan uji tekuk dilakukan hingga terjadi patah, sehingga diperoleh nilai kuat tarik (MPa) dan nilai kuat tekuk (MPa), sesuai beban maksimum (Kgf) yang dicapai

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji tarik (tensile test) dan uji tekuk (bending test) yang telah dilakukan, tabel 5 Hasil uji tarik spesimen dengan resin A diperoleh masing-masing hasil uji tarik dalam bentuk fisik ditunjukkan pada Gambar 7, dan hasil uji tekuk pada Gambar 8. Sedangkan hasil kuat tarik ditunjukkan pada Tabel 5 dan Tabel 6, dan hasil kuat tekuknya pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 3.1 Hasil uji tarik spesimen dengan resin B

No.	Kode sampel	Nilai Kuat Tarik (MPa) Spesimen					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	I A 0o	121	135	134	144	126	132
2	II A 0o	150	175	163	171	167	165
3	III A 0o	205	206	205	201	170	197
4	IV A 0o	121	131	127	134	111	125
5	I A 90o	189	100	137	188	177	158
6	II A 90o	155	181	131	170	165	160
7	III A 90o	210	240	217	154	189	202
8	IV A 90o	166	153	134	138	137	146

Tabel 3.2 Hasil uji tarik spesimen dengan resin A

No.	Kode sampel	Nilai Kuat Tarik (MPa) Spesimen					Rata-rata
		1	2	3	4	5	
1	I B 0o	142	120	124	137	96	124
2	II B 0o	181	147	170	147	183	166
3	III B 0o	71	188	180	185	162	157
4	IV B 0o	125	164	168	132	120	142
5	I B 90o	177	200	192	171	164	181
6	II B 90o	199	164	232	176	140	182
7	III B 90o	188	171	176	170	177	176
8	IV B 90o	140	159	185	147	149	156

Tabel 3.3 Hasil uji tekuk spesimen dengan resin A

No.	Kode sampel	Nilai Kuat Tekuk (MPa) Spesimen						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
1	I A 0o	184	207	194	222	189	206	200
2	II A 0o	203	249	236	235	214	226	227
3	III A 0o	285	296	267	317	338	319	304
4	IV A 0o	259	254	278	244	215	236	248
5	I A 90o	186	202	227	229	239	212	216
6	II A 90o	322	277	300	266	257	272	282
7	III A 90o	341	321	320	310	295	300	314
8	IV A 90o	376	319	316	335	293	266	317

Tabel 3.4 Hasil uji tekuk spesimen dengan resin B

No.	Kode sampel	Nilai Kuat Tekuk (MPa) Spesimen						Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	
1	I B 0o	213	207	191	200	221	210	207
2	II B 0o	370	339	307	322	324	272	322
3	III B 0o	418	452	436	351	364	353	396
4	IV B 0o	204	222	272	199	240	214	225
5	I B 90o	262	229	241	229	227	246	239
6	II B 90o	293	339	353	291	336	329	323
7	III B 90o	240	252	240	246	260	231	245
8	IV B 90o	330	337	335	283	298	308	315

Hasil perhitungan menurut rules BKI 2006, nilai minimum disyaratkan () untuk kuat tarik adalah 121,23 MPa, dan untuk kuat tekuk adalah 116,15 MPa. Nilai tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan (BKI,2006), nilai minimum disyaratkan () untuk kuat tarik adalah 121,23 MPa, dan untuk kuat tekuk adalah 116,15 MPa. Nilai tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan (BKI,2006):

Kuat Tarik :
$$X_{min} = \alpha \left[X_{ref} \left(\frac{\phi}{0.4} \right) \right] - [1278 \phi^2 - 510 \phi + 123]$$

Kuat Tekuk :
$$X_{min} = \alpha \left[X_{ref} \left(\frac{\phi}{0.4} \right) \right] - [502 \phi^2 - 106.8]$$

α = Faktor untuk susunan serat penguat
(= 0.55 untuk kuat tarik dan kuat tekuk dengan sampel 0o/ 90o)
= Kandungan volume serat
(0.3 atau 30%, sesuai komposisi bahan laminasi dalam sampel)

Hasil uji tarik dan uji tekuk dalam penelitian ini menunjukkan bahwa, seluruh spesimen memenuhi nilai minimum yang disyaratkan (BKI, 2006). Berbeda dengan penelitian sebelumnya (Ma'ruf, 2011), dimana 30 persen hasil uji spesimen tidak memenuhi persyaratan *rules* BKI. Pada penelitian tersebut sampel ujinya dibuat sendiri dengan kualitas serat yang semakin baik, maka kandungan seratnya akan semakin tinggi dibandingkan dengan resinnya, sehingga diperoleh kekuatan yang lebih baik.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya perbedaan hasil uji terhadap sampel yang menggunakan jenis serat *fiberglass* yang sama. Hal ini memberi indikasi bahwa terdapat faktor lain yang mempengaruhi kekuatan laminasi *fiberglass*, antara lain: kondisi proses laminasi, peralatan kerja yang digunakan, keterampilan tenaga kerja, dan kondisi lingkungan tempat proses laminasinya.

Penggunaan serat *multiaxial* menyerap resin lebih sedikit dibandingkan dengan serat WR. Sebagai contoh, salah satu kapal 30 GT pesanan Kementerian Kelautan dan Perikanan, yang dibangun dengan menggunakan serat *multiaxial* di sebuah galangan di Tangerang tahun 2011, mampu menghemat penggunaan resin sekitar 25 persen dari total pemakaian dengan serat konvensional, sesuai informasi pimpinan galangan pembangun. Dengan demikian, kapal menjadi lebih ringan, sehingga daya angkutnya menjadi lebih besar.

Serat *multiaxial* juga memiliki struktur bahan yang dapat meningkatkan kekuatan laminasi, sehingga laminasi dengan menggunakan material ini tidak perlu dibuat setebal material konvensional. Hal ini dapat mempercepat proses pembuatan kapal dengan penggunaan tenaga kerja yang lebih sedikit. Dengan demikian, penggunaan material serat *multiaxial* bisa lebih ekonomis, tetapi hal ini masih perlu dikaji secara khusus karena harga material ini jauh lebih mahal daripada material konvensional.

Saat ini serat *multiaxial* sudah mulai diproduksi di dalam negeri, dan sudah banyak digunakan di beberapa produk industri dalam

negeri, termasuk produk kapal *fiberglass*. Salah satu perusahaan galangan di Tangerang sudah memproduksi jenis serat ini dengan kapasitas produksi 100 ton/bulan. Namun demikian, bahan baku utama benang gelas masih impor, walaupun bahan baku dasarnya yaitu pasir silika cukup tersedia di dalam negeri. Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah untuk mengembangkan industri *fiberglass* di dalam negeri, agar bahan baku kapal *fiberglass* dan industri pengguna lainnya dapat diperoleh dengan harga lebih bersaing.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, material serat *multiaxial* dapat menjadi solusi perbaikan mutu konstruksi kapal *fiberglass*, dan berpotensi dikembangkan menjadi salah satu material standar dalam pembuatan kapal *fiberglass*. Dengan penggunaan bahan serat gelas yang kuat tentunya akan meningkatkan mutu konstruksi lambung kapal, sehingga keselamatan pelayaran akan lebih terjamin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa material serat gelas *Multiaxial* memiliki kuat tarik dan kuat tekuk yang lebih tinggi dibandingkan dengan material konvensional (WR+CSM). Kekuatan laminasi *fiberglass* tidak banyak tergantung pada jenis resinnya, melainkan bergantung pada jenis serat gelas yang digunakan. Semakin baik kualitas serat yang digunakan, maka kandungan seratnya akan semakin tinggi dibandingkan dengan resinnya, sehingga kekuatannya akan semakin baik. Faktor lain yang mempengaruhi kekuatan laminasi *fiberglass*, adalah: kondisi proses laminasi, peralatan kerja yang digunakan, keterampilan tenaga kerja, dan kondisi lingkungan tempat melakukan proses laminasi.

Adapun penelitian ini tidak terlepas dari kekurangan, oleh karenanya berikut beberapa saran untuk penelitian ini :

1. Untuk mendapatkan ketelitian yang maksimal, pembuatan spesimen sample uji seoptimal mungkin disesuaikan dengan material yang diaplikasikan pada pembuatan kapal *fiberglass* dengan mengikuti standard yang berlaku.
2. Hasil penelitian ini masih bisa dikembangkan dengan lebih luas dan lebih detail untuk penelitian lebih lanjut dengan

cara memperbanyak spesimen sample uji baik dari sisi kuantitas maupun kategorisasi material.

3. Penggunaan material serat gelas *multiaxial* dan jenis lainnya tetap perlu diuji dan disertifikasi oleh BKI sebagai pihak berwenang untuk itu di dalam negeri, sebelum material tersebut dijadikan standar. Selain itu, perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang standarisasi peralatan dan proses pembuatan kapal *fiberglass*, serta pelatihan dan sertifikasi pekerja dalam proses pembangunan kapal *fiberglass*, sehingga hasil laminasi yang dilakukan galangan kapal dapat lebih terjamin.

DAFTAR PUSTAKA

- BKI. (2006). *Fibreglass Reinforced Plastics Ships, Rules and Regulation for the Classification and Construction of Ships*, Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta.
- Peraturan untuk Material Non- Metal*, Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta. (1996).
- Coackley, et al. (2003). *Fishing Boat Construction: 2 Building a Fibreglass Fishing Boat*, *FAO Fisheries Technical Paper*. United Nations.
- Cripps, D. (2000), *Guide to Composites*; www.netcomposites.com
- Franzke, G. (1999), *Improved Warp Knitting Machine for Symmetric Multi-Plies*, Institute of Textile and Clothing Technology, TU Dresden, 01062 Dresden, Germany.
- Gay, D., et al. (2003). *Composite Materials, Design and Applications*; CRC Press LLC.
- Greene, E. (1999). *Marine Composites*, 2nd ed, Eric Greene&Associates.
- International Organization for Standardization. (1998). *ISO 14125. International Standard, Fibre-reinforced Plastic Composites Determination of Flexural Properties*.
- ISO 527-4 (1997). *International Standard, Plastics - Determination of Tensile Properties*.
- Judawisastra, H., et al (2009). *Analisis Kekuatan Komposit Epoksi Berpenguat Serat Gelas: Perbandingan Penggunaan Preform WR 600 Lokal dan Impor*, Proceedings Seminar Nasional Material dan Metalurgi V, ITS Surabaya
- Judawisastra H., Suhartiningsih, A. (2008). Karakterisasi Komposit Polimer Berpenguat Serat untuk Rekayasa Balik Monofin, *Prosiding Seminar Nasional Metalurgi dan Material 2008 (SENAMM 2): Material Processing, Development and Reliability*, ITB, Bandung.
- Ma'ruf, B. (2012). Kajian Yard Practices Pembuatan Kapal *Fiberglass* di Galangan Kapal Nasional, *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, BPPT, Volume 6 Nomor 2, Agustus.
- Ma'ruf, B., et al. (2011). *Kajian Standarisasi Penggunaan Material dan Proses Laminasi Lambung Kapal Fiberglass Melalui Studi Kasus di Galangan dan Pengujian di Laboratorium*, laporan hasil penelitian tidak dipublikasikan, Program Riset Insentif Kompetitif KNRT Tahun 2011.
- Ma'ruf, B, Suhadi, A (2011). Kajian Kekuatan Laminasi Lambung Kapal *Fiberglass* Melalui Survey Galangan dan Uji Material, *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, BPPT, Volume 5 Nomor 2, Agustus, 191-198.
- Ma'ruf, B. (2011). Studi Standarisasi Konstruksi Laminasi Lambung Kapal Fiberglass, *Jurnal Standarisasi*, BSN, Volume 13, Nomor 1, 16-25.
- Peters, S.T. (1998), *Handbook of Composites*, 2nd ed, Chapman & Hall, London.
- www.lintasjakarta.com. (2009). *Kapal Feri Dumai Express 10 tenggelam*, 29 November 2009