



SUSTAINABLE PRODUCT DEVELOPMENT FOR SHIP DESIGN USING FINITE ELEMENT APPLICATION AND PUGH'S CONCEPT SELECTION METHOD

Case study: Deciding the Optimum Ship Bow Design

Willyanto Anggono¹⁾, La Ode M. Gafaruddin²⁾

Mechanical Engineering Department Petra Christian University Surabaya^{1,2)}

E mail : willy@petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Haluan kapal (ship bow) adalah bagian terdepan kapal yang sangat penting dikarenakan haluan kapal adalah bagian yang mendapat beban gelombang air laut terdepan dan terbesar sehingga haluan kapal merupakan bagian yang paling fatal dalam hal dampak kerusakan. Kerusakan pada haluan kapal disebabkan karena gelombang air laut yang menghantam haluan kapal akan mengakibatkan tegangan dan deformasi pada material haluan kapal. Pada penelitian ini dilakukan analisa pengaruh bentuk haluan kapal untuk menentukan desain optimum haluan kapal berdasar analisa tegangan dan deformasi yang terjadi pada haluan kapal dengan pembebanan yang konstan. Penentuan tegangan dan deformasi untuk menentukan desain optimum haluan kapal dilakukan dengan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection. Penggunaan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection dalam menentukan desain haluan kapal adalah cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip sustainable product development yang sangat menghemat waktu, biaya, material dan tenaga manusia serta meninggalkan cara trial and error dalam melakukan engineering design. Berdasar penelitian dengan Finite Element Application (ANSYS Software) pada pembebanan yang sama (1000 N untuk drag force dan 800 N untuk lift force) pada berbagai variasi haluan kapal didapatkan nilai tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang terkecil yang terjadi pada berbagai tipe haluan kapal adalah terjadi pada tipe raked bow dengan nilai masing-masing adalah 297330 Pa untuk tegangan maksimum dan 0,09203 mm untuk deformasi maksimum. Berdasar hasil penelitian dengan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection dalam menentukan desain haluan kapal didapatkan bahwa tipe haluan yang paling optimum adalah tipe raked bow.

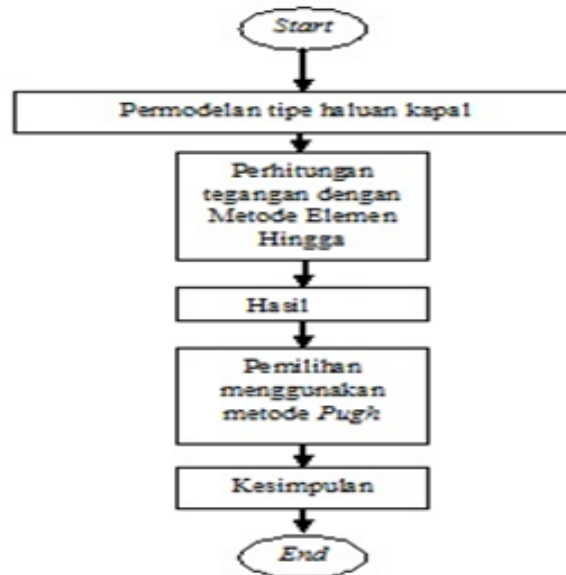
Kata kunci: Sustainable product development, Finite element application, Pugh's concept selection, Haluan kapal.

1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan di bidang transportasi laut cukup berkembang. Kapal merupakan salah satu moda transportasi yang memiliki kapasitas angkut yang besar. Oleh karena itu kapal merupakan moda transportasi yang memiliki prospek yang bagus untuk mengangkut barang maupun manusia. Di dalam pelayarannya, kapal melalui laut yang memiliki tingkat kekuatan gelombang yang bervariasi. Variasi kekuatan gelombang ini dapat dipengaruhi oleh beberapa aspek. Aspek-aspek yang mempengaruhi kekuatan gelombang tersebut antara lain kedalaman laut, luas laut, temperatur laut. Semakin luas laut tersebut, maka semakin kencang angin yang berhembus. Semakin kencang angin yang berhembus, maka kekuatan gelombang yang ditimbulkan akan semakin besar. Oleh karena itu kapal diharapkan mampu melawan hampasan gelombang air laut yang bervariasi sesuai dengan daerah pelayaran yang akan direncanakan. Haluan kapal merupakan bagian kapal yang terkena dampak gelombang paling besar dan terdapat berbagai jenis model haluan kapal, antara lain raked bow dan spoon bow. Kerusakan yang mungkin terjadi merupakan hal yang sangat tidak diinginkan mengingat kapal bekerja pada air. Jika kerusakan tersebut diabaikan, maka kemungkinan kapal akan bocor dapat berdampak pada keselamatan pelayaran kapal itu sendiri. Pendekatan metode elemen hingga (Finite Element Application using ANSYS Software) untuk menganalisa kemungkinan kerusakan yang terjadi pada haluan kapal tersebut merupakan salah satu cara pendekatan yang cukup murah, cepat dan relatif akurat (Heckman, 1998). Aplikasi metode elemen hingga juga dapat diterapkan untuk menganalisa kapal (Abubakar, 2012) dimana metode elemen hingga dan software FEA digunakan untuk memprediksi kerusakan yang kemudian diperluas untuk menyelidiki kerusakan pada struktur double bottom kapal. Finite Element Application adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan mekanika dengan geometri yang kompleks. Keunggulan metode ini terdapat pada kecepatan komputasi dalam menyelesaikan permasalahan mekanika, memberikan solusi yang cukup akurat, efisiensi biaya yang digunakan untuk menyelesaikan sebuah kasus mekanika. Dalam penggunaan Finite Element Application software, benda akan di diskritisasi menjadi elemen-elemen dan dilakukan pengaplikasian boundary conditions serta pembebanan selanjutnya dilakukan perhitungan.

2. Metode Penelitian

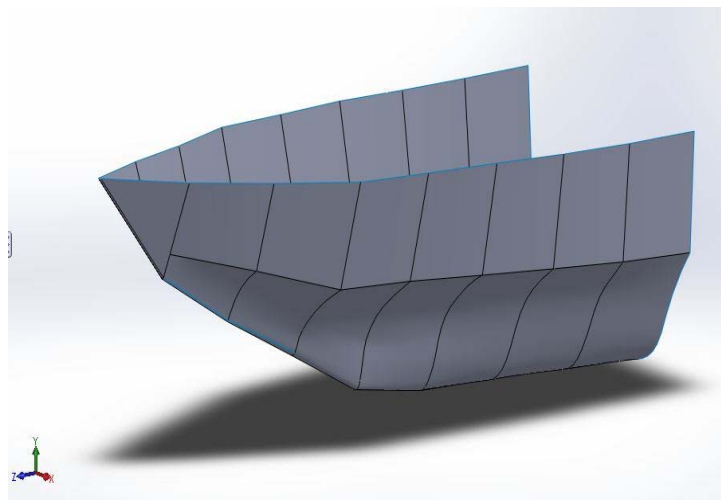
Metodologi yang digunakan dalam pemilihan tipe haluan kapal (raked bow dan spoon bow) berdasarkan tegangan maksimum seperti yang terlihat pada Gambar 1. Material haluan kapal terbuat dari pelat baja AH36 dengan ketebalan yang sama untuk masing-masing variasi tipe haluan kapal yang diteliti. Dimensi Kapal yang dianalisa mempunyai dimensi: panjang keseluruhan 65 meter, lebar keseluruhan breadth moulded 14 meter dan draft 2,95 meter. Pembebanan yang sama dilakukan pada setiap model tipe haluan kapal sebesar 1000 N untuk drag force dan 800 N untuk lift force.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

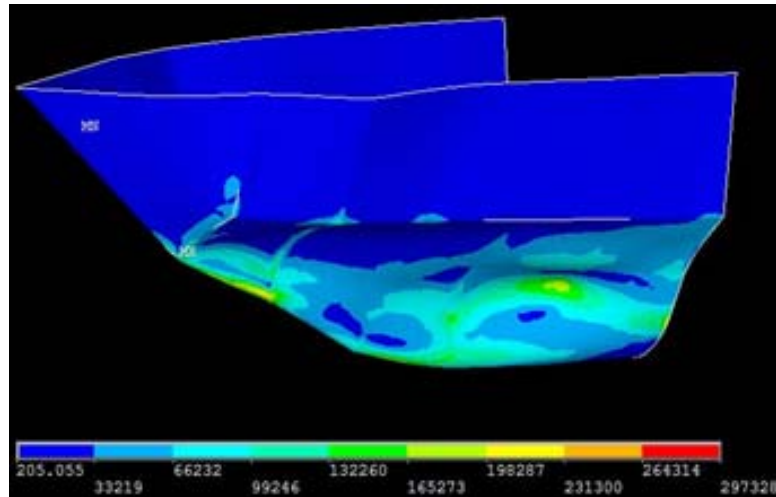
3. Hasil dan Analisa

Pemodelan dilakukan dengan menggunakan software CAD (solidworks) dan untuk analisa tegangan dan deformasi dilakukan dalam ANSYS yang berbasis metode elemen hingga. Beban diaplikasikan pada haluan yang memiliki nilai yang sama namun dengan desain haluan yang berbeda. Pemodelan menggunakan software solidworks dapat dilihat pada Gambar 2.

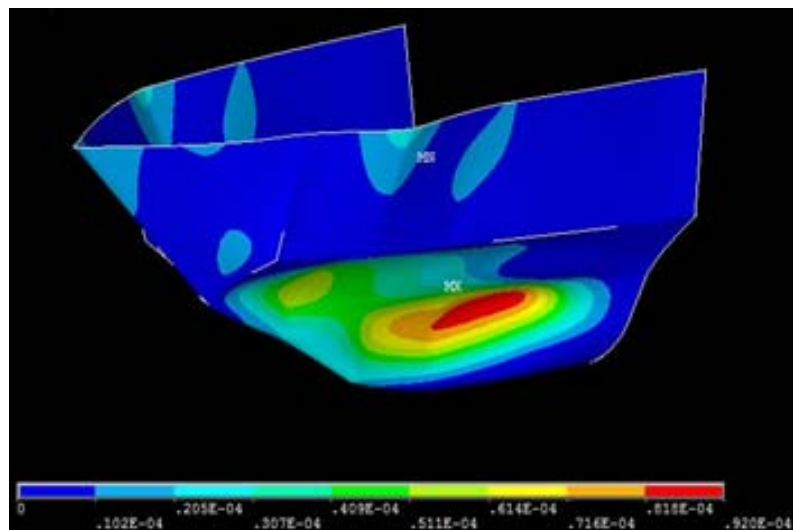


Gambar 2. Pemodelan Haluan Kapal

Setelah pemodelan selesai dilakukan menggunakan Solidworks, selanjutnya analisa tegangan dan deformasi (nodal displacement) dari setiap tipe haluan dilakukan menggunakan software ANSYS. Pada ANSYS sebelum pembebanan dilakukan, model harus di meshing terlebih dahulu agar di diskritisasi menjadi elemen yang lebih kecil. Setelah dilakukan proses meshing, penerapan boundary conditions dan pembebanan, selanjutnya dilakukan simulasi perhitungan dari desain tipe haluan kapal raked bow dan spoon bow yang dapat dilihat seperti pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6.

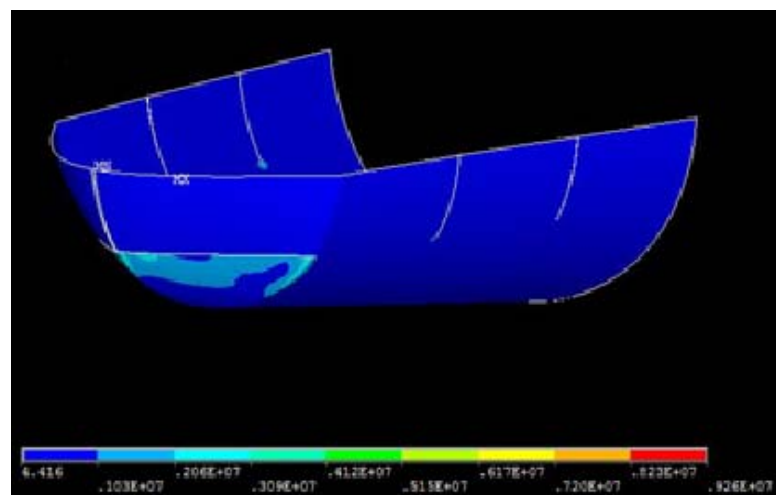


Gambar 3. Vonmises Stress pada Tipe Haluan *Raked Bow*

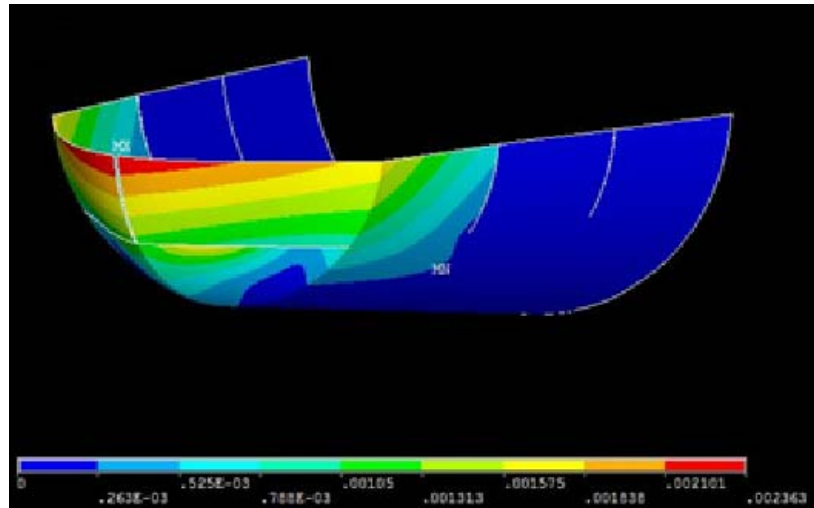


Gambar 4. Nodal Displacement pada Tipe Haluan *Raked bow*

Dari hasil simulasi untuk tipe haluan raked bow diperoleh bahwa tegangan (von mises stress) maksimum yang terjadi pada haluan adalah sebesar 297330 Pa (Gambar 3) dan nodal displacement (deformasi) maksimum yang ditunjukkan oleh hasil simulasi pada Gambar 4 adalah sebesar 0,00009203 meter atau 0,09203 mm.



Gambar 5. Vonmises Stress pada Tipe Haluan *Spoon Bow*



Gambar 6. Nodal displacement pada Tipe Haluan Spoon Bow

Dari hasil simulasi untuk tipe haluan spoon bow diperoleh bahwa tegangan (von mises) maksimum yang terjadi pada haluan adalah sebesar 9261100 Pa (Gambar 5) dan defleksi maksimum yang ditunjukkan oleh hasil simulasi adalah sebesar 0,0023631 meter atau 2,3631 mm (Gambar 6). Selanjutnya semua hasil simulasi tegangan dan deformasi yang terjadi pada berbagai tipe haluan kapal (raked bow dan spoon bow) dirangkum dan dipresentasikan dalam tabel seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Simulasi Analisa Tegangan dan Deformasi pada Haluan Kapal

Tipe Haluan Kapal	Tegangan maksimum (Pa)	Deformasi Maksimum (m)
Raked Bow	297330	9.20E-05
Spoon Bow	9261100	2.36E-03

Tabel 2. Pugh's Concept Selection untuk Pemilihan Desain Optimum Haluan Kapal

Model Haluan Kapal		Raked Bow		Spoon Bow	
Kriteria	Weighing Factor	Individual Value	Weighing Value	Individual Value	Weighing Value
Tegangan Maksimum	5	5	25	4	20
Deformasi Maksimum	5	5	25	4	20
Total Weighing Value			50		40

Untuk memilih tipe haluan yang paling optimum, diperlukan pemilihan menggunakan Pugh's concept selection dengan kriteria desain terbaik adalah desain yang memiliki total score terbesar. Berdasarkan pemilihan tipe haluan kapal menggunakan Pugh's Concept Selection, tipe raked bow memiliki nilai (score) yang paling tinggi. Sehingga tipe raked bow merupakan tipe haluan yang paling optimum berdasar kriteria penilaian tegangan dan deformasi maksimum yang terjadi.

4. Kesimpulan

Penentuan tegangan dan deformasi untuk menentukan desain optimum haluan kapal dilakukan dengan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection. Penggunaan Finite Element Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection dalam menentukan desain haluan kapal adalah cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip sustainable product development yang sangat menghemat waktu, biaya, material dan tenaga manusia serta meninggalkan cara trial and error dalam melakukan engineering design. Berdasar penelitian dengan Finite Element Application (ANSYS Software) pada pembebanan yang sama (1000 N untuk drag force dan 800 N untuk lift force) pada berbagai variasi haluan kapal didapatkan nilai tegangan maksimum dan deformasi maksimum yang terkecil yang terjadi pada berbagai tipe haluan kapal adalah terjadi pada tipe raked bow dengan nilai masing-masing adalah 297330 Pa untuk tegangan maksimum dan 0,09203 mm untuk deformasi maksimum. Berdasar hasil penelitian dengan Finite Element



Application (ANSYS Software) dan Pugh's concept selection dalam menentukan desain haluan kapal didapatkan bahwa tipe haluan yang paling optimum adalah tipe raked bow.

Daftar Pustaka

1. AbuBakar, A., 2012, Simulation of ship grounding damage using the finite element method, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020768312004416>>
2. Anggono, W., Suprianto, F.D., Penentuan Desain Optimum Rangka Giant Water Dispenser dengan Menggunakan ANSYS Software dan Stewart Pugh's Concept Selection, National Conference on Design and Application of Technology, 2007.
3. Anggono, W., Pisa, B. F., Susilo, S. H., Sustainable Product Design for Motor Cycle Cast Wheel using Finite Element Application and Pugh's Concept Selection Method, Seminar Nasional Teknik Mesin 6, 2011.
4. Anggono, W., "Peningkatan Unjuk Kerja Desain Flexible Shield untuk Pompa Sabun dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga", Jurnal Teknik Mesin, 2004, Vol. 6, hal. 57-64.
5. Budinski, K.G., Engineering Materials Properties and Selection, Prentice Hall, USA, 2002.
6. Budynas, Richard, G., Advanced Strength and Applied Stress Analysis, McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1999.
7. Deutschman, A. D., Machine Design Theory and Practice, Macmillan Publishing Co, Inc, New York, 1975.
8. Gafaruddin, L. M., Pemilihan Tipe haluan Kapal Berdasarkan Tegangan Maksimum yang Terjadi, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Kristen Petra, 2013.
9. Heckman, D., 1998, Finite Element Analysis of Pressure Vessel. MBARI. <http://www.mbari.org/education/internship/98interns/98internpapers/98heckman.html>.
10. Hertzberg, W.R., Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials, third edition, John Wiley and Sons, 1986.
11. Juvinall, Robert C., Engineering Consideration of Stress, Strain and Strength. New York: McGraw-Hill Book Company, 1967.
12. Logan, D.L., A First Course in The Finite Element Method, PWS Publishing Company, Boston, 1996.
13. Pugh, S., Creating Innovative Products Using Total Design, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., USA, 1996.
14. Pugh, S., Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., USA, 1991.