PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

ANALISA *SEAKEEPING* KAPAL PEMBERSIH SAMPAH (*TRASH SKIMMER*) DI WILAYAH PERAIRAN TELUK SUMENEP

Ahmad Ma'ruf *[1], dan Erifive Pranatal [1]

[1] Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jln. Arief Rahman Hakim No. 100, Surabaya, 60117

*e-mail: ahmadmaruf789@gmail.com

ABSTRAK

Belum tertanganinya sampah yang setiap hari mengambang di perairan Teluk Sumenep menjadi latar belakang dari dilakukannya studi ini. Perancangan kapal tentunya membutuhkan *seakeeping* yang baik. *Seakeeping* merupakan hal yang sangat penting dalam perencanaan pembangunan serta pengoperasian kapal, karena dari *seakeeping* kita dapat mengetahui pergerakan kapal saat terkena gelombang secara simulasi. Prediksi performa olah gerak (*seakeeping*) di perairan tertentu merupakan salah satu dari aspek-aspek penting pada tahap perencanaan kapal. Performa *seakeeping* menjadi penting karena terkait dengan aspek kenyamanan dan keselamatan suatu kapal. Untuk menyelesaikan perhitungan *seakeeping* menggunakan *software maxsurf motion*. Hasil grafik dari pergerakan (*Heave) heading* 90° (*Beam Seas)* RAO 0.73 dan *Wave Encounter* 2,9 rad/s. *Heading* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* 0.4 rad/s. *Heading* 180° (*Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* 0.4 rad/s. (*Pitch) Heading* 90° (*Beam Seas)* RAO 1,25 dan *Wave Encounter* 0,4 rad/s. *Heading* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.98 dan *Wave Enounter* 0.4 rad/s. *Heading* 180° (*Head Seas*) RAO 0.4 dan *Wave Encounter* 0.4 rad/s. (*Roll) Heading* 90° (*Beam Seas)* RAO 5.8 dan *Wave Encounter* 1.5 rad/s. *Heading* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.42 dan *Wave Encounter* 1.5 rad/s. *Heading* 180° (*Head Seas*) RAO 0 dan *Wave Encounter* 0 rad/s.

Kata kunci: Trash skimmer, seakeeping, Heave, Pitch, Roll

PENDAHULUAN

Kabupaten Sumenep menghasilkan sampah residu terbanyak diantara kabupaten lainnya di kepulauan Madura, dengan jumlah penduduk 1.041.915 jiwa sehingga menempati urutan pertama. Setiap hari sampah di Sumenep mencapai 20 Ton. Mayoritas sampah tersebut ternyata berasal dari rumah tangga. Karena selama ini penanganan sampah belum merata di seluruh kecamatan, dan sampah semakin hari semakin menumpuk, pada akhirnya masyarakat membuang sampah tersebut ke sebuah teluk yang ada di Sumenep, saat ini Teluk Sumenep menjadi salah satu tempat atau wadah masyarakat untuk membuang sampah sembarangan. Tentu hal ini akan menjadi faktor pencemaran di wilayah tersebut. Sementara untuk membersihkan teluk, pemerintah kota Sumenep masih mengandalkan tenaga manusia, tentu saja hal ini tidak efektif dari segi waktu dan pekerjaan.

Sampah merupakan faktor utama dari masalah pencemaran yang dihadapi oleh setiap kota di Indonesia. Terutama permasalahan pencemaran lingkungan sungai oleh sampah. Menteri Lingkungan Hidup Balthasar Kambuaya mengatakan, "Dari Seluruh sungai sungai besar di Indonesia, 75% masuk dalam katagori tercemar berat". Sebagian besar penyebab dari pencemaran sungai di Indonesia disebabkan oleh limbah domestik, tentunya hal ini berkaitan dengan kurangnya kesadaran masyarakat sekitar bantaran sungai, akan kebersihan lingkungan sungai dan tidak tersedianya alat penanganan pembersih sampah di daerah tersebut. Hal ini akan berdampak negatif terhadap kehidupan ekosistem sungai yang akan mengurangi populasi ikan dan menjadi sumber penyakit bagi keberlangsungan hidup penduduk di sekitarnya. Pada penelitian ini penulis mengambil contoh di Teluk Sumenep.

Untuk membersihkan sampah di teluk tentunya dibutuhkan kapal pengangkut sampah yang tidak terlalu besar. Dengan kapal pengangkut sampah ini didesain dengan memiliki ruang muat yang cukup luas diharapkan dapat memaksimalkan volume sampah yang dapat di angkut. Menurut (Ardiansyah, 2016). Pada perancangan kapal ada banyak aspek yang harus di perhitungkan salah satunya adalah seakeeping.

Seakeeping merupakan salah satu aspek penting dalam sebuah kapal. *Seakeeping* sendiri bertujuan agar kita dapat mengerti bagaimana pergerakan suatu kapal pada saat terkena gelombang. Parlindungan, (2012) menyatakan bahwa Gerakan yang berasal dari

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

faktor luar kapal yaitu iklim yang tidak mendukung yang mengakibatkan gelombang besar, terjadi badai yang sangat berbahaya bagi kapal maupun ABK dan penumpang.

Dalam penelitian ini saya mengambil beberapa tujuan mengenai Kapal Trash Skimmer. Seperti mengetahui *Seakeeping*, serta bagaimana respon kapal ketika terkena gelombang.

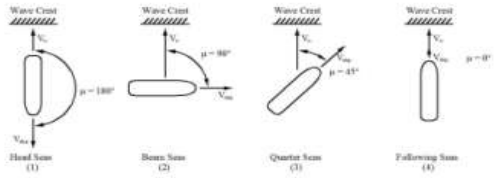
TINJAUAN PUSTAKA

Seakeeping

Gerak kapal adalah respons gerakan kapal ketika menerima usikan dari luar (*external*) dimana dalam hal ini diakibatkan oleh pukulan gelombang Bhattacaryya, (1978) atau dengan kata lain adalah merupakan salah satu aspek dalam hidrodinamika yang mempelajari perilaku kapal di atas gelombang. Karakteristik gelombang adalah faktor beban luar yang paling dominan, sehingga harus dipelajari dengan benar-benar dan keganasan lautan tidak boleh didefinisikan secara absolut.

Hal terpenting dalam menganalisa kondisi transportasi bangunan laut atau bangunan apung adalah dengan mengetahui kondisi lingkungan dimana alat transportasi akan beroperasi. Data – data yang menggambarkan kondisi lingkungan sebenarnya sangat perlu untuk diketahui sebelum menentukan apakah alat transportasi ini layak beroperasi atau tidak.

Sudut hadap merupakan besar sudut yang dibentuk oleh arah gerak kapal dengan arah gerak gelombang. Pengertian ini ditunjukkan pada gambar 1. Dari penjelasan ini dapatdiartikan bahwa akan banyak sekali macam sudut hadap yang bisa dibentuk oleh kapal terhadap arah gerak gelombang.



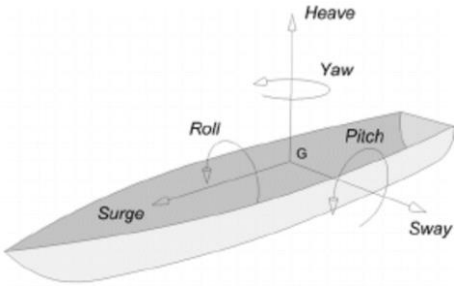
Gambar 1: Empat Sudut Hadap Kapal Terhadap Gelombang

Namun, cukup empat jenis sudut hadap saja yang diambil sebagai contoh dalam analisa karena mampu menggambarkan gerakan tongkang yang. Keempat jenis sudut hadap itu antara lain:

1. *Head Seas*, arah gerak kapal dan arah gerak gelombang membentuk sudut 180°.
2. *Beam Seas*, arah gerak kapal dan arah gerak gelombang membentuk sudut 90°.
3. *Quartering Seas*, arah gerak kapal dan arah gelombang membentuk sudut 45°.
4. *Following Seas*, arah gerak kapal dan arah gerak gelombang membentuk sudut 0°.

Pada enam derajat kebebasan dalam kondisi gelombang yang stabil sangat dibutuhkan dalam membuat analisa. Dari enam derajat kebebasan, hanya tiga gerakan kapal yang mengalami gaya pengembali, yaitu *heave*, *pitch*, dan *roll*. Ketiga jenis gerakan ini sering dijadikan acuan dalam berbagai perhitungan kondisi keamanan pada saat kapal beroperasi.

Gerakan dinamis kapal tersebut cenderung menimbulkan gaya pengembali yang berfungsi mengembalikan kapal pada posisi semula. Gerakan dinamis kapal diperlihatkan dalam enam derajat kebebasan, yaitu: tiga adalah gerak linear/translasi dan tiga lagi berupa gerak rotasi, semua gerakan tersebut berbasis pada tiga sumbu (x, y, z)



Gambar 2: Six Motions Ship

- *Surge* : gerakan translasi pada sumbu X (Gerak Bujur)
- *Roll* : gerakan rotasi pada sumbu X (Gerak Oleng)
- *Sway* : gerakan translasi pada sumbu Y (Gerak Lintang)
- *Pitch* : gerakan rotasi pada sumbu Y (Gerak Ungkit)
- *Heave* : gerakan translasi pada sumbu Z (Gerak Jungkit)
- *Yaw* : gerakan rotasi pada sumbu Z (Gerak Pusingan)

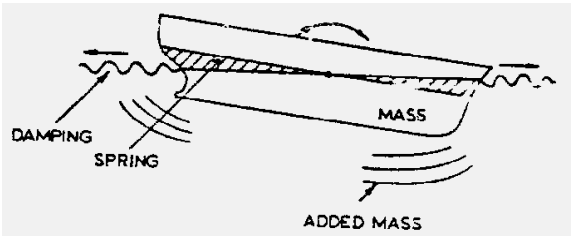
Namun dalam operasional kapal di laut ada 3 gerakan yang paling dominan yang dapat menimbulkan dampak perubahan displasemen, yaitu:

Gerak heaving

Gerak heaving adalah gerak naik turunnya kapal pada arah sumbu z yang disebabkan oleh gaya pacu yang ditimbulkan oleh gelombang. Ada empat elemen

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

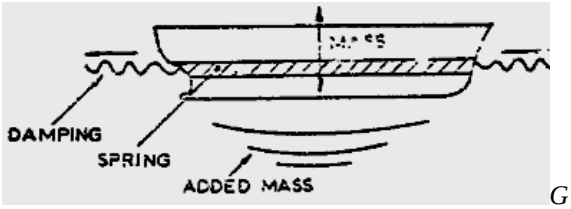
gaya penting yang bekerja pada gerak heaving, seperti diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3: Sketsa dari Gerak Heave

Gerak Pitching

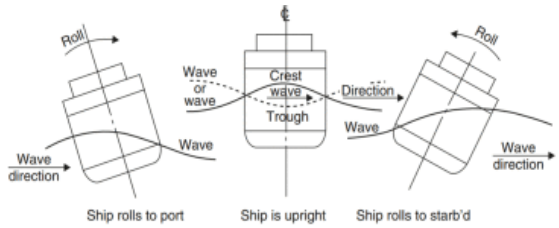
Gerak Pitching adalah gerak berputar kapal pada sumbu melintang y, yang disebabkan oleh gerak anggukan naik dan turunnya haluan maupun buritan kapal. Gerakan ini sangat bergantung pada kondisi gelombang, kecepatan kapal dan arah kecepatan kapal terhadap gelombang. Gerak pitching juga merupakan gerak angular kapal yang diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4: Sketsa dari gerak pitch

Gerak *Rolling*

Gerak Rolling adalah gerak putar (oleng) kapal pada sumbu x, gerakan ini harus mendapat perhatian karena gerakan ini dapat menimbulkan sudut dinamis yang besar, dimana energi atau gaya gelombang akan menimbulkan eksitasi *rolling* yang ekstrim pada frekuensi resonansi, seperti yang diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5: Sketsa dari Gerak Rolling

METODE PEMBAHASAN

Tahap 1:
- Mulai Menentukan judul penelitian

Tahap 2:
- Identifikasi dan Perumusan Masalah

  Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka tujuan dari tinjauan ini adalah:
  1. Mengetahui olah gerak *feed barge* pada gelombang i*regular.*

Tahap 3:
- Studi Literatur/Tinjauan Pustaka
- Bimantara, Arga. 2016. "*Fire Fighter Boat: Tinjauan Aspek Penggerak, Stabilitas, Dan Olah gerak kapal*", Surabaya: ITATS
- Manik, Parlindungan. 2012, Analisa Gerakan *Seakeeping* Kapal Pada Gelombang Reguler. Semarang: Universitas Diponegoro
- https://en.wikipedia.org/wiki/Ship_motions
- Agung Budi Prabowo. 2016, "Seakeeping"

Tahap 4:
- Pengumpulan Data.

Tahap 5:
- Pembuatan Model.

Tahap 6:

  Simulasi *Seakeeping* menggunakan *Software Maxsurf Motion*

Tahap 7:
- Input Parameter *Seakeeping* pada *regular wave* pada *maxsurf motion advanced*

  Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi perairan. Namun gerakan yang paling dominan dan sering terjadi pada kapal ketika menghadapi gelombang adalah *heave*, *pitch*, dan *roll.* Analisa kondisi olah gerak akan dilakukan dengan 3 arah gelombang yaitu:
  1. *Head Seas* (180°)
  2. *Head Quarter Seas* (135°)
  3. *Beam Seas* (90°)

Tahap 8:
- *Seakeeping* sesuai RAO.

Tahap 9:
- Kesimpulan

Tahap 10:
- Selesai

PEMBAHASAN

Seakeeping

Seakeeping adalah gerakan kapal yang dipengaruhi oleh gaya-gaya luar yang disebabkan oleh kondisi air laut. Pada dasarnya kapal itu mempunyai 6 derajat kebebasan gerak (*Six Motion* Ship) yaitu:

- *Roll* : gerakan rotasi pada sumbu X (Gerak Oleng)

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

- *Surge* : gerakan translasi pada sumbu X (Gerak Bujur)
- *Pitch* : gerakan rotasi pada sumbu Y (Gerak Ungkit)
- *Sway* : gerakan translasi pada sumbu Y (Gerak Lintang)
- *Heave* : gerakan translasi pada sumbu Z (Gerak Jungkit)
- *Yaw* : gerakan rotasi pada sumbu Z (Gerak Pusingan)

Namun gerakan yang paling dominan dan sering terjadi pada kapal ketika menghadapi gelombang adalah *heave, pitch,* dan *roll.* Pada penelitian ini penulis akan menganalisa 3 gerakan tersebut.

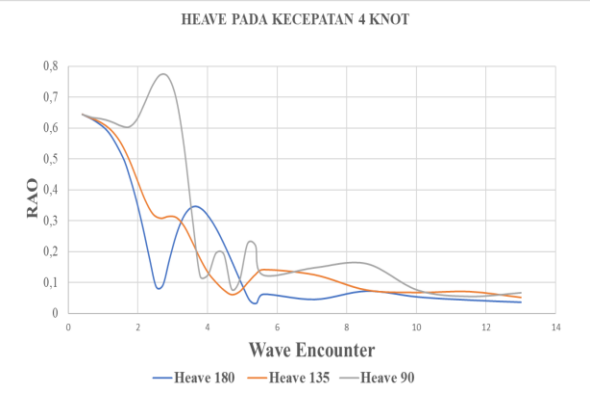
Tinjauan olah gerak pada penelitian ini menggunakan dengan asumsi pada situasi cuaca buruk sehingga gelombang periaran menjadi irreguler dengan tinggi gelombang maksimal 3 meter dan kondisi operasi arah gelombang (*Heading*) sebagai berikut:

- Kecepatan kapal 2 knots dengan sudut *heading* 90°,135°,180°.
- Kecepatan kapal 3 knots dengan sudut *heading* 90°,135°,180°.
- Kecepatan kapal 4 knots dengan sudut *heading* 90°,135°,180°.

Hasil yang diperoleh dari menggunakan *software Maxsurf Motion* untuk 3 kondisi olah gerak adalah sebagai berikut:

Pada Kecepatan 2 Knot

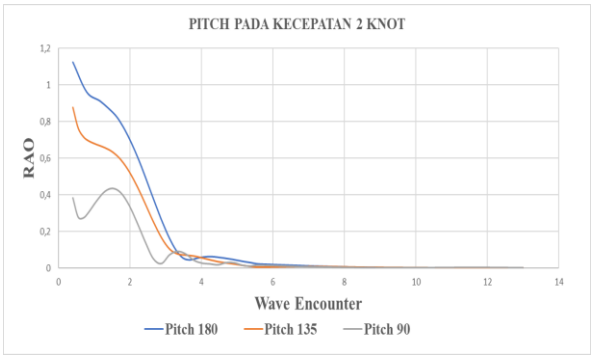
Heave



Gambar 6: Grafik Heave dari kecepatan 2 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 6 memperlihatkan gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0.78 dan *Wave Encounter* sekitar 2,75 rad/s. Pada sudut gelombang datang 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s.

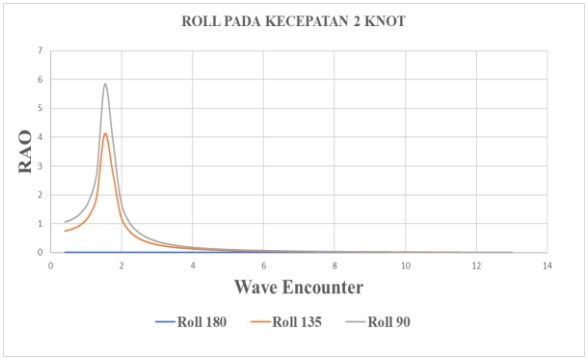
Pitch



Gambar 7: Grafik Pitch dari kecepatan 2 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 7 memperlihatkan gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0,45 dan *Wave Encounter* sekitar 1,5 rad/s. Pada sudut gelombang 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.9 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 1.125 dan *Wave Encounter* sekitar 0.5 rad/s.

Roll



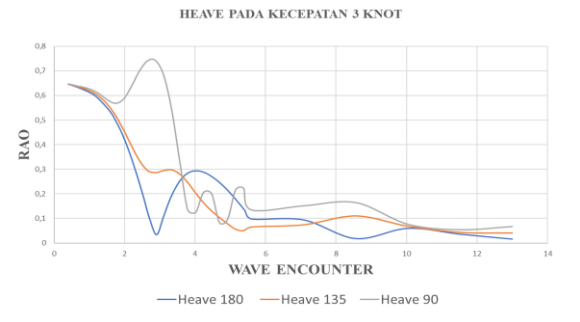
Gambar 8: Grafik Roll dari kecepatan 2 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 8 memperlihatkan gerakan *roll* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang dari arah sudut 90° (*Beam Seas)* RAO 5,9 dan *Wave Encounter* sekitar 1.5 rad/s. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai dari sudut gelombang dari arah sudut 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 4,1 dan *Wave Encounter* sekitar 1.5 rad/s.dan dari arah sudut 180° (*Head Seas*) RAO 0 dan *Wave Encounter* sekitar 0 rad/s.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Pada Kecepatan 3 knot

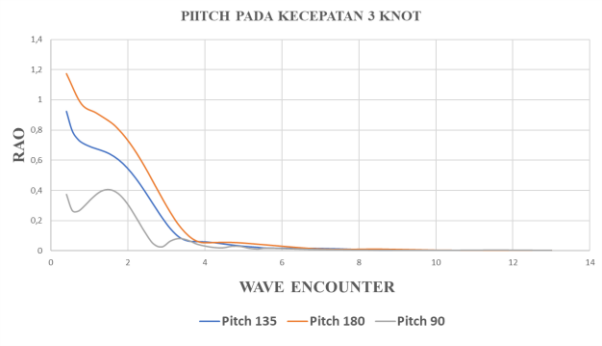
Heave



Gambar 9: Grafik Heave dari kecepatan 3 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 9 memperlihatkan gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0,75 dan *Wave Encounter* sekitar 2,6 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s.

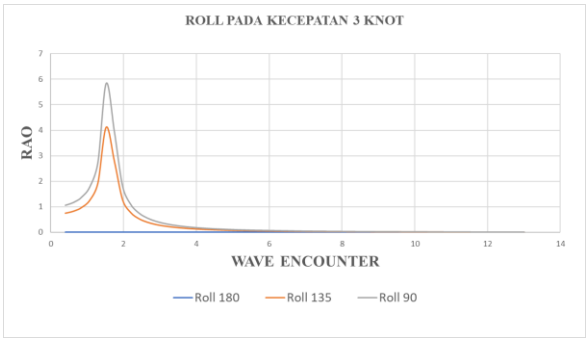
Pitch



Gambar 10: Grafik Pitch dari kecepatan 3 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 10 memperlihatkan gerakan *pitch* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang datang 180° (*Beam Seas)* RAO 1,19 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.95 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0.4 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s.

Roll

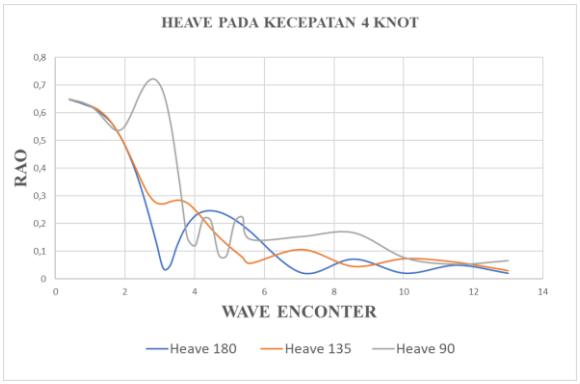


Gambar 11: Grafik Roll dari kecepatan 3 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 11 memperlihatkan gerakan *roll* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 5,8 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai dari sudut gelombang 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 4,2 dan *Wave Encounter* sekitar 1.3 rad/s.dan 180° (*Head Seas*) RAO 0 dan *Wave Encounter* sekitar 0 rad/s.

Pada Kecepatan 4 knot

Heave

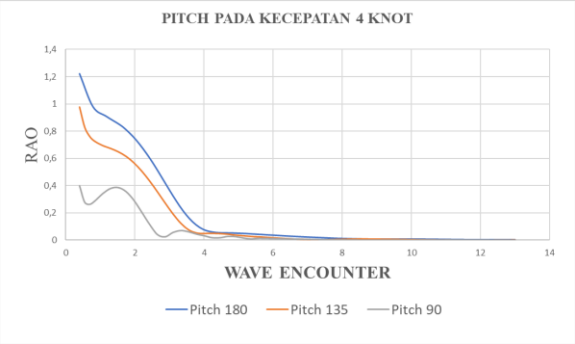


Gambar 12: Grafik Heave dari kecepatan 4 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 12 memperlihatkan gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0.73 dan *Wave Encounter* sekitar 2,9 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.65 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

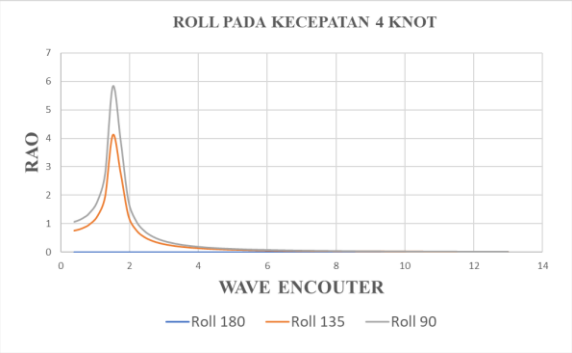
Pitch



Gambar 13: Grafik Pitch dari kecepatan 4 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 13 memperlihatkan gerakan *heave* dimana pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 1,25 dan *Wave Encounter* sekitar 0,4 rad/s. Pada sudut gelombang *oblique* 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.98 dan *Wave Enounter* sekitar 0.4 rad/s. Pada sudut gelombang datang 180° (*Head Seas*) RAO 0.4 dan *Wave Encounter* sekitar 0.4 rad/s.

Roll



Gambar 14: Grafik Roll dari kecepatan 4 knot, pada arah sudut heading 180°, 135° dan 90°

Gambar 14 memperlihatkan gerakan *roll* dimana nilai tertinggi RAO pada sudut gelombang datang 90° (*Beam Seas)* RAO 0.58 dan *Wave Encounter* sekitar 1.5 rad/s. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan nilai dari sudut gelombang 135° (*Quarter Head Seas*) RAO 0.42 dan *Wave Encounter* sekitar 1.5 rad/s.dan 180° (*Head Seas*) RAO 0 dan *Wave Encounter* sekitar 0 rad/s.

Berdasarkan dari hasil analisa dan diperoleh hasil RAO yang kemudian diubah menjadi gambar grafik 3 kondisi olah gerak dengan 3 kondisi *heading* yang berbeda pada kecepatan kapal yang sama, maka didapat hasil sebagai berikut:

1. *Heaving* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 90°.
2. *Pitching* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 180°.
3. *Rolling* terbesar terjadi pada kondisi *heading* 90°.

DAFTAR PUSTAKA

Aulia Muhammad, Idham. Titis Wahyu Pratiwi. Sabella Nisa Saputra. Windy Kamesworo. dan Ardiansyah. (2013). "THE GANERS" Kapal Pembersih Sampah Dengan Sistem Lambung Tiga Sebagai Solusi Pembersih Sampah di Teluk Jakarta. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Bimantara, Arga. 2016. "*Fire Fighter Boat: Tinjauan Aspek Penggerak, Stabilitas, Dan Olah gerak kapal*", Surabaya: ITATS

Fyson,J. 1985. Design of Small Fishing Vessels. Fisheries Industries Officer (Vessels). Fisheries Industries Division. FAO. Italy. 320 hal.

Ibeng, Parta. 2020. Https://pendidikan.co.id/gelombang-laut-pengertian-teori-penyebab-klasifikasi/. Diakses pada tanggal 21 januari 2020. pukul 20.15.

Manik, Parlindungan. 2012, "*Analisa Gerakan Seakeeping Kapal Pada Gelombang Reguler*". Semarang: Universitas Diponegoro.