

ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN DINDING RUMAH GELADAK DENGAN SYSTEM *BOLTING*

Elsy Putri Bellarina ^[1], Ali Azhar ^{*[2]}, Tri Agung Kristiyono ^[3], Bagus Kusuma Aditya ^[4]

^{[1],[2],[3],[4]} Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan
Universitas Hang Tuah Surabaya
Jl. Arief Rachman Hakim No. 150, Surabaya 60111

*e-mail: ali.azhar@hangtuah.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kekuatan sambungan dinding rumah geladak dengan menentukan jenis dan jumlah sambungan *bolting* (baut) yang terpasang pada konstruksi rumah geladak. Penggunaan diameter baut yang bervariasi yaitu baut berdiameter M12, M14 dan M16 dengan 2 titik baut serta baut berdiameter M12, M14 dan M16 dengan 1 titik baut yang akan dilakukan pengujian dengan *software inventor* 2015. Setelah itu akan dibandingkan dengan kekuatan sambungan las sebagai standar acuan kekuatan sambungan. Hasil yang diperoleh bahwa sambungan *bolting* dengan variasi diameter telah memenuhi syarat dalam aspek kekuatan sesuai aturan BKI Vol 2, bab 18 tentang tegangan geser yang diijinkan sebesar 360 N/mm² dan tegangan normal sebesar 171 N/mm², sehingga sambungan *bolting* dinyatakan layak untuk diaplikasikan dalam konstruksi sambungan dinding rumah geladak.

Kata kunci: tegangan normal, tegangan geser, software inventor

PENDAHULUAN

Ditinjau dari segi teknis, salah satu faktor kekuatan kapal adalah beban yang menumpu konstruksi bangunan. Teknologi produksi dengan menggunakan bahan baku logam, pengelasan merupakan proses pengerjaan yang memegang peranan sangat penting. Hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas karena telah banyak teknologi baru yang ditemukan dengan cara-cara pengelasan. Pengelasan didefinisikan sebagai penyambungan dua logam atau paduan logam dengan memanaskan diatas batas cair atau dibawah batas cair logam disertai penetrasi maupun tanpa penetrasi, serta diberi logam pengisi atau tanpa logam.

Merancang suatu konstruksi bangunan kapal yang menggunakan sambungan las banyak faktor yang harus diperhatikan seperti *track record skill* dalam mengelas, teknologi yang memadai, serta pemahaman tentang prosedur pengelasan, sifat-sifat bahan yang akan di las, waktu pengerjaan sambungan las lebu lebih lama (Artono. H, 2014). Sambungan las juga memiliki kelemahan, diantaranya adalah timbulnya lonjakan tegangan yang besar disebabkan oleh perubahan struktur mikro pada daerah sekitar las yang menyebabkan turunnya kekuatan bahan dan akibat adanya tegangan sisa, serta adanya retak akibat proses pengelasan (Anang S & Yusa A. 2006).

Eksisting saat ini pengelasan banyak digunakan untuk tipe sambungan. Pembaruan metode sambungan yaitu dengan sambungan dengan *system bolting* ini adalah

yang akan diteliti. Sambungan baut merupakan salah satu jenis alat sambung mekanis atau pengencang yang banyak digunakan dalam sambungan kayu. Baut umumnya digunakan untuk memikul beban-beban yang lebih besar dibandingkan dengan beban yang dipikul oleh alat sambung lain. Sambungan lebih mudah dipasang dan disetel saat pembuatan konstruksi di lapangan.

Penggunaan sambungan baut dapat memungkinkan penambahan atau pengurangan ruang-dalam atau konstruksi tanpa biaya besar, fleksibilitas penggunaan material yang dapat dibongkar pasang, penggunaan bahan lokal tanpa mengurangi nilai ekonomi dan nilai estetika. (Abd. Ghani & Pudji, 2008). Sangatlah harus diperhatikan dalam sambungan adalah kekuatan sambungan agar terealisasikan pembaruan metode menggunakan sambungan baut.

Pembahasan tentang analisa kekuatan sambungan dinding rumah geladak dengan *system bolting* ini yang akan dianalisa untuk mengetahui kekuatan sambungan. Oleh sebab itu, studi karakteristik baut mutu tinggi ini penting karena membantu mencapai mutu pelaksanaan sambungan baja yang tepat. Diperlukannya material yang mendukung sambungan baut ini juga dengan menggunakan material dari aluminium.

Aluminium yang digunakan untuk membangun kapal adalah *marine use* dengan tipe 5083 yang sudah di setujui oleh klasifikasi. Aluminium menjadi salah satu jenis material yang dipakai sebagai bahan utama

konstruksi secara umum ataupun konstruksi tertentu.

Tingkat rasio kekuatan dan berat yang dimiliki aluminium sangat baik dibanding material lain yang sering digunakan sebagai material untuk konstruksi kapal. Begitu juga dengan beratnya yang relatif ringan dibandingkan dengan material lain sebagai bahan utama dalam pembangunan kapal seperti baja, ferro semen, bahkan kayu sekalipun. Campuran logam dalam material aluminium yang akan digunakan harus melalui proses pembakaran yang sempurna dan telah diuji dengan beberapa pengujian diantaranya uji tarik, uji tekan, uji korosi, dan pengujian lain. Kualitas material yang digunakan haruslah material yang bebas cacat permukaan atau kerusakan lain yang disebabkan oleh kondisi alam yang mengakibatkan bahaya saat penggunaannya. (Ricky, A.S dan Triwilaswandio. 2012)

Dianalisisnya kekuatan sambungan dinding rumah geladak dengan *system bolting* material aluminium ini diharapkan dapat menciptakan metode pembaruan dari sambungan menggunakan pengelasan dengan sambungan dengan *system bolting*.

KAJIAN PUSTAKA

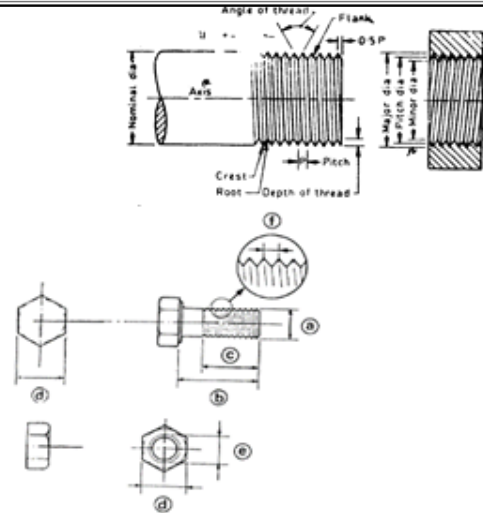
Bolt

Baut (*bolt*) merupakan salah satu jenis alat sambung mekanis atau pengencang yang banyak digunakan dalam sambungan kayu. Baut umumnya digunakan untuk memikul beban-beban yang lebih besar dibandingkan dengan beban yang dipikul oleh alat sambung lain seperti paku. Pemakaian baut umumnya pada sambungan dengan pembebanan secara lateral (Breyer, *et al.*, 2007). Baut untuk sambungan kayu cenderung memiliki rasio L/d (L adalah panjang baut dan (d) adalah diameter baut) lebih besar dibandingkan dengan sambungan baja karena kebutuhan untuk menyambungkan penampang kayu yang lebih tebal (Ozelton, 2006).

Pengukuran dimensi baut meliputi panjang dan diameternya. Baut yang digunakan berasal dari satu merek dagang untuk memudahkan identifikasi pengaruh komposisi bahan penyusunnya.

Kerapatan baut dihitung dari perbandingan antara berat dan volume baut. Baut ditimbang dan ditentukan volumenya dengan metode pencelupan dalam air (*water immersion*). (Evalina. H & Sucahyo. S. 2017)

Baut memiliki beberapa bagian baut ukuran, beberapa bentuk *bolt* memiliki ketentuan penentuan ukuran panjang yang berbeda dalam penunjukkan ukuran *bolt* sebagai berikut:



Gambar 1: Spesifikasi ukuran baut
(Sumber: ASTM A193, 2014)

Konstruksi Rumah Geladak

Rumah Geladak atau *deck house* adalah struktur bangunan yang berada di atas geladak kekuatan dengan pelat samping yang berada di atas kapal dengan jarak lebih dari 4 % lebar kapal diukur dari pelat sisi kapal. Rumah geladak dapat diartikan juga sebagai struktur bangunan yang berada di atas geladak kekuatan dengan lebar bangunan kurang dari 94 % lebar kapal.

Perencanaan Penyambungan

Suatu konstruksi bangunan baja adalah tersusun atas batang baja yang digabung membentuk suatu kesatuan bentuk konstruksi dengan menggunakan berbagai macam teknik sambungan. Dalam proses penyambungan profil pada panel ini sambungan adalah hal yang harus diperhatikan. Adapun fungsi atau tujuan sambungan baja, antara lain untuk mendapatkan ukuran baja yang sesuai kebutuhan (panjang, lebar, tebal dan sebagainya), dapat memudahkan dalam penyetulan konstruksi baja di lapangan dan dapat memudahkan penggantian bila suatu bagian atau batang konstruksi mengalami rusak.

Aluminium menjadi salah satu jenis material yang dipakai sebagai bahan utama konstruksi secara umum ataupun konstruksi tertentu. Aluminium adalah suatu bahan yang memiliki tingkat rasio kekuatan dan beratnya sangat baik dibanding material lain yang sering digunakan sebagai material untuk konstruksi kapal. Begitu juga dengan beratnya yang relatif ringan dibandingkan dengan material lain sebagai bahan utama dalam pembangunan kapal seperti baja, ferro semen, bahkan kayu sekalipun. Campuran logam untuk material aluminium yang akan digunakan harus melalui proses pembakaran yang sempurna dan telah diuji dengan beberapa pengujian

diantaranya uji tarik, uji tekan, uji korosi, dan pengujian lain. Kualitas material yang digunakan haruslah material yang bebas cacat permukaan atau kerusakan lain yang disebabkan oleh kondisi alam yang mengakibatkan bahaya saat penggunaannya. (Ricky, A.S dan Triwilaswandio. 2012)

Penggunaan aluminium *alloy* tipe 5083 dipilih sebagai pelat yang digunakan sebagai bangunan atas dan deck yang menggunakan pelat baja. Penentuan ukuran pelat, profil, dan sampai dirakit menjadi panel mempengaruhi kuatnya penyambungan pada baut. Pemilihan penyambungan pada panel ini yaitu menggunakan baut galvanis yang memiliki diameter M12, M16 dan M18 sebagai variasi baut yang akan dianalisa kekuatan sambungannya. Serta penggunaan karet atau *seal* agar dapat menjaga kedekatan pada sambungan.

Perencanaan Pembebanan Bangunan Atas Geladak

Pada geladak yang menerus dan teratas, terdapat bangunan yang diperuntukkan sebagai ruang navigasi, ruang akomodasi, gudang-gudang untuk penempatan peralatan. Bila ditinjau dari segi konstruksi, bangunan-bangunan ini dapat dibedakan menjadi bangunan atas yang efektif dan bangunan atas yang tidak efektif. Bangunan atas yang efektif adalah semua bangunan atas yang terletak di atas geladak menerus teratas, membentang sampai daerah 0,4 L bagian tengah kapal, dan panjangnya melebihi 0,15 L. Pelat kulit lambung harus diteruskan sampai ke geladak bangunan atas, sehingga pelat sisi bangunan atas ini dapat diperlakukan sebagai pelat kulit dengan geladak sebagai geladak kekuatan.

Bangunan atas yang tidak efektif, jika terletak di luar 0,4 L bagian tengah kapal atau mempunyai panjang kurang dari 0,15 L atau kurang dari 12 m. Pada persyaratan lain dari bangunan atas adalah bangunan tersebut harus mempunyai lebar, selebar kapal setempat. Bangunan atas yang terletak di bagian haluan kapal dinamakan akil, di bagian tengah disebut anjungan, dan di belakang disebut kimbul.

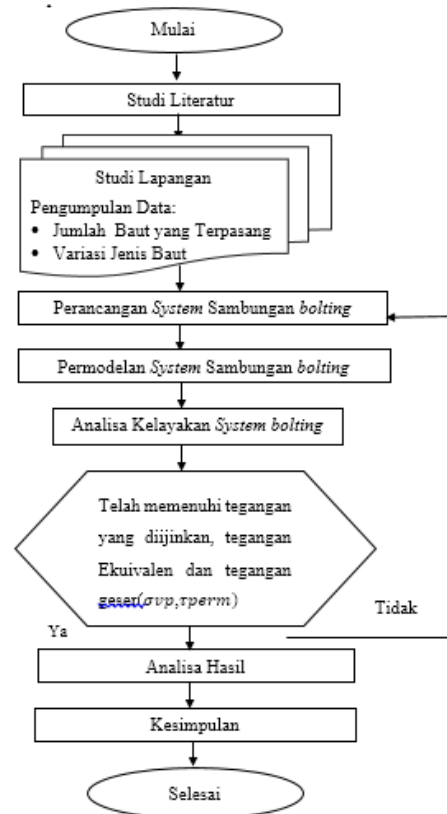
Software Autodesk Inventor

Autodesk Inventor adalah aplikasi ali untuk desain mekanik 3D, simulasi, visualisasi, dan dokumentasi yang dikembangkan oleh *Autodesk*. *Inventor* memungkinkan integrasi data 2D dan 3D dalam satu lingkungan tunggal, menciptakan representasi virtual dari produk akhir yang memungkinkan pengguna untuk memvalidasi bentuk, kesesuaian, dan fungsi produk sebelum dibuat. *Autodesk Inventor* termasuk parametrik yang kuat, edit langsung, dan alat pemodelan bentuk bebas serta kemampuan terjemahan multi- CAD dan dalam gambar DWG standar mereka. *Inventor* menggunakan *Shape*

Manager kernel pemodelan geometris eksklusif *Autodesk*.

METODE

Berikut langkah-langkah proses penelitian yang dilakukan dalam kegiatan ini.



Gambar 2: Diagram metode penelitian

Studi Literatur

Tahap ini, dilakukan proses literatur untuk dijadikan sebagai tinjauan pustaka pada penelitian. Dalam hal ini, sumber-sumber yang digunakan untuk tinjauan pustaka diambil dari internet, buku-buku penunjang, jurnal, serta para dosen pembimbing guna untuk mengumpulkan data dalam melakukan penelitian.

Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengenali proses di lapangan secara langsung dan sebagai acuan data materi serta jumlah yang terkait. Survei lapangan dengan menentukan jumlah baut yang terpasang, dan variasi jumlah baut yang ada pada rumah geladak.

Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan proses pengumpulan data jenis kapal yang akan dirancang dan akan menjadi perbandingan dengan rancangan bangunan atas yang sudah ada dan dengan yang menggunakan *system* sambungan *bolting*. Data yang diambil untuk menunjang penelitian ini adalah konstruksi antar

dinding bangunan atas dengan sambungan *system bolting*.

Perancangan Sambungan dengan Sytem Bolting

Tahap ini akan dilakukan merancang konstruksi antar dinding pada rumah geladak dengan sambungan *system bolting* sesuai kebutuhan kapal yang menjadi acuan atau perbandingan. Perancangan konstruksi menggunakan *Autocad 2016*, setelah itu menghitung beban konstruksi dan beban sisi pada konstruksi bangunan atas yang sudah terpasang baut menggunakan 2 variasi baut dengan 2 titik dan 1 titik yang berbeda menggunakan *software inventor 2015*. Perbandingan yang dilakukan dengan membandingkan tegangan dari sambungan *bolting* yang dengan tegangan maksimal yang sudah diatur dalam BKI . Sambungan *bolting* yang digunakan adalah baut berdiameter 12, 16 dan 20 inch.

Permodelan Sambungan dengan Sytem Bolting

Tahap ini akan dilakukan permodelan pada sambungan *bolting*, permodelan yang dilakukan adalah dengan menentukan panjang sambungan *bolting* yaitu sepanjang 500 mm. Selanjutnya menginput material yang terdapat pada tabel 3.1. Lalu menentukan gaya dan tekanan atau *stress* pada permodelan, arah gaya dan tekanan pada permodelan harus sesuai dengan beban. Beban yang sudah ditentukan adalah beban sisi dan beban geladak. Penentuan beban sisi yaitu dari samping dan beban geladak yaitu dari atas. Selanjutnya adalah menentukan tumpuan, tumpuan yang berada dibagian profil L dan sambungan las pada geladak. Setelah tumpuan sudah ditentukan lalu dilakukan proses *running* penugujian kekuatan pada sambungan.

Analisa Kelayakan System Bolting

Tahap ini akan dilakukan analisa pada sambungan *bolting* yang sudah di uji kekuatannya pada *software inventor*, sambungan *bolting* t diameter 12 yaitu 2 titik baut akan dilakukan perbandingan dengan diameter 16 dengan 2 titik baut dan diameter 20 dengan 2 titik baut. Setelah itu akan dilakukan juga pengujian sambungan *bolting* diameter 12 dengan 1 titik baut, diameter 16 dengan 1 titik baut dan diameter 20 dengan 1 titik baut. Setelah semua selesai akan dilakukan analisa pada kekuatan 2 titik baut dan 1 titik baut dengan diameter yang berbeda. Setelah selesai dapat di analisa dengan kekuatan sambungan las, dan sambungan *bolting* yang sudah bisa memenuhi standar sambungan las dilihat dari segi kuat sambungan tersebut setelah diberikan beban pada sambungan. Dapat dikatakan sudah layak yaitu kekuatan konstruksi sudah memenuhi pada kekuatan sambungan *bolting* yang dijadikan acuan kekuatan sambungan.

Hasil dan Kesimpulan

Tahap ini penulis akan menarik kesimpulan untuk menjawab permasalahan dan tujuan penelitian.

HASIL

Perhitungan Beban Konstruksi Panel Dinding Rumah Geladak

Berdasarkan studi lapangan didapatkan data ukuran konstruksi rumah geladak Kapal Hiu Macan Tutul 001, selanjutnya data tersebut akan digunakan untuk membantu dalam proses perhitungan beban pada *main deck*.

$$n = \frac{1-(z-H)}{10} \dots\dots\dots(1)$$

Sumber: BKI vol 2 bab 15, 2013

Hasil perhitungan didapatkan beban pada *main deck* yaitu 6150 kN/m².

Perhitungan Beban Sisi Konstruksi Panel Dinding

Perhitungan beban pada konstruksi rumah geladak pada sisi panel dinding didapatkan dari perhitungan berat beban sisi rumah geladak .

$$Ps1M = po \times cfA \times \frac{20}{10+z1-T} \dots\dots\dots(2)$$

Sumber: BKI vol 2 bab 15, 2013

Hasil dari perhitungan pada beban sisi bangunan total atas yaitu 375 kN/m².

Perhitungan Beban dalam Tekanan

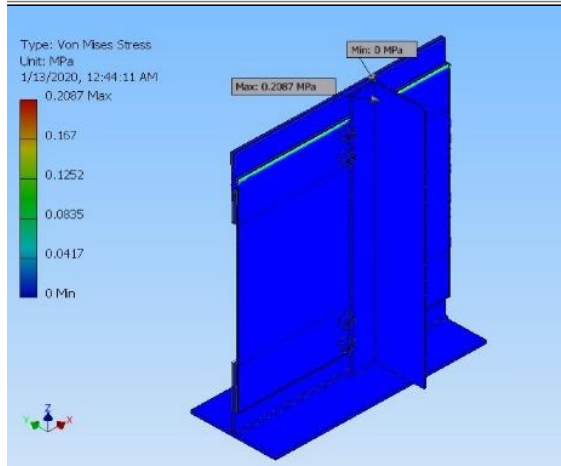
Beban Sisi Rumah Geladak = 375 kN/m²

Luas Penampang = 145558 mm²

Hasil dari perhitungan diatas didapat beban sisi bangunan atas, beban pada *main deck* dalam tekanan adalah sebagai berikut: 375 kN/m² dalam tekanan 0.0252476676 Mpa; 6150 kN/m² dalam tekanan 0.176744868 Mpa

Perancangan Sambungan Bolting dengan 2 Titik Baut

Desain sambungan *bolting* yang akan ditempatkan pada geladak dengan panel dinding bagian bawah Kapal Hiu Macan Tutul 001 dengan jarak baut 500 mm, berikut adalah hasil dari permodelan 2D pada flat bar pada deck dan panel dinding bagian bawah dengan *software autocad 2014*.



Gambar 7. Hasil simulasi pada sambungan bolting M16 dengan 2 titik

Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi permodelan sambungan *bolting* nilai tegangan maksimum yang berada pada Max yaitu 0,2087 Mpa. Perubahan warna terjadi akibat tegangan maksimal yang terjadi pada daerah atau area sambungan *bolting*. Sehingga warna pada sambungan *bolting* masih berwarna biru dan hanya terjadi perubahan warna pada daerah tertentu yang terdapat tegangan pada daerah tersebut. Hasil yang diperoleh setelah dilakukannya simulasi pada masing masing sambungan terdapat pada tabel berikut:

Tabel 1: Nilai tegangan maksimum dan minimum

Sambungan	Hasil Simulasi Tegangan (MPa)	
	Max	Min
Las	0,09993	0
M12 2 Titik	0,2111	0
M16 2 Titik	0,2087	0
M20 2 Titik	0,2560	0
M12 1 Titik	0,2399	0
M16 1 Titik	0,2085	0
M20 1 Titik	0,2379	0

Beban yang terdapat pada sambungan dengan tekanan maksimal terletak pada sambungan *bolting* diameter M20 dengan 2 titik baut yaitu sebesar 0,256009 MPa.

Menghitung Tegangan yang Diizinkan

Menghitung tegangan yang diizinkan bertujuan untuk mengetahui tegangan yang diizinkan oleh BKI serta mengetahui sambungan mana yang sudah dapat dikatakan layak dengan tegangan yang sudah bisa melewati ditentukannya tegangan tersebut oleh BKI serta dapat diaplikasikan pada sambungan bangunan atas kapal.

Tabel 2: Tegangan yang diizinkan di BKI Vol: 2, Bab 18. 2016

Bahan	Baja konstruksi lambung dengan kekuatan normal (KI- A/B/D/E)	Al Mg 4,5 Mn0,7 / 5083
Tegangan Normal	235 N/ mm ²	115 N/ mm ²
Tegangan Gesek	125 N/ mm ²	56 N/ mm ²
Total	360 N/ mm ²	171 N/ mm ²

Berikut tabel hasil simulasi pada sambungan las dan sambungan *bolting*:

Tabel 3: Hasil simulasi sambungan las dan sambungan *bolting*

Tabel 3 menunjukkan bahwa sambungan *bolting* berada pada tegangan dibawah tegangan maksimal, maka sambungan *bolting* tersebut masih layak atau dari kekuatan sambungan sudah kuat dengan tidak melewati tegangan maksimal yang sudah ditentukan

KESIMPULAN

Sambungan	Tegangan Normal (XX) N/mm ²	Tegangan Geser (XY) N/mm ²	Memenuhi / Tidak memenuhi
Las	0,018375	0,013278	-
M12 2 titik	0,00420	0,0246	Memenuhi syarat
M16 2 titik	0,00929	0,0241	Memenuhi syarat
M20 2 titik	0,0319	0,0241	Memenuhi syarat
M12 1 titik	0,0184	0,02363	Memenuhi syarat
M16 1 titik	0,00842	0,0235	Memenuhi syarat
M20 1 titik	0,0166	0,0228	Memenuhi syarat

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kekuatan sambungan bangunan atas antar dinding dengan *system bolting* diperoleh simpulan sudah memenuhi syarat dalam BKI Vol: 2, Bab 18 yang mengatur tegangan yang diizinkan pada las sudut. Perbandingan sambungan *system bolting* menggunakan variasi 2 titik baut dan 1 titik baut maka diameter M12, M16 dan M20 dengan 2 titik dan 1 titik baut sudah dapat dikatakan layak karena tegangan yang diperoleh dari sambungan baut berada dibawah tegangan maksimal yaitu tegangan yang diizinkan oleh BKI.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd. Gani. A & Pudji. A. 2008. Disain Rumah Tinggal Konstruksi “*Knock Down*” Vol. 6, No. 1, Pebruari 2008: 18 – 28.
- Agussalim, 2010. *Desain Kekuatan Sambungan Kayu*

- Geser Ganda Berpelat Baja Dengan Baut pada Lima Jenis Kayu Indonesia [tesis]*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- AISC, 2010, *Specification for Structural Steel Building (ANSI/AISC 360-10)*”, American Institute of Steel Construction, Chicago, Illinois, June 2010.
- Anang S & Yusa A. 2006. *Analisa Ketangguhan dan Struktur Mikro pada Daerah Las dan HAZ Hasil Pengelasan Sumerged Arc Welding pada Baja SM 490*. JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 8, No. 2, Oktober 2006: 57 – 63.
- Artono H. 2014. *Perbandingan Produktivitas Sambungan Adhesive Bonding Dengan Sambungan Las*. Universitas Islam Malang.
- ASTM A 193, 2004. *Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications*, ASTM International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- ASTM A 325, 2016. *Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength (Withdrawn 2016)* International, West Conshohocken, PA, www.astm.org
- AutoCad 2016 (2020) Autodesk Inc.*
- Autodesk Inventor 2015. (2020) Autodesk Inc.*
- BKI, 2013. *Rules For Hull Construction Volume 2*. PT Biro Klasifikasi Indonesia (Persero), Jakarta
- Breyer, D.E., Fridley, K.J., Cobeen, K.E., and Pollock, D.G. 2007. *Design of Wood Structures ASD/ LRFD Sixth Edition*, McGraw-Hill, New York.
- BSN. SNI ASTM A325. 2012. *Spesifikasi Baut Baja Hasil Perlakuan Panas Dengan Kuat Tarik Minimum 830 MPa. (ASTM A 325 M – 04, IDT)*.
- Evalina. H & Sucahyo. S. 2017. *Karakteristik Kekuatan Leleh Lentur Baut Besi Dengan Beberapa Variasi Diameter Baut*. Jurnal Teknik Sipil ITB, ISSN 0853-2982, DOI: 10.5614/jts.2017.24.3.4.
- Imam, K. 2016. *Analisa Teknis Pengelasan Dissimilar Material Antara AA 6063 DAN AA 5083 Ditinjau Dari Aspek Mekanik Dan Metalurgi Pada Bangunan Kapal*.
- Kelvin. 2016. *Studi Perilaku Keruntuhan Tarik Baut A325 dan Grade 8.8*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan (unpublished).
- Ozelton, E.C. 2006. *Timber Designer’s Manual Third Edition*, Blackwell Publishing, Oxford.
- Pranata, Y.A., Suryoatmojo, B., dan Tjondro, J.A. 2013. *Penelitian Eksperimental Kuat Leleh Lentur (Fyb) Baut*, Jurnal Teknik Sipil, 12(2):98-103.
- RCSC. 2004. *Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts*. American Institute of Steel Construction, Inc.
- Ricky, A.S dan Triwilaswandio. 2012. *Produksi Kapal Ikan Tradisional dengan Kulit Lambung dan Geladak Kayu Laminasi serta Konstruksi Gading dan Geladak Aluminium*. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271.
- Soegiarto B.Sc, dan Sudarsono, Tjitro D. 1987. *Konstruksi Bangunan Kapal*.
- Tjondro, J.A. 2007. *Perilaku Sambungan Kayu Dengan Baut Tunggal Berpelat Sisi Baja Akibat Beban Uniaksial Tarik [disertasi]*, Bandung, Universitas Katolik Parahyangan.
- Winarputro. A & Achmad. R. 2014. *Studi Kekuatan Sambungan Dengan Baut Tunggal Pada Pultruded Fiber Reinforced Polymer (PFRP)*.
- Wiryanto. D & Lanny H. 2016. *Studi Karakteristik Baut Mutu Tinggi (A325 dan Grade 8.8) Terhadap Tarik dan Pengaruhnya pada Perencanaan Sambungan*.