

SIMULASI NUMERIK HIDRODINAMIKA PADA DESAIN KONFIGURASI WAVE DEFLECTOR UNTUK KENDARAAN AMFIBI BERODA BAN

SIMULATION OF NUMERICAL HYDRODYNAMICS IN WAVE DEFLECTOR CONFIGURATION DESIGN FOR EQUIPMENT AMFIBI VEHICLES

Abdul Aziz, Abid Paripurna Fuadi, Apid Rustandi,

Pusat Teknologi Industri Pertahanan dan Keamanan
Deputi Teknologi Industri Rancang Bangun dan Rekayasa – BPPT
Gedung Hankam No. 256 Kawasan PUSPIPTEK - Serpong, Tangerang Selatan – 15314
Telp. 021-75791262 (ext. 322), Fax. 021-
E-mail : abdul.aziz@bppt.go.id, abid.paripurna@bppt.go.id, apid.rustandi@bppt.go.id

ABSTRAK

Wave Deflector merupakan komponen pendukung pada kendaraan amfibi yang berfungsi untuk menghempaskan aliran fluida dari arah depan ke samping kendaraan sehingga meningkatkan faktor keselamatan pengemudi kendaraan amfibi saat melakukan penyeberangan atau pendaratan dari kapal ke pantai. Sampai saat ini industri pertahanan dan keamanan di Indonesia memproduksi kendaraan tempur beroda ban yang belum dilengkapi *Wave Deflector*. Oleh karenanya perlu dikaji dan dikembangkan desain konfigurasi *Wave Deflector* yang memiliki nilai tahanan air yang optimal dan sesuai dengan mission requirements. Metodologi yang digunakan pada tulisan ini menggunakan penelitian dan pengembangan (*research & development*), dan tahap kegiatan penelitian ini baru sampai tahap validasi desain dengan melakukan simulasi numerik hidrodinamika pada desain konfigurasi *Wave Deflector* kendaraan amfibi beroda ban. Basis evaluasi hidrodinamika dilakukan dengan perhitungan kinerja tahanan (*resistance*) konfigurasi desain *Wave Deflector* serta diuji melalui simulasi numerik efek *wave making* yang terjadi dari 3 (tiga) tipe konfigurasi desain *Wave Deflector* yang digunakan pada kendaraan tempur. Parameter evaluasi yang dijadikan referensi meliputi : faktor besaran tahanan air, kecepatan kendaraan, tinggi gelombang dan luasan permukaan *Wave Deflector*. Dengan pemasangan *Wave Deflector* model *Wave Deflector 3* (WD3) pada kendaraan Panser ANOA-2 dalam kondisi operasi penyeberangan basah kercepatan 3-4 Knot, dapat menurunkan efek tinggi gelombang yang terjadi berkisar 35 – 80 %. Dari hasil simulasi numerik tersebut dapat disimpulkan dengan penggunaan konfigurasi *Wave Deflector* yang tepat, maka akan mengurangi efek tinggi gelombang pada badan kendaraan amfibi dan akan meningkatkan keselamatan pengemudi kendaraan tempur panser amfibi yang ada *Wave Deflector*-nya.

Kata kunci : *Wave Deflector*, *Resistance* , *Wave making*, *Kendaraan tempur amfibi*

ABSTRACT

Wave Deflector is a supporting component in the amphibious vehicle that serves to throw the flow of fluid from the front to the side of the vehicle so as to increase the safety factor of amphibious vehicle drivers when crossing or landing from ship

to shore. Until now the defense and security industries in Indonesia produce wheeled combat vehicle tires that have not equipped Wave Deflector. Therefore it is necessary to study and develop Wave Deflector configuration design which has optimum water resistance value and in accordance with mission requirements. The methodology used in this paper uses research and development, and the stage of this new research until the design validation phase by performing numerical hydrodynamics simulation in the design of the wave deflector configuration of amphibious wheel vehicle. The hydrodynamic evaluation base is performed by calculating the resistance performance of the wave deflector design configuration and tested by numerical simulation of wave making effect that occurs from 3 (three) Wave Deflector design configuration types used in combat vehicles. The evaluation parameters used as reference include: water resistance factor, vehicle speed, wave height and surface area of wave deflector. With the Wave Deflector 3 (WD3) mounting on an ANOA-2 Panzer vehicle in a wet-crossing operation of 3-4 Knot speed, it can decrease the effect of wave height that occurs in the range of 35 - 80%. From the results of numerical simulations can be concluded with the use of proper Wave Deflector configuration, it will reduce the effect of wave height on the amphibious vehicle body and will improve the safety of the driver amphibious armor fighters vehicles.

Keywords : Wave deflector, Resistance, Wave making, Amphibious combat vehicle

Diterima (received) : 13 Juni 2017, Direvisi (reviewed) : 8 Juli 2017, Disetujui (accepted) : 29 Juli 2017

PENDAHULUAN

Wave Deflector merupakan komponen pendukung pada kendaraan amfibi yang mempunyai fungsi menghempaskan aliran fluida dari arah depan ke samping badan kendaraan. Dengan pemasangan komponen ini akan meningkatkan faktor keselamatan dalam mengendarai kendaraan amfibi di air. Hal ini akan memperjelas jarak pandang pengemudi ke depan.

Pada kendaraan tempur beroda ban produk industri dalam negeri Indonesia seperti Panzer ANOA 6X6 komponen ini belum digunakan (Gambar 1), mengingat Panzer ANOA 6x6 hanya digunakan di darat. Namun dengan beragamnya medan operasi kendaraan tempur beroda ban jenis ANOA yang belum memiliki Wave Deflector maka untuk meningkatkan kinerja kendaraan menjadi kendaraan tempur panzer amfibi, perlu dipasang Wave Deflector yang sesuai (Gambar 2) ¹⁾.



Gambar 1.
Panzer Anoa2 6X6
(source: total military.com)



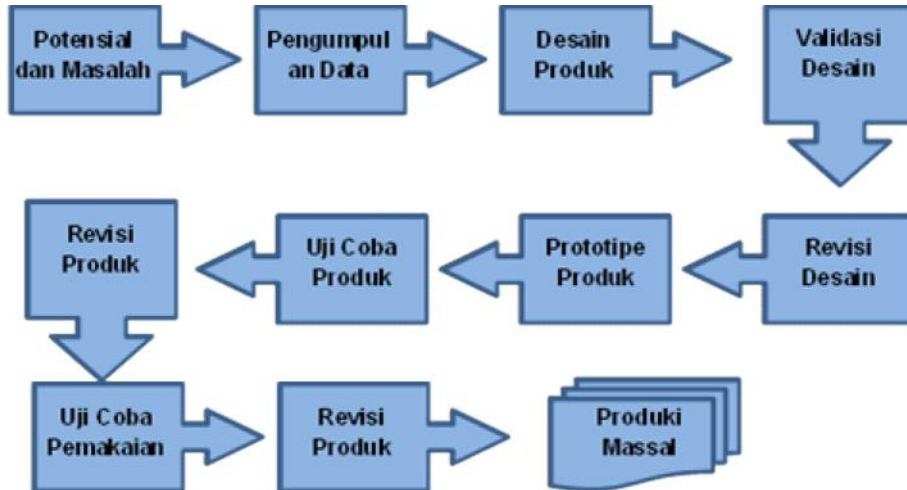
Gambar 2.
Wave Deflector pada Panzer
VAB 4X4 (France)
(source: total military.com)

Sesuai *Mission Requirements* dari kendaraan tempur amfibi yang dirancang menggunakan platform panzer ANOA2, maka dengan misi tempur tersebut kendaraan harus mampu menyeberangi sungai dan mampu untuk *take-off* dan *landing* dari kapal *Landing Ship Tank* menuju pantai ²⁾. Oleh karena itu perlu dirancang komponen Wave Deflector yang tepat. Untuk itu pada tulisan ini dilakukan kajian awal kinerja hidrodinamika secara numerik desain Wave Deflector yang optimal untuk kendaraan tempur beroda ban.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan untuk pengkajian *Wave Deflector* disini adalah metode penelitian dan pengembangan

(*research & development*) yang bertujuan untuk memilih desain produk *Wave Deflector* yang tepat (Gambar 3) ³⁾.



Gambar 3.

Langkah-langkah metode penelitian dan pengembangan (R&D)

Pada kajian disini desain konfigurasi *Wave Deflector* yang tepat adalah desain *Wave Deflector* yang memiliki nilai tahanan air yang optimal serta tidak menambah beban berat pada kendaraan akibat efek gelombang yang terjadi, sesuai dengan *mission requirements*. Pada kajian disini dibuat 3 (tiga) model konfigurasi desain *Wave Deflector* pada panser, kemudian dilakukan validasi desain melalui simulasi numerik hidrodinamika. Dalam perhitungan numerik uji badan kendaraan panser (*hull*) dianggap solid seperti bentuk lambung kapal. Pada kajian disini digunakan batasan asumsi perhitungan yang berbasis pada parameter :

- Frungan of Reference* dimana dalam asumsi ini nilai *zero point / base line* dari badan kendaraan (tapak ban) masih dapat digunakan dalam menentukan *draft / water line* kendaraan
- Resistance Analysis*, analisis ini digunakan untuk mendapatkan koefisien gesek antara badan kendaraan terhadap air serta perhitungan total tahanan (*total resistance*) sesuai kecepatan kendaraan di air.
- Resistant Calculation* perhitungan disini menggunakan metode *free surface*. Dimana desain badan kendaraan (*hull*) diasumsikan termasuk kategori badan kapal (*hull*). Sedangkan faktor yang dijadikan referensi dalam perhitungan simulasi ini adalah faktor tahanan air,

kecepatan dan luas permukaan *wave deflector*⁴⁾.

Dari hasil perhitungan simulasi numerik hidrodinamika tersebut dapat diseleksi desain yang tepat (*feasibility design*) dari *Wave Deflector* berdasarkan nilai tahanan (*total resistance*) dan *wave making* yang terjadi akibat pemasangan *Wave Deflector* pada kendaraan panser beroda ban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Hidrostatik Badan Panser

Untuk menganalisis kinerja hidrodinamika yang bekerja pada konfigurasi *Wave Deflector* pada Panser ANOA-2, maka di bawah ini disampaikan spesifikasi teknis Kendaraan Tempur Panser ANOA2 seperti pada Tabel 1 ⁵⁾.

Tabel 1.
Spesifikasi Teknis Panser ANOA2

Berat Kendaraan	14,5 Ton
Dimensi (mm)	6000 x 2500 x 2170

Untuk pengukuran yang dilakukan badan kendaraan menggunakan metode teknik perkapalan serta melakukan perhitungan hidrostatik memakai *software* Maxsurf, meliputi tinggi setiap sarat air, letak titik berat, volume / *displacement*, gaya apung dan sebagainya ⁶⁾. Dari hasil perhitungan

hidrostatis dapat diketahui tinggi sarat air (*water line*) apung maksimum untuk spesifikasi berat total kendaraan Panser ANOA-2 seberat 14 ton, adalah mencapai sarat air 1272 mm. Sarat air kendaraan Panser ANOA-2 tersebut berkisar pada 2 cm di atas permukaan air atau garis air rata-rata perencanaan.

Dengan adanya sarat air yang tinggi, maka pengendara akan berada dibawah garis air, hal ini sangat membahayakan. Untuk itu perlu menentukan garis air (*water line*) hidrostatis kendaraan Panser yang aman dalam pengertian sarat air tidak menenggelamkan bagian kaca depan pengemudi sehingga pengemudi panser mempunyai jarak pandang ke depan dengan bebas serta kendaraan Panser masih tetap mempunyai daya apung. Oleh karenanya besar *displacement* Panser diturunkan menjadi 11 ton dari rancangan awal. Dengan penurunan ini maka tinggi garis air kendaraan Panser menjadi 1241 mm. Garis air ini 31 mm dibawah permukaan garis air rencana awal. Dari data pengukuran hidrostatis kendaraan Panser ANOA-2 dipilih garis air yang tepat tidak menutup pandangan pengemudi namun juga *displacement* Panser tidak berbeda jauh dengan berat total panser. Adapun hasil pengukuran hidrodinamis kendaraan Panser ANOA-2 ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Pengukuran Hidrostatis

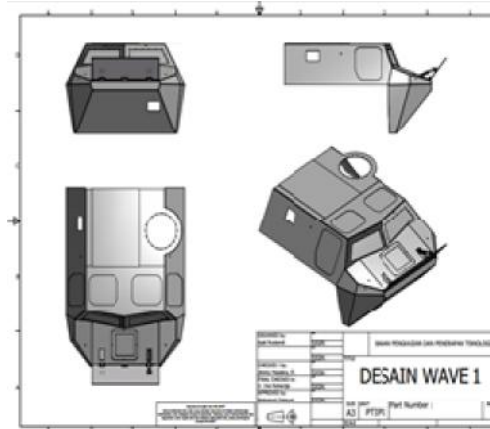
Parameter	Water Line				
	WL1	WL2	WL3	WL4	WL5
Draft pada midships (mm)	930,7	1085,8	1241,0	1396,1	1551,2
Displacement (Tonn)	7,191	9,222	10,99	12,57	14,00

Konfigurasi Desain Wave Deflector

Perancangan konfigurasi *Wave Deflector* didasarkan atas hasil pengamatan data lapangan serta diskusi dengan pihak industri manufaktur kendaraan Panser. Dari sini dibuat rancangan 3 (tiga) variasi konfigurasi model *Wave Deflector* yang dipasang pada bagian depan Panser ANOA-2, seperti pada Gambar 5, 6 dan 7. Adapun spesifikasi teknik ukuran ke tiga *Wave Deflector* ditampilkan pada Tabel 3.

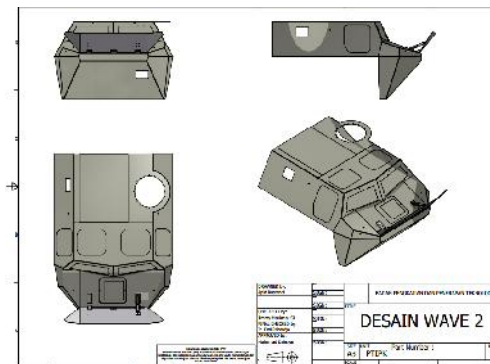
Tabel 3.
Spesifikasi Teknik *Wave Deflector*

	WD1	WD2	WD3
Panjang (mm)	1400	2078	2078
Tinggi (mm)	500	550	550
Tebal (mm)	10	10	10
Jumlah Engsel	3	3	3



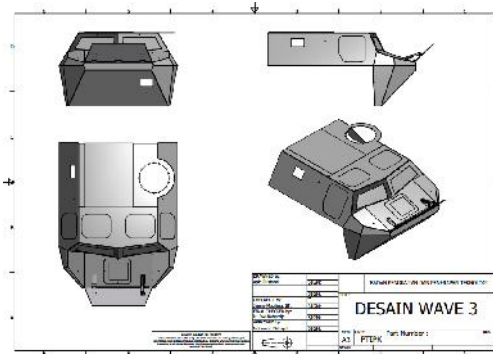
Gambar 4.
Desain *Wave Deflector* 1

Model *Wave Deflector* 1 (WD1), berbentuk dasar profil T yang dilengkapi *web plate* lurus. menyangga sepanjang *face plate* nya, dipasang pada bagian depan kendaraan Panser (Gambar 4).



Gambar 5.
Desain *Wave Deflector* 2

Pada model *Wave Deflector* 2 (WD2), berbentuk dasar profil T, pada bagian ujung kiri dan kanan *web plate* melebar menyangga *face plate* dan dipasang pada bagian depan kendaraan Panser (Gambar 5).



Gambar 6.
Desain Wave Deflector 3

Sedangkan pada model *Wave Deflector 3* (WD3), dengan bentuk dasar profil T, namun *web plate* pada bagian kedua ujungnya berbentuk tirus menyangga *face plate*, dipasang pada bagian depan kendaraan panser (Gambar 6).

Simulasi Hidrodinamik Wave Deflector

Dari masing-masing konfigurasi ke tiga desain *Wave Deflector* di atas terpasang pada kendaraan Panser ANOA-2 serta satu kondisi kendaraan Panser ANOA-2 tanpa *Wave Deflector*, dilakukan simulasi perhitungan numerik hidrodinamika untuk mengetahui besar tahanan total (*resistance*) dan besar efek gelombang yang timbul (*wave making*) akibat pemasangan *Wave Deflector* pada panser dalam kondisi kendaraan melakukan penyeberangan di air tenang. Untuk analisis perhitungan ini menggunakan soft ware Maxsurf *resistance*. memakai metode *slender body*. Adapun tahapan untuk analisis perhitungan total *resistance* dan *Wave making* dilakukan sebagai berikut :

1. Atur bagian *frame of reference* sebagai acuan nilai zero point dan garis air (*waterline*)
2. Atur metode yang digunakan yaitu dengan memakai metode *slender body*.
3. Masuk nilai *range* kecepatan yang diinginkan dalam analisis ini range kecepatan 0–6 Knot.
4. Jalankan perhitungan (*Run solve resistance analysis*) untuk melakukan analisis *resistance*
5. Untuk mengetahui *wave making*, pada program gunakan *run free surface*
6. Hasil analisis perhitungan *resistance* dan *Wave making* dapat dilihat dari nilai *result* dan *graphic*.

Data parameter *default* yang dimasukkan dalam software Maxsurf *resistance* meliputi perhiungan *resistance* dan *Wave making*

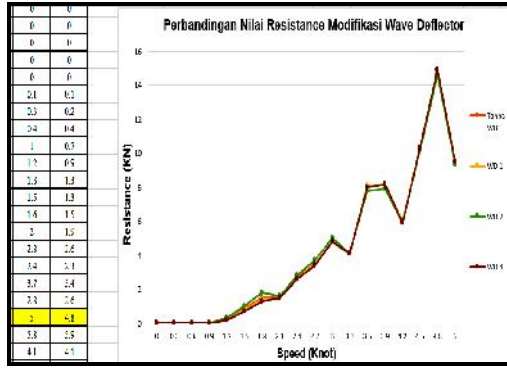
dalam kondisi perairan tenang. Dari hasil analisis perhitungan hidrodinamik didapatkan data total *resistance* dari konfigurasi kendaraan panser ANOA-2 tanpa *Wave Deflector* maupun dengan variasi *Wave Deflector* sebagai mana ditampilkan pada Tabel 4. :

Tabel 4.
Hasil Perhitungan *Resistance*

V Knot	Ro Non WD (KN)	R1 WD 1 (KN)	R2 WD 2 (KN)	R3 WD 3 (KN)
0	--	--	--	--
0.15	0	0	0	0
0.3	0	0	0	0
0.45	0	0	0	0
0.6	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0
0.9	0	0	0	0
1.05	0.1	0.1	0.1	0.1
1.2	0.3	0.3	0.3	0.2
1.35	0.5	0.4	0.4	0.4
1.5	0.9	0.8	1	0.7
1.65	1.1	1.1	1.2	0.9
1.8	1.5	1.4	1.8	1.3
1.95	1.5	1.4	1.5	1.3
2.1	1.6	1.5	1.6	1.5
2.25	2	1.9	2	1.9
2.4	2.7	2.6	2.8	2.6
2.55	2.4	2.3	2.4	2.3
2.7	3.5	3.5	3.7	3.4
2.85	2.7	2.6	2.8	2.6
3	4.8	4.8	5	4.8
3.15	5.8	5.9	5.8	5.9
3.3	4.1	4.1	4.1	4.1
3.45	4.9	4.9	4.9	4.9
3.6	8	8.1	7.8	8
3.75	9.4	9.5	9.2	9.5
3.9	8.2	8.2	7.9	8.2
4.05	6.3	6.3	6.2	6.3
4.2	6	6	5.9	5.9
4.35	7.6	7.6	7.4	7.6
4.5	10.3	10.3	10.1	10.3
4.65	13.1	13.1	12.8	13
4.8	14.9	14.9	14.6	14.9
4.95	15.6	15.6	15.3	15.6
5.1	15.3	15.2	15	15.2
6	9.5	9.5	9.3	9.5

Catatan : V = Speed, Ro = Slendered body Non WD, R n = Slender body with WD

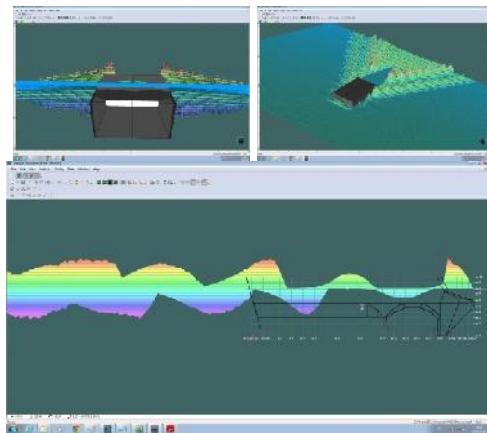
Dari data hasil analisis *resistance* dapat ditampilkan grafik perbandingan *resistance* dari kendaraan Panser ANOA-2 tanpa *Wave Deflector* maupun dengan menggunakan variasi *Wave Deflector* masing-masing, dalam berbagai kecepatan, sebagaimana pada Gambar 7 di bawah ini.



Gambar 7.

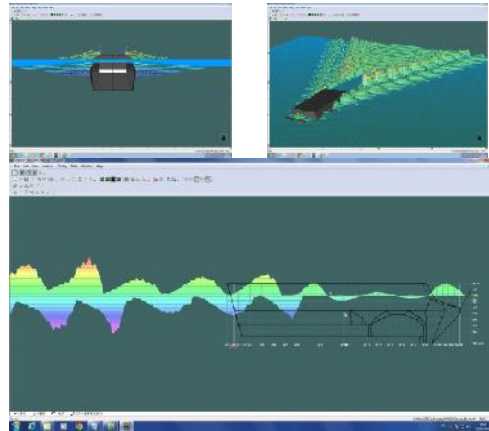
Grafik nilai resistance terhadap kecepatan

Dari Tabel 4. dan Gambar 7. grafik perhitungan di atas menunjukkan bahwa nilai hambatan dari kendaraan panser ANOA-2 tanpa menggunakan *Wave Deflector* serta dengan variasi *Wave Deflector* menunjukkan nilai tahanan (*resistance*) yang tidak berbeda jauh bahkan cenderung sama. Namun nilai tahanan terkecil dialami pada kendaraan Panser dengan konfigurasi *Wave Deflector* 2. Untuk mengetahui efek penggunaan *Wave Deflector* dapat dilihat dari efek gelombang yang dihasilkan dengan variasi kecepatan kendaraan panser berkisar antara 3 – 4 knot. Pada kecepatan tersebut kendaraan Panser disimulasikan mampu bergerak melakukan penyeberangan basah di sungai atau pantai saat beroperasi. Karenanya pada kecepatan 3 knot dengan variasi penggunaan *Wave Deflector* hasil *wave making* yang terjadi ditampilkan pada Gambar 8, 9, 10 dan 11 di bawah ini. Sedangkan variasi kecepatan kendaraan Panser 4 Knot sebagaimana ditampilkan pada Gambar 12, 13, 14, dan 15 berikut ini.



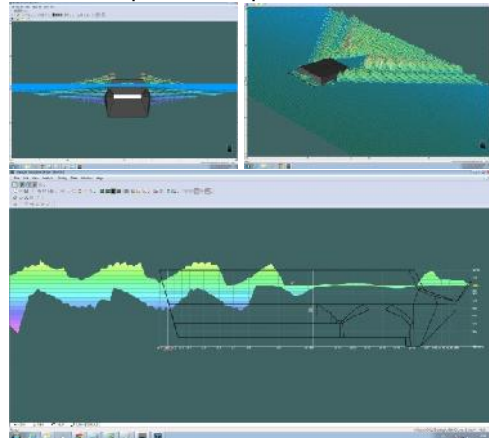
Gambar 8.

Efek Gelombang Tanpa *Wave Deflector* pada Kecepatan 3 knot



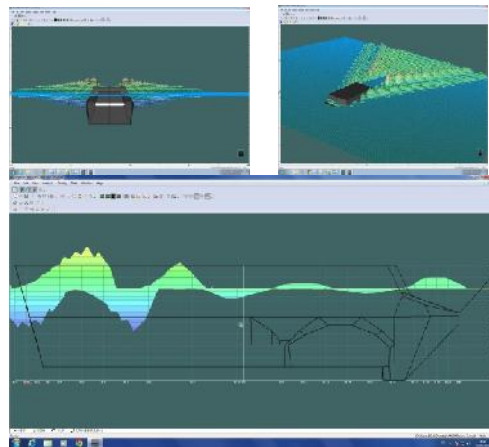
Gambar 9.

Efek Gelombang dengan *Wave Deflector 1* pada Kecepatan 3 knot



Gambar 10.

Efek Gelombang dengan *Wave Deflector 2* pada Kecepatan 3 knot



Gambar 11.

Efek Gelombang dengan *Wave Deflector 3* pada kecepatan 3 knot

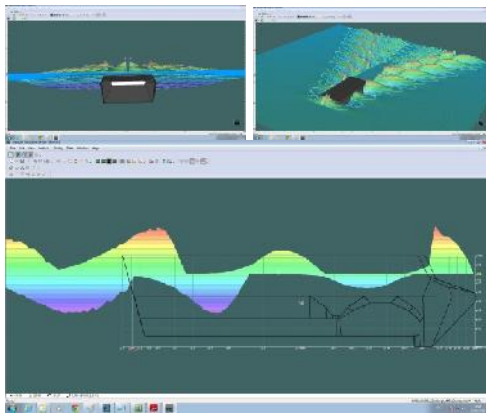
Dari hasil analisis *wave making* dengan software *Maxsurf resistance* didapatkan hasil tinggi gelombang maksimum yang mengenai bagian badan kendaraan panser ANOA-2

pada kecepatan 3 knot, sebagai mana ditampilkan pada Tabel 5.

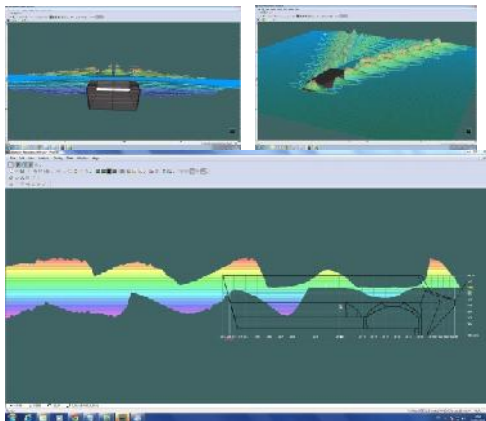
Tabel 5.
Wave Making pada Panser
Kecepatan 3 Knot

Panser	Tinggi Gelombang	Keterangan
Non WD	0,80 m	Perairan tenang
WD 1	0,31 m	Kecepatan 3 Knt
WD 2	0,29m	
WD 3	0,10 m	

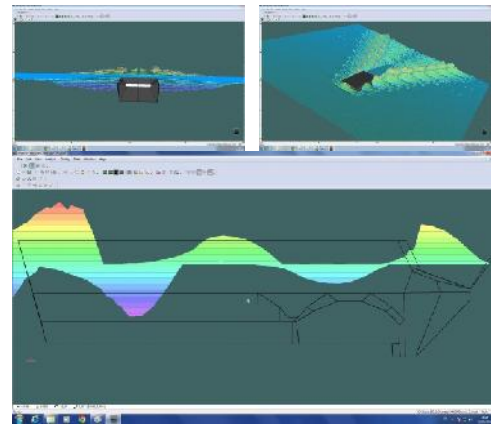
Dari hasil analisis simulasi *wave making* yang terjadi pada kendaraan Panser ANOA-2 terlihat bahwa dengan pemasangan *Wave Deflector* 3 pada kecepatan 3 Knot di perairan tenang, akan menimbulkan gelombang setinggi sekitar 0,1 m



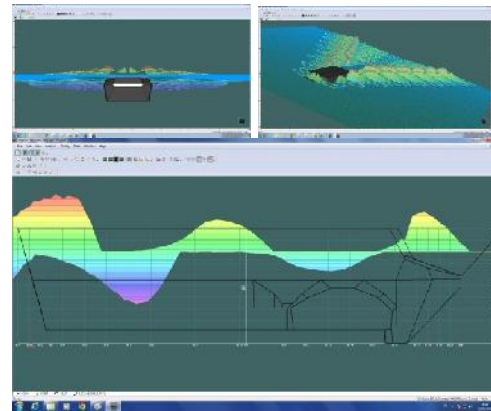
Gambar 12.
Efek Gelombang Tanpa *Wave Deflector*
pada kecepatan 4 knot



Gambar 13.
Efek Gelombang dengan *Wave Deflector* 1
pada Kecepatan 4 knot



Gambar 14.
Efek Gelombang dengan *Wave Deflector* 2
pada Kecepatan 4 knot



Gambar 15.
Efek Gelombang dengan *Wave Deflector* 3
pada Kecepatan 4 knot

Sedangkan dari hasil analisis *wave making* yang ditimbulkan pada panser ANOA-2 setelah dilakukan perhitungan dengan *software* Maxsurf resistance didapatkan hasil tinggi gelombang maksimum yang mengenai bagian badan panser pada kecepatan 4 knot, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6.
Wave Making pada Panser
Kecepatan 4 Knot

Panser	Tinggi Gelombang	Keterangan
Non WD	0,80 m	Perairan tenang
WD 1	0,74 m	Kecepatan 4 Knot
WD 2	0,51 m	
WD 3	0,54 m	

Dari hasil analisis simulasi *wave making* yang terjadi pada kendaraan Panser ANOA-2, terlihat bahwa dengan pemasangan *Wave Deflector* 3 pada kecepatan panser 4 Knot, akan mengakibatkan timbulnya

gelombang setinggi sekitar 0,56 m. Dengan pemasangan Wave deflector model WD3 pada kendaraan Panser ANOA-2 dalam kondisi operasi penyeberangan basah kercepatan 3-4 Knot, dapat menurunkan efek tinggi gelombang yang terjadi berkisar 35 – 80 %.

SIMPULAN

Basis perhitungan data kendaraan Panser ANOA-2 untuk analisis hidrodinamika : tahanan total (*resistance*) dan *wave making* digunakan asumsi berat total kendaraan Panser seberat 11 ton dengan ketinggian sarat air 1.241 m dari garis dasar (*baseline*) tapak ban.

Dari 3 (tiga) model konfigurasi Wave Deflector yang dirancang, konfigurasi Wave Deflector 3 yang dinilai paling optimal, memiliki tahanan total yang dihasilkan paling kecil sebesar 6,3 kN. Sedang dari hasil analisis simulasi wave making pada kendaraan Panser ANOA-2 menunjukkan bahwa dengan pemasangan konfigurasi Wave Deflector 3, menghasilkan parameter tinggi gelombang maksimum mencapai 0,10 m pada kecepatan kendaraan 3 Knot dan ketinggian gelombang 0,54 m pada kecepatan kendaraan 4 Knot.

Dengan penggunaan Wave Deflector pada kendaraan Panser amfibi, pada kecepatan operasi penyeberangan basah 3 – 4 Knot, maka akan menurunkan ketinggian wave making sekitar 35 – 80 %, sehingga hal ini akan meningkatkan keselamatan dalam pengendaraan panser dilapangan.

Dari hasil simulasi numerik tersebut dapat disimpulkan dengan penggunaan konfigurasi Wave Deflector yang tepat, maka akan mengurangi efek tinggi gelombang pada badan kendaraan amfibi dan akan meningkatkan keselamatan pengendaraan kendaraan panser amfibi yang ada Wave Deflector-nya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis dan para perekayasa yang terlibat dalam kegiatan penelitian dan pengembangan Wave Deflector pada Kendaraan Tempur Amfibi beroda ban menyampaikan ucapan terima kasih kepada Kemenristekdikti yang telah mensupport pendanaan pada kegiatan tersebut. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada semua rekan-rekan PTIPK baik langsung maupun tidak langsung yang telah mendukung kegiatan desain dan simulasi numerik *Wave Deflector*. Dan ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh Pengelola Majalah Pengkajian Industri yang telah bersedia memberikan masukan atau koreksi serta menerbitkan jurnal tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mision requirement, Armour Personal Carrier, JANE'S Armour and Artillery 1993-1994, 14th ed. Edited by Christopher F. Foss, JANES Information Group, USA
2. Operasi Amphibi, Ed. Koleksi Angkasa XXVIII, PT Gramedia, Jakarta, p.14.
3. Prof. Dr. Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, Alfabeta CV, Bandung, (2011),
4. Iskendar, Komponen Gaya Hambatan Kapal Cepat, Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol. 8, No.2, BPPT, Jakarta, (2006)
5. Santoso Dede, Spesifikasi VAB 4X4 Amfibi, Lap.TN002/1.2/WDSINAS/IV/2014, PTIPK, BPPT, Tangerang Selatan (2014),
6. Paripurna Abid, Landasan Teori Water Resistance Lap TN002/3.1/WDSINAS/VI/ 2014, PTIPK, BPPT Tangerang Selatan, (2014),
7. Anthony F. Molland, Stephen R. Turnock, Dominic A. Hudson, Ship Resistance and Propulsion: Practical Estimation of Propulsive Power, Cambridge University , (2011)