

ANALISA JOINT ERECTION KONSTRUKSI BAJA BLOCK B05 & B07 KAPAL PATROLI POLISI 63 METER DENGAN MOBILE CRANE 72.000 TON

Samuel Febriary Khristyson ^a, Suryo Hadi Leksono ^b

^{a,b} *Teknologi Perancangan dan Konstruksi Kapal, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang, Indonesia*

Corresponding Author:

Samuel Febriary K
Universitas Diponegoro, Semarang
Email: samuelfebriaryk@gmail.com

Keywords:

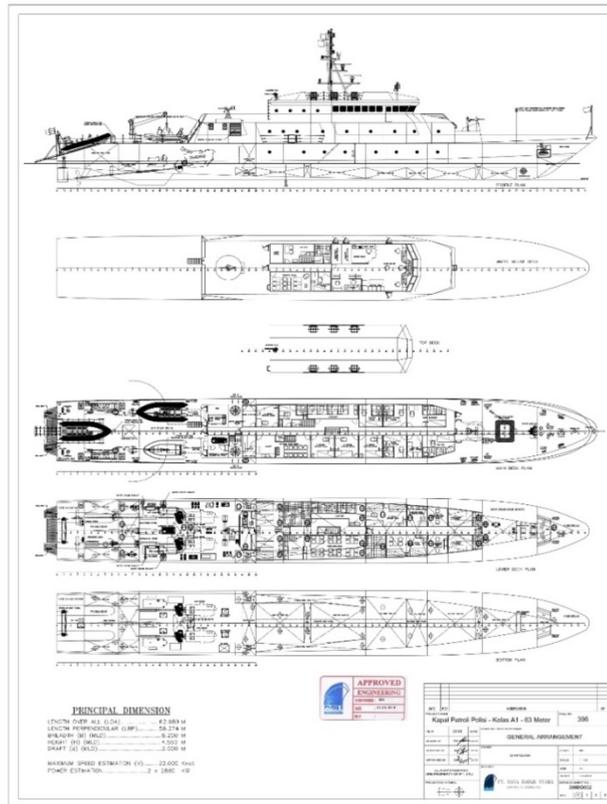
Patrol vessels, Construction block,
Joint erection

Abstract: *The construction of modern vessels is already different from traditional ships, modern vessels are usually constructed by block methods where the ship is constructed from the pieces and starts from the centre piece. The construction with this method was used on the police patrol ship 63m . The process of unification of the block was done after the block was finished through the assembly process and also passed several parameters, the parameters that must be achieved and implemented before the process of the joint erection is the identification of the material, scantling Check, welding check, dimension check, readiness of the crane, building berth, number of boat blocks, and Indetification Risk. In the implementation of the block construction unification process using the help of the crane and the Trailer to move the blocks from the jig table to the building birth. The selection of the crane itself is based on the block load, being for the number of eye plates when the joint erection depends on the number and capacity of the crane used. And in this case the load of each eye plate is 35.26 kN and maximum stress 376,30 Mpa in block B05 and then 23, 51 kN in and maximum stress 313,30 Mpa in block B07. After the joint erection is still needed to be checked, the things to be checked are dimensional check, plate and member flatness, member straightness, Visual weld inspection, and non-destructive test according to WPS.*

Copyright © 2020 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan banyak kekayaan alam. Daerah yang sebagian besar lautan hingga 78 persen dari wilayahnya (Ariany, Hendra, & Febriary, 2018), Berdasarkan statistik jumlah kepulaunnya kurang lebih terdapat 17.506 pulau, yang letaknya secara geografis sangat strategis karena berada pada posisi silang, yakni diantara benua Asia dan Australia serta diantara Samudera Hindia dan Pasifik (Hutama, Yudo, & Iqbal, 2016). Potensi laut di Indonesia dapat dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan kesejahteraan bangsa.. Untuk mendukung hal tersebut perlu adanya sarana transportasi sebagai penghubung dan mendekatkan sektor daya tarik wisata ini dengan dunia bahari Indonesia (Utomo & Khristyson, 2019). Kapal Patroli merupakan kapal yang memiliki karakteristik ukuran termasuk kedalam kapal cepat. Kapal ini memiliki fungsi untuk melakukan penjagaan perairan Indonesia disertai dengan pengamanan dan penjagaan terhadap kapal-kapal yang melakukan aktivitasnya di perairan Indonesia. Kapal dengan tipe ini memiliki bentuk lambung dan konstruksi yang ramping. Lihat gambar1, pada gambar ini terlihat tata letak atau general arrangement proses pembangunan kapal patroli.



Gambar 1. *General arrangement* (Analisis, 2020)

Pembuatan kapal modern biasanya diawali dari desain dilanjutkan ke pembentukan *body* berbagai macam tes hingga percobaan pengapungan. Kapal modern juga biasanya dibangun perblok yang artinya dari desain utuh kapal dibagi menjadi beberapa bagian konstruksi (yang disebut block) dan dibangun tiap potongan yang biasanya dimulai dari potongan yang paling tengah hingga haluan baru bagian tengah kebagian buritan (Hwang, Kim, Lee, & Shin, 2014). Pada proses penyatuan tiap potongan biasanya dibantu dengan pesawat angkat angkut. Penggunaan pesawat angkat angkutnya pun bergantung pada banyak hal, seperti berat konstruksi block dalam kemampuan perusahaan pembangun kapal dan masih banyak lagi. Proses joint erection merupakan proses loading konstruksi untuk disambungkan menjadi suatu bagian pada kapal (Kang, Seo, & Chung, 2018). Pada proses ini terjadi tegangan yang terjadi karena terdapat beban yang diangkat oleh pesawat angkat. Tegangan ini terjadi akibat beban statis pada konstruksi block yang diangkatnya. Perhitungan nilai tegangan statis pada suatu konstruksi berpengaruh terhadap perencanaan modulus profil suatu konstruksi (Wei et al., 2019). Dalam hal ini penggunaan *eyeplate* sebagai tumpuan pesawat angkat dalam mengangkat konstruksi block kapal.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menganalisa proses *joint erection* dari konstruksi block B05 & B07, serta perhitungan nilai tegangan yang terjadi pada beban statis konstruksi block B05 & B07 ketika dilakukan proses joint erection. Adapun batasan dalam penulisan ini, analisa joint erection lebih ditekankan pada konstruksi block yang diangkat (Block B05 & B07) yang mana merupakan konstruksi kamar mesin kapal dan bagian buritan. Bagian ini mendapat perhatian khusus dikarenakan merupakan tempat peletakan sistem penggerak kapal yaitu pondasi mesin utama / *engine bed*, poros baling-baling, dan baling-baling kapal.

Beban statis dan tegangan dapat dihitung pada saat pengangkatan blok menggunakan crane. Beban statis adalah beban yang besarnya tidak berubah atau dapat dikatakan beban yang memiliki besaran yang tetap. Beban statis dalam perhitungannya menggunakan rumus:

$$F = m \cdot g \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

P : tegangan (N/m²)

F : gaya (N)

A: luas permukaan (m²)

Momen adalah gaya dikali dengan jarak dari suatu titik yang dimaksud. Atau yang jika dituliskan dalam rumus adalah seperti berikut:

$$M=P.l \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

M : Momen (tm)

P : gaya (t)

l: panjang (m)

Dikataan suatu momen memiliki nilai positif (+) jika benda tersebut berputar searah jarum jam, dan jika suatu benda bergerak berlawanan dengan arah jarum jam maka nilai momenya negatif (-). Sedangkan gaya reaksi adalah gaya perlawanan dari gaya yang diberikan kepada suatu benda.

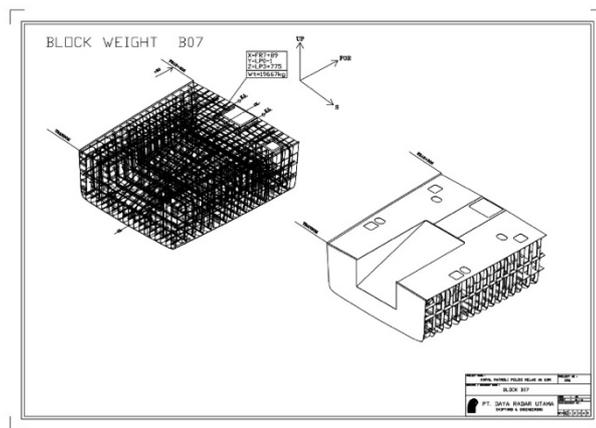
2. DATA DAN METODE

2.1. Ukuran Utama Kapal

Principal Dimension atau ukuran utama kapal adalah data dari besaran panjang (*length*), lebar (*beadth*), tinggi (*height*), sarat (*draught*) dan besaran-besaran lain yang melekat pada kapal. Data ini berguna sebagai dari kapal patroli polisi 63 meter adalah sebagai berikut:

<i>Length over all</i>	:	62,989 m
<i>Length between perpendicular</i>	:	58,274 m
<i>Breadth</i>	:	8,2 m
<i>Height</i>	:	4,55 m
<i>Draught</i>	:	2,0 m
<i>Service Velocity</i>	:	22 knots
<i>Power Estimation</i>	:	2 x 2880 kW

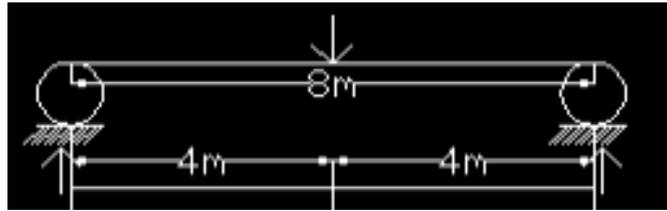
Data utama tersebut digunakan sebagai acuan untuk pada proses pembuatan kapal terutama sebagai acuan untuk gambar desain. Berat konstruksi block 14,388 Ton untuk blok B05 dan 9,592 Ton untuk blok B07. Dimana blok B05 lebih berat karena sekaligus menjadi kamar mesin kapal yang mana konstruksinya lebih banyak. Sedag blok B07 lebih ringan karena tidak terdapat kostruksi untuk menopang mesin. Sebagaiman terlihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Assembly drawing (Analisis, 2020)

2.2. Perhitungan beban

Dari data berat konstruksi yang diperoleh maka dapat dilakukan perhitungan beban. Dari hasil perhitungan beban maka dapat menenukan ukuran modulus untuk merencanakan profil atau plat sebagai pengait. Perhitungan dibatasi dengan menggunakan rumus perhitungan beban statis dengan batasan antara tumpuan yang didefinisikan berupa beam sebagai konstruksi blocknya, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi jenis tumpuan *beam* (Analisis, 2020)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada saat *joint erection*, ada beberapa langkah yang dilakukan. Dari yang semula konstuski block kapal berada diatas meja *jig*, hingga menyatu dengan konstruksi block yang lain membentuk kapal secara utuh. Proses penyatuan dan penyelarasan block dengan block yang lain disebut *fit up*. Adapun pengerjaan-pengerjaan yang dilakukan saat proses *joint erection* adalah :

- Konstruksi block diangkat oleh *crane* dan dipindahkan dari meja kerja ke atas *trailer*. Untuk mengangkat blok menggunakan crane, di sisi lambung konstruksi block kapal sudah dipasang lubang pengait agar bisa dimasuki oleh ujung pengait *crane*. Block diangkat dan diangkut masih dalam keadaan terbalik, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Penempatan lubang pengait, (Analisis, 2020)

- *Trailer* membawa block ke daerah perakitan yang sebelumnya sudah diberi penyanggah kayu untuk menopang block. Block yang dibawa oleh *trailer* dikaitkan dengan badan *trailer* agar tidak goyang dan jatuh pada saat diangkut.
- Setelah sampai di *bulding berth*, block diangkat oleh *crane* dan diputar posisinya agar sesuai dengan rancangan gambar. Pemutaran dan pengangkatan ini menggunakan dua *crane*.
- Block diletakkan diatas *stop block* yang terbuat dari beton, kayu, atau baja, namun crane masih dalam posisi belum melepas balok secara bebas, sampai posisi penyanggah kayu sudah pas dengan blok yang lain. Hal ini untuk memudahkan proses *fit up*, lihat gambar 5.



Gambar 5. Proses *fit up* (Analisis, 2020)

- Block ditarik, didorong, atau diatur sedemikian rupa sehingga setiap block dapat *alignment* satu sama lain, cara ini dilakukan secara manual dengan menggunakan bantuan *chain block* (2 ton) dan dongkrak (1,5 ton) dalam kondisi masih ditopang *crane*.
- Setelah itu, *crane* melepaskan pengikat block. Melakukan proses *alignment* antar block dengan metode Lub melalui bantuan *chain hold* dan selang air. Dalam kondisi seperti ini, penggunaan *theodolit* juga diperlukan. Setelah blok sudah rata dan selaras, dipasang pelat *stopper* yang berjarak kurang lebih 30 cm, agar tidak berubah posisi. Hal ini juga untuk membantu proses pengelasan antar blok, lihat pada gambar 6.



Gambar 6. Pemasangan pelat *stopper* (Analisis, 2020)

- Setelah semua proses penyelarasan selesai, block satu dengan yang lain dilas sesuai dengan spesifikasi yang tertera dalam WPS (*welding procedure specification*). Semua parameter, pencegahan, dan penanggulangan tertera dalam WPS.

Hasil Perhitungan beban statis sesuai dengan rumus 1 dan 2 maka didapatkan hasil, lihat tabel 1

Tabel 1. Perhitungan Beban Statis (Analisis, 2020)

No.	Block name	Dimension (m)	m (T)	g(m/s ²)	F(kN)
1.	B05	9x8x4,5	14,388	9,8	141,01
2.	B07	9x8x4,5	9,592	9,8	94,01

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai F untuk masing-masing blok adalah 141,01 kN untuk blok B05 dan 94,01 kN untuk blok B07. Selain itu juga dilakukan perhitungan momen dengan rumus :

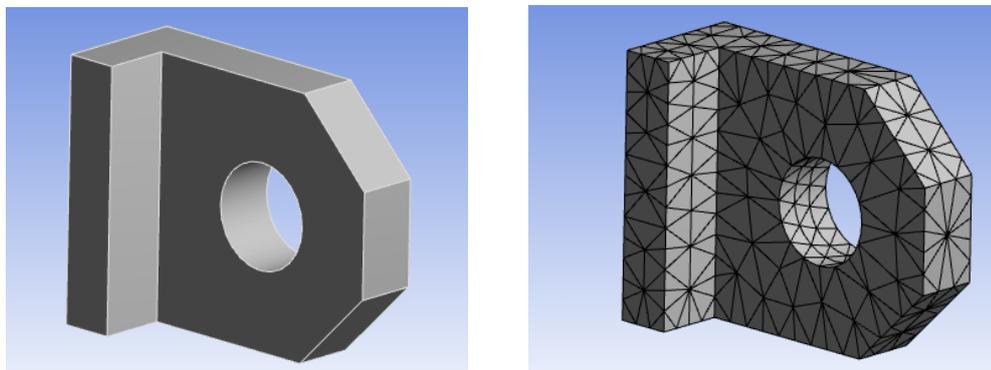
$$R_A \cdot I_{ab} - P_1 \cdot I_{P1b} = M_b \dots\dots\dots (3)$$

Dari data analisis tersebut maka didapatkan hasil perhitungan gaya reaksi dan momen pada masing – masing tumpuan adalah sebagai berikut, lihat tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan Gaya Reaksi dan Momen (Analisis, 2020)

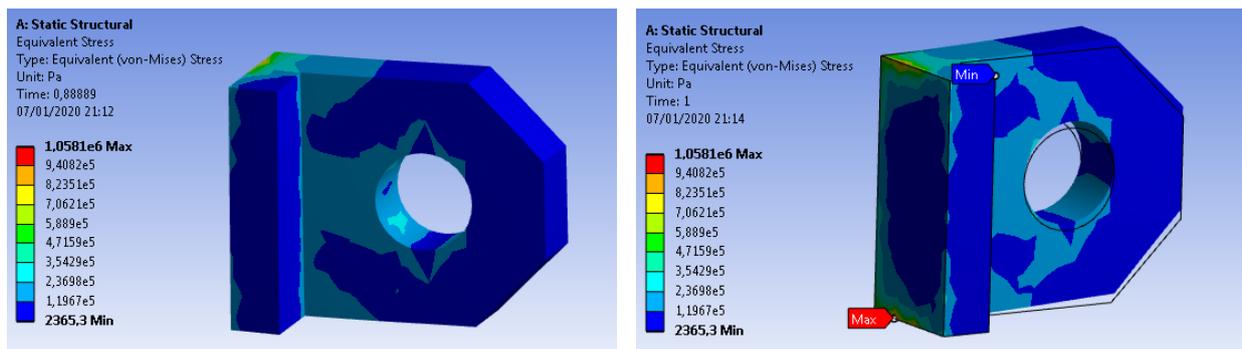
No.	Block name	F(kN)	Gaya Reaksi (kN)	Momen Max. (T.m)	Beban / eye plate (kN)
1.	B05	141,01	R _A : 70,5	282,01	35,26
			R _B : 70,5		
2.	B07	94,01	R _A : 47,08	188,03	23,51
			R _B : 47,08		

Dari hasil perhitungan pada tabel 2, dapat diketahui nilai beban terbesar yang diterima oleh *eye plate* atau plat lubang pengait sebesar 35,26 kN. Hal ini dikarenakan pada block B05 memiliki ukuran yang lebih besar. Analisa kekuatan suatu konstruksi dapat digambarkan dari tegangan yang diterima dari konstruksi tersebut. Seperti contoh tegangan normal dan geser yang bekerja di penampang. Apabila hukum Hooke berlaku, maka kita dapat memperoleh tegangan normal dan geser dari rumus lentur dan geser (Park, An, & Lee, 2019). Tegangan normal dihitung di penampang yang mengalami momen lentur maksimum, dan tegangan geser dihitung di penampang dengan gaya geser maksimum. Tegangan von Mises merupakan tegangan hasil perhitungan antara tegangan utama dan tegangan geser sehingga nilainya lebih komprehensif dibandingkan dengan tegangan yang lain (Kurdi, 2019). Untuk mevalidasi hasil perhitungan secara manual maka dapat dilakukan metode perbandingan. Dalam hal ini metode yang digunakan untuk mengetahui perbandingan nilai tegangan yang terjadi dengan menggunakan Metode Element Hingga. Model desain *eye plate* terdiri dari plat dengan tebal 20 mm, 24 mm, dan 26 mm dengan batasan ukuran 200 x 200 mm. Setelah model dibuat selanjutnya dilakukan meshing untuk menentukan jumlah elemen yang diperlukan, lihat gambar 7.



Gambar 7. Model *eye plate*, dan *meshing* (Analisis, 2020)

Selanjutnya dilakukan analisa tegangan von mises untuk dengan nilai hasil perhitungan manual tadi. Dengan batasan sesuai dengan penempatan plat lubang pengait pada konstruksi block B05 dan B07 kapal patroli 63 meter. Maka didapatkan hasil, terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Hasil perhitungan FEM (Analisis, 2020)

Dari hasil perhitungan maka dapat dibandingkan penggunaan *eye plate* pada proses joint erection sangat berpengaruh terhadap keamanan dan kelangsungan proses ini. Hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan nilai tegangan maksimum lihat pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan hasil perhitungan tegangan pada *eyeplate* (Analisis, 2020)

Ukuran tebal (mm)	Von Misses Stress (Mpa)	
	Konstruksi Block B05	Konstruksi Block B07
20	376,30	313,30
24	321,46	278,46
26	281,28	220,05

Dapat terlihat dari tabel 3, semakin besar dan tebal dimensi pemilihan ukuran *eyeplate* untuk melakukan proses *joint erection*, maka semakin kecil nilai tegangan yang terjadi. Hal ini sejalan dengan teori pemilihan modulus profil pada suatu konstruksi baja.

4. KESIMPULAN

Pada saat *joint erection*, ada beberapa item pekerjaan yang dilakukan secara prosedural. Mulai dari pengangkatan blok dari meja *jig* ke *trailer*, lalu *trailer* membawa block tersebut ke area *buliding berth*. Setelah block disatukan dengan blok lain, posisi sambungan block diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan gambar acuan. Kemudian, setelah semua pengaturan letak sambungan telah sesuai, block dilas dua sisi sesuai dengan WPS.

Langkah yang perlu diperhatikan setelah *joint erection*, sesuai dengan peraturan kelas yaitu *dimensional check, plate and member flatness, member straightness, visual weld inspection*, dan *non destructive test* sesuai dengan WPS. Pengecekan ini wajib dilaksanakan agar mendapat sertifikat *approval* dari badan klasifikasi.

Nilai tegangan yang terjadi pada *eyeplate* ketika proses *joint erection* menunjukkan perbandingan ukuran dan tebal dimensi *eyeplate* menunjukkan hubungan nilai tegangan yang terjadi. Hal ini sejalan dengan teori pemilihan modulus profil pada suatu konstruksi baja.

5. REFERENSI

- Ariany, Z., Hendra, A., & Febrinary, S. (2018). Standart Pelayanan Minimal (Spm) Dan Sistem Lasing Pada Kapal Ro-Ro Untuk Keselamatan Transportasi Penyebrangan Laut (Studi Kasus Kmp. Legundi). *Gema Teknologi*, 20(1), 26. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i1.21081>
- Hutama, M. H., Yudo, H., & Iqbal, M. (2016). Analisa Kelelahan Rantai Jangkar Dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3). Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/14754>
- Hwang, I. H., Kim, Y., Lee, D. K., & Shin, J. G. (2014). Automation of block assignment planning using a diagram-based scenario modeling method. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 6(1), 162–174. <https://doi.org/10.2478/IJNAOE-2013-0170>
- Kang, M., Seo, J., & Chung, H. (2018). Ship block assembly sequence planning considering productivity and welding deformation. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 10(4), 450–457. <https://doi.org/10.1016/J.IJNAOE.2017.09.005>
- Kurdi, O. (2019). Pemilihan Jenis Pembebanan Statik untuk Analisa Tegangan Heavy Duty Truck Chassis Menggunakan Metode Elemen Hingga. *ROTASI*, 21(3), 181. <https://doi.org/10.14710/rotasi.21.3.181-186>

- Park, J., An, G., & Lee, H. (2019). Influence on properties of base metal after elimination of lifting-lug member in a dissimilar welding between steel base and steel lifting lug. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 11(2), 858–864. <https://doi.org/10.1016/J.IJNAOE.2019.04.003>
- Utomo, B., & Khristyson, S. F. (2019). Studi Perancangan Propulsi Kapal Peti Kemas 100 Teus. *Gema Teknologi*, 20(2), 46. <https://doi.org/10.14710/gt.v20i2.21633>
- Wei, Y., Ding, Z., Huang, H., Yan, C., Huang, J., & Leng, J. (2019). A non-contact measurement method of ship block using image-based 3D reconstruction technology. *Ocean Engineering*, 178, 463–475. <https://doi.org/10.1016/J.OCEANENG.2019.03.015>