

ANALISIS RISER INTERFERENCE KONFIGURASI STEEL CATENARY RISER AKIBAT

PENGARUH GELOMBANG ACAK

Muhammad Aldi Wicaksono¹⁾

Pembimbing : Krisnaldi Idris, Ph.D²⁾

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan

Institut Teknologi Bandung

¹⁾aldiw_20@yahoo.com dan ²⁾krisnaldi@ocean.itb.ac.id

Kata Kunci : *riser interference, steel catenary riser, line clearance*

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu hal yang sangat esensial dalam kehidupan manusia. Menurut data perkembangan kebutuhan energi dunia, kebutuhan energi terus meningkat tiap tahun seiring dengan peningkatan jumlah populasi. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi, cadangan minyak bumi dan gas alam yang terdapat di perairan dangkal pun semakin berkurang. Maka dari itu, saat ini kegiatan eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi mulai berkembang ke wilayah laut dalam.

Untuk ladang minyak dan gas bumi yang berlokasi di laut dalam, diperlukan beberapa fasilitas untuk menunjang kegiatan eksploitasi minyak bumi dan gas alam tersebut, yaitu anjungan lepas pantai berupa *floating platform* atau *vessel*, *subsea facilities*, dan *riser system*. *Riser* merupakan fasilitas berupa pipa penyalur yang berfungsi mentransportasikan minyak bumi dan gas alam dari *well* di dasar laut sampai *floating platform/vessel*. Karena diaplikasikan di laut dalam, *riser* memiliki ukuran yang sangat panjang. *Riser* merupakan salah satu fasilitas utama dalam aktivitas eksploitasi minyak bumi dan gas alam di wilayah laut dalam. Oleh sebab itu, *riser* harus didesain dengan sebaik dan seoptimal mungkin.

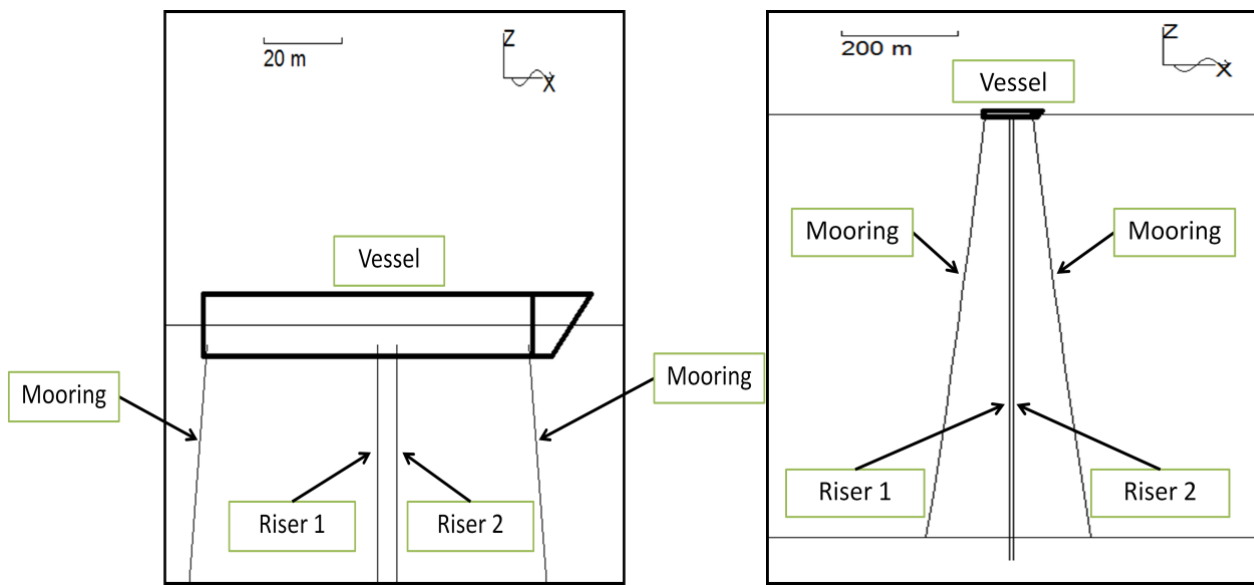
Dalam mendesain *riser*, terdapat beberapa aspek yang perlu menjadi perhatian yaitu kedalaman perairan, kondisi lingkungan, beban-beban yang diterima *riser*, dan faktor keamanannya. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, secara khusus perlu dilakukan peninjauan terhadap potensi terjadinya tabrakan antar *riser*. Kondisi kecelakaan akibat terjadinya tabrakan antar *riser* dapat mengakibatkan kerusakan yang membahayakan manusia dan lingkungan. Maka dari itu, dalam mendesain *riser*, perlu dilakukan analisis *riser interference* agar tidak terjadi tabrakan antar *riser* di sepanjang kedalaman laut. Parameter desain yang diperiksa dalam analisis ini adalah *line clearance*, yaitu jarak antara titik tengah *riser* sepanjang *unsuspended riser* (dari *platform/vessel*, sampai *touch down point* di *seabed*). Nilai *line clearance* tersebut harus lebih kecil daripada kriteria jarak minimum antar *riser* (*minimum line clearance*) berdasarkan petunjuk praktis DNV RP F203 "*Riser Interference*". Dengan melakukan analisis *riser interference*, dapat ditentukan suatu konfigurasi *riser* yang optimal dalam mengakomodasi kegiatan eksploitasi minyak bumi dan gas alam di wilayah laut dalam.

Salah satu beban lingkungan yang mempengaruhi *riser interference* adalah gelombang acak. Untuk itu, dilakukan studi kasus menggunakan data yang ada untuk mengetahui serta menganalisis besar pengaruh gelombang acak terhadap *line clearance* (jarak antara titik tengah *riser*) sepanjang *unsuspended riser* (dari *vessel*, sampai *touch down point* di *seabed*). Selain itu, dilakukan analisis pengaruh *strake* dan pengaruh pergerakan *vessel* terhadap *line clearance riser* tersebut.

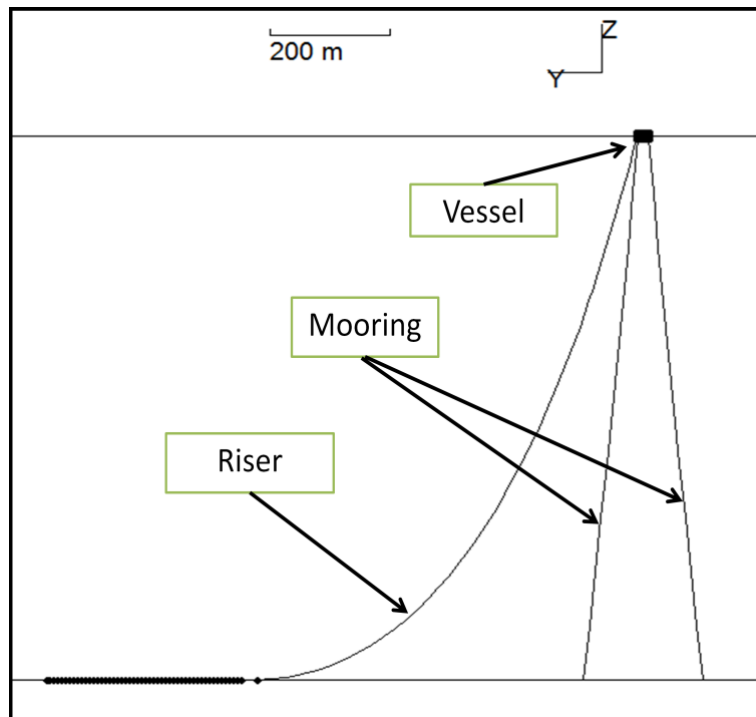
TEORI DAN METODOLOGI

Analisis *riser interference* dilakukan dengan meninjau pergerakan *vessel* dan pergerakan *riser* akibat gelombang acak. Kemudian, dilakukan pengecekan *line clearance* (jarak antara titik tengah *riser*) sepanjang *unsuspended riser* (dari *platform/vessel*, sampai *touch down point* di *seabed*). Selain itu, dilakukan juga pengecekan pengaruh *strake* terhadap *line clearance riser*. Pemodelan *steel catenary riser* (SCR) dilakukan menggunakan software dinamik kelautan dimana dua buah *riser* dengan ukuran yang berbeda menggantung bebas dari *vessel* sampai dengan *touch down point*. Data *riser*, *vessel*, dan lingkungan diinput ke software dinamik kelautan, kemudian dilakukan simulasi statik dan dinamik. Analisis *riser*

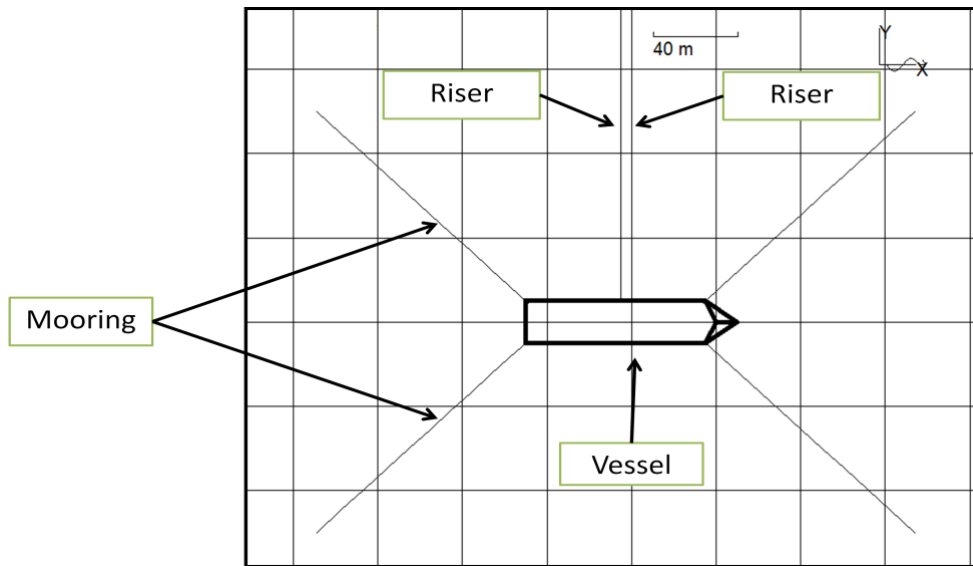
interference tersebut dilakukan untuk 4 arah datang gelombang acak, yaitu 0° , 30° , 60° , dan 90° . Jarak antara titik tengah kedua *riser* yang dimodelkan adalah 0.75 meter. Pada *vessel*, digunakan 4 buah tali *mooring* agar simpangan kapal yang terjadi akibat pengaruh kondisi lingkungan masih memenuhi kriteria yang diizinkan. Pemodelan menggunakan software Dinamik Kelautan dapat dilihat pada ilustrasi berikut ini :



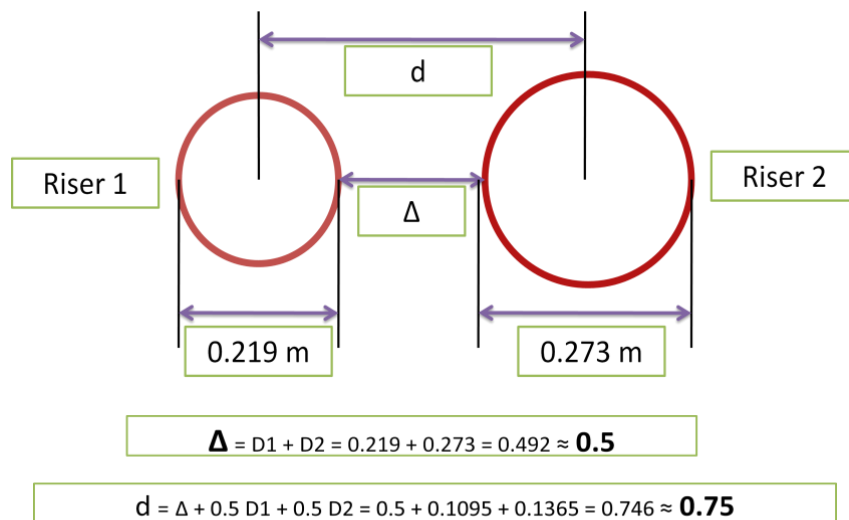
Gambar 1 : Tampak Samping Pemodelan *Steel Catenary Riser* (SCR), *Vessel*, dan *Mooring*



Gambar 2 : Tampak Depan Pemodelan *Steel Catenary Riser* (SCR), *Vessel*, dan *Mooring*



Gambar 3 : Tampak Atas Pemodelan *Steel Catenary Riser* (SCR), *Vessel*, dan *Mooring*



Gambar 4 : Jarak antara titik tengah kedua *riser* yang dimodelkan

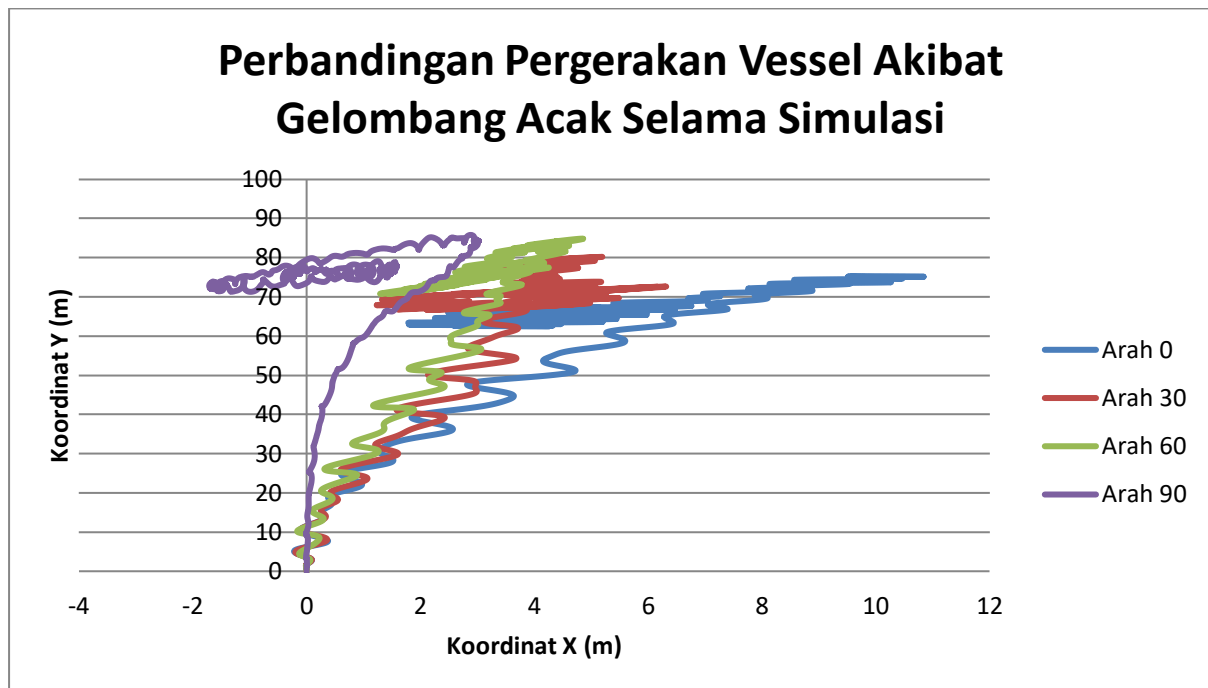
Data gelombang acak yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 1 : Data Gelombang Acak

Gelombang Acak	
Tinggi Gelombang Signifikan (H_s)	3 m
Periode Gelombang Signifikan (T_s)	8.3 s

HASIL DAN ANALISIS

Dari simulasi yang dilakukan, didapat grafik pergerakan vessel sebagai berikut :

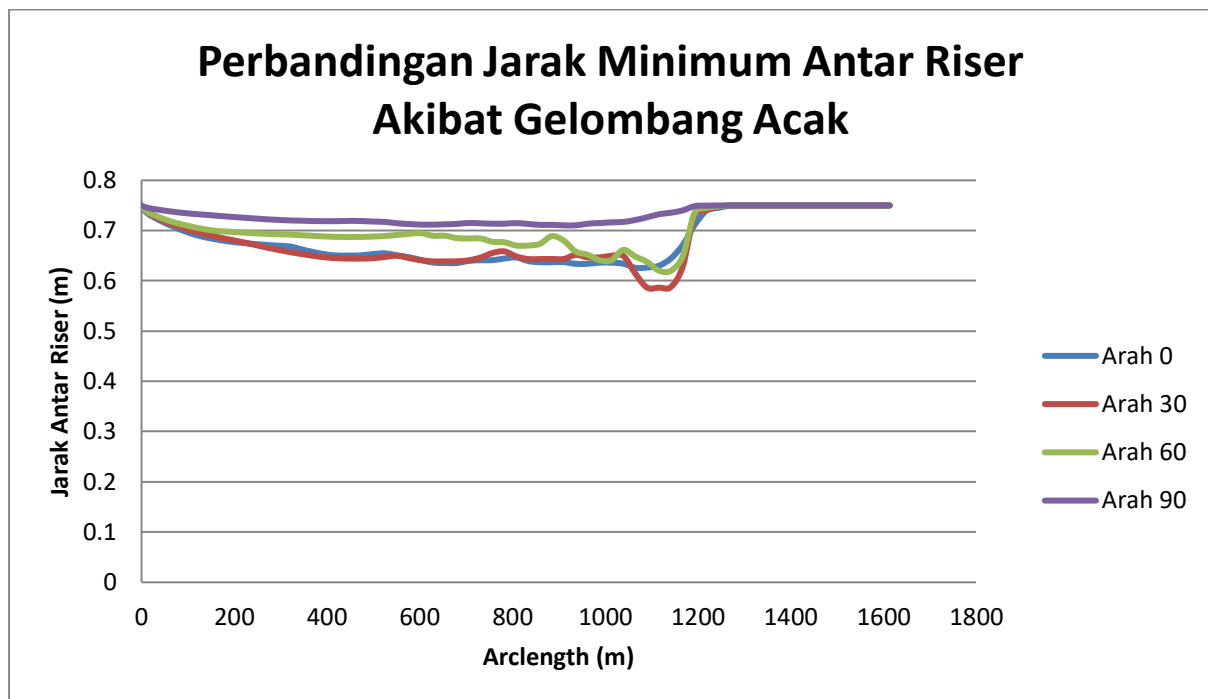


Gambar 5 : Perbandingan pergerakan vessel/ pada arah X dan Y akibat gelombang acak selama simulasi

Pergerakan vessel/simpangan vessel/pada arah X, paling besar terjadi untuk gelombang acak dengan arah datang 0^0 , sedangkan pergerakan vessel/simpangan vessel/ pada arah X paling kecil terjadi untuk gelombang acak dengan arah datang 90^0 . Pergerakan vessel/simpangan vessel/ pada arah Y, paling besar terjadi untuk gelombang acak dengan arah datang 90^0 , sedangkan pergerakan vessel/simpangan vessel/ pada arah Y paling kecil terjadi untuk gelombang acak dengan arah datang 0^0 .

Pergerakan riser yang paling besar pada arah X, terjadi pada titik yang berada pada vessel. Hal ini sebenarnya bukan akibat riser yang bergerak. Namun karena riser terhubung dengan vessel yang bergerak akibat gelombang acak, koordinat riser berpindah cukup jauh mengikuti pergerakan vessel. Riser pada titik yang berada pada vessel tidak mengalami perubahan jarak, yaitu tetap 0,75 meter. Pergerakan/simpangan riser semakin berkurang seiring dengan semakin dalamnya laut/semakin jauhnya koordinat titik riser dari vessel.

Grafik perbandingan jarak minimum antar *riser* sepanjang bentang *riser*, untuk empat arah datang gelombang acak yaitu arah 0^0 , 30^0 , 60^0 , dan 90^0 dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut ini :



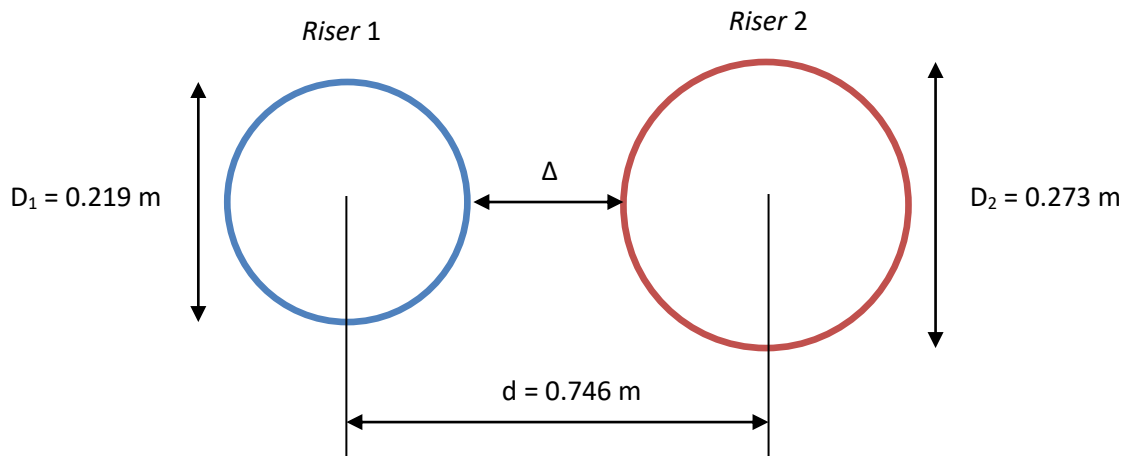
Gambar 6 : Perbandingan jarak minimum antar *riser* akibat gelombang acak sepanjang bentang *riser*

Dari hasil pemodelan dan simulasi menggunakan program Dinamik Kelautan, dapat dilihat bahwa jarak minimum antar *riser* yang terjadi disebabkan oleh gelombang acak dengan arah datang 0^0 . Hal ini terjadi karena gelombang acak dengan arah datang 0^0 menyebabkan *vessel* dan *riser* bergerak dengan simpangan terbesar sehingga potensi terjadinya tabrakan antar *riser* pun akan semakin besar. Jarak rata-rata antar *riser* akibat gelombang acak arah 0^0 yang terjadi pada koordinat titik *riser* 1052,06 adalah sebesar 0.746 meter. Jarak rata-rata tersebut diukur dari titik tengah *riser* (*line clearance*).

Nilai standar deviasi dari pergerakan/simpangan *riser* 1 akibat gelombang acak, pada titik dimana jarak antar *riser* paling minimum, adalah 0.053 meter. Tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 1 adalah 0.159 meter.

Nilai standar deviasi dari pergerakan/simpangan *riser* 2 akibat gelombang acak, pada titik dimana jarak antar *riser* paling minimum, adalah 0.065 meter. Tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 2 adalah 0.195 meter.

Gambar 7 berikut ini menunjukkan ilustrasi perhitungan jarak antar *riser* akibat pengaruh gelombang acak :



Gambar 7 : Ilustrasi perhitungan jarak antar *riser* akibat pengaruh gelombang acak

$$r_1 = \frac{1}{2} D_1 = 0.1095 \text{ m}$$

$$r_2 = \frac{1}{2} D_2 = 0.1365 \text{ m}$$

$$\Delta = d - r_1 - r_2 = 0.5 \text{ m}$$

Jika diasumsikan *riser* 1 dan *riser* 2 berosilasi/bergerak saling mendekat pada satu waktu tertentu, maka perhitungan jarak rata-rata antar *riser* dari titik terluar setiap *riser* harus dikurangi dengan tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 1 dan *riser* 2 akibat gelombang acak. Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\Delta' = \Delta - 0.159 \text{ m} - 0.195 \text{ m}$$

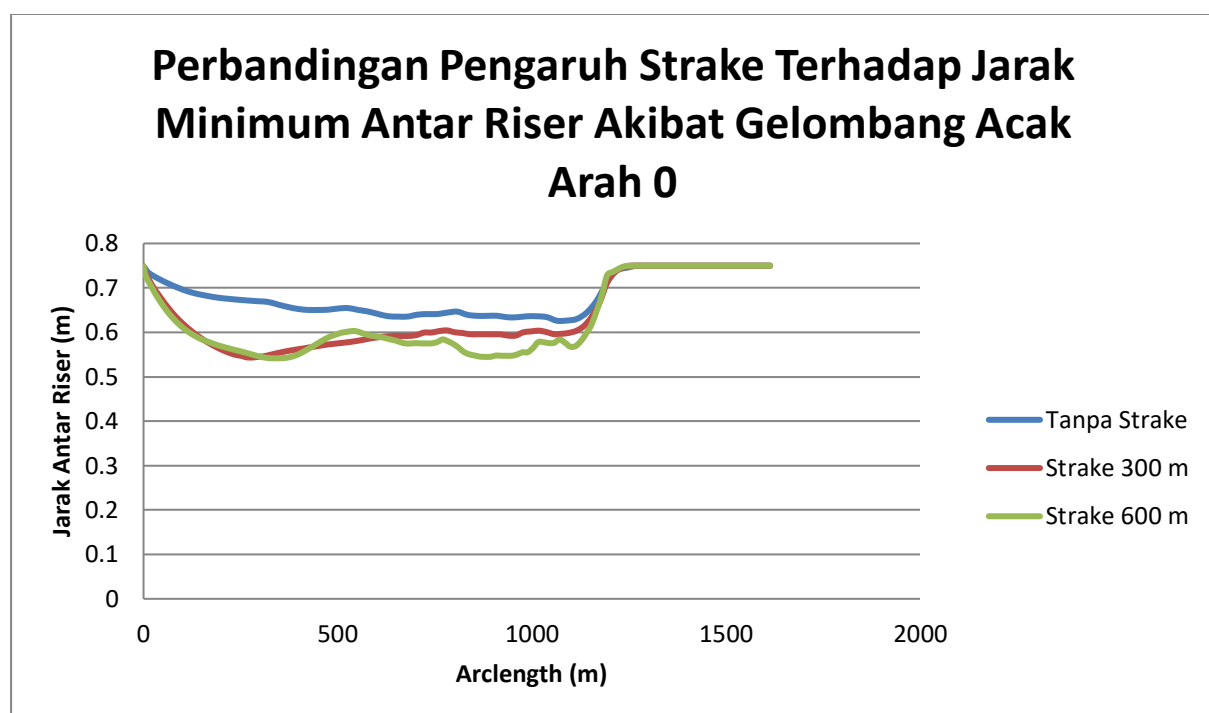
$$\Delta = 0.5 \text{ m}$$

$$\Delta' = 0.5 \text{ m} - 0.159 \text{ m} - 0.195 \text{ m} = 0.146 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, didapat jarak antar *riser* dari titik terluar setiap *riser* adalah 0.146 meter. Hal ini berarti *riser* 1 dan *riser* 2 tidak mengalami tabrakan jika *riser* 1 dan *riser* 2 berosilasi/bergerak saling mendekat, namun kondisi ini sangat riskan karena jarak antar *riser*nya bernilai sangat kecil. Apabila *riser* 1 dan *riser* 2 berosilasi/bergerak searah, maka tetap terdapat potensi terjadinya tabrakan antara *riser* 1 dan *riser* 2, namun kemungkinannya lebih kecil dibandingkan jika *riser* bergerak saling mendekat.

Untuk mengurangi pengaruh (*vortex induced vibration*), riser dapat dilapisi dengan *strake*. Lapisan *strake* ini tentunya memiliki pengaruh terhadap pergerakan riser.

Maka dari itu, perlu dilakukan analisis pengaruh *strake* terhadap perubahan jarak antar riser. Berikut ini adalah grafik perbandingan pengaruh *strake* terhadap jarak minimum antar *riser* akibat gelombang acak arah 0^0 :



Gambar 8 : Grafik perbandingan pengaruh *strake* terhadap jarak minimum antar *riser* akibat gelombang acak arah 0^0

Dari **Gambar 8** di atas, dapat dilihat bahwa *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 600 meter dari *vessel* mengalami pergerakan yang lebih besar dibandingkan *riser* yang tidak menggunakan *strake* maupun *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 300 meter dari

vessel. Dengan demikian, jarak antar *riser* yang menggunakan strake sepanjang 600 meter dari *vessel* akan lebih dekat/minimum, dibandingkan dengan *riser* yang tidak menggunakan strake maupun *riser* yang menggunakan strake sepanjang 300 meter dari *vessel*. Hal ini terjadi karena *strake* memberikan *efek buoyancy* terhadap *riser* dan *strake* juga menyebabkan bertambahnya koefisien drag *riser*.

Maka dari itu, jika *riser* dilapisi oleh *strake*, maka pergerakan *riser* akan semakin besar dan menyebabkan jarak antar *riser* menjadi lebih dekat. Hal ini memberikan potensi tabrakan antar *riser* yang lebih besar.

KESIMPULAN

1. Gelombang acak mempengaruhi pergerakan *vessel* dan *riser* sehingga *line clearance* (jarak antara titik tengah *riser*) sepanjang *unsuspended riser* (dari *platform/vessel*, sampai *touch down point* di *seabed*) juga akan terpengaruh. Berdasarkan hasil simulasi, jarak minimum antar titik tengah *riser* yang terjadi akibat gelombang acak adalah sebesar 84% dari jarak semula. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pengaruh gelombang acak tersebut cukup signifikan terhadap perubahan *line clearance* dan hal ini menimbulkan potensi terjadinya tabrakan antar *riser*.
2. Arah datang gelombang acak mempengaruhi perubahan *line clearance* (jarak antara titik tengah *riser*). Gelombang acak yang datang searah dengan perletakan *riser* akan mengakibatkan pergerakan *riser* semakin besar sehingga perubahan *line clearance* juga akan semakin besar.
3. Gelombang acak menyebabkan *riser* bergerak/bergetar dengan simpangan yang sesuai dengan profil gelombang acak.
4. Dengan mengambil jarak minimum antar *riser* berdasarkan petunjuk praktis DNV RP F203 sebagai jarak desain pada analisis *riser interference* menggunakan simulasi *software* dinamik kelautan, dapat disimpulkan bahwa gelombang acak berpotensi menyebabkan terjadinya tabrakan antar *riser*. Hal ini dipengaruhi oleh arah pergerakan *riser* akibat gelombang acak tersebut. Dalam mendesain sistem *riser*, gelombang acak bukanlah satu-satunya parameter yang mempengaruhi pergerakan *riser* dan perubahan jarak antar *riser*. Studi kasus yang dilakukan tidak

mempertimbangkan parameter beban lingkungan lain selain gelombang acak sehingga hasil simulasi akan berbeda apabila beban lingkungan lain ikut dipertimbangkan.

5. Pengaruh gelombang acak terhadap pergerakan *riser* akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman laut.
6. Semakin panjang *strake*, maka pergerakan *riser* akan semakin besar sehingga jarak antar *riser* dapat semakin dekat/minimum. Hal ini terjadi karena *strake* memberikan efek *buoyancy* terhadap *riser* dan *strake* juga menyebabkan bertambahnya koefisien drag *riser*.

SARAN

1. Dalam melakukan analisis *riser interference*, perlu dilakukan kajian terhadap parameter-parameter lainnya (selain gelombang acak) yang mempengaruhi pergerakan *riser* dan *line clearance* (jarak antara titik tengah *riser*). Selain itu, interaksi antar parameter juga perlu ditinjau lebih dalam. Hal tersebut dilakukan agar analisis *riser interference* dapat lebih akurat dan menggambarkan kondisi yang lebih nyata sesuai dengan penerapannya di lapangan.
2. Perlu dilakukan pengecekan jarak antar *riser* yang optimal pada *hosting platform* sehingga tidak terdapat potensi tabrakan antar *riser*.
3. Pada studi kasus ini, pemodelan tali *mooring* disederhanakan sehingga kurang menggambarkan kondisi aslinya. Hal ini dilakukan karena fokus tinjauan pada tugas akhir ini adalah mengenai analisis *riser interference*. Namun demikian, akan jauh lebih baik apabila pemodelan tali *mooring* dapat dilakukan dengan lebih *representative* sehingga hasil dan kesimpulan yang didapat akan lebih menggambarkan penerapannya di lapangan.
4. Analisis *riser interference* yang dilakukan dalam studi kasus ini lebih fokus meninjau pergerakan dan simpangan *riser* pada arah koordinat X. Padahal, *line clearance* yang didapat dari hasil simulasi terjadi akibat pergerakan dan simpangan *riser* pada arah koordinat X dan Y. Peninjauan secara khusus terhadap pergerakan dan simpangan *riser* pada arah koordinat Y sebaiknya juga dilakukan agar analisis *riser interference* dapat lebih akurat.

5. Pergerakan dan *line clearance riser* juga dipengaruhi oleh dimensi dari *riser*. Pada studi kasus ini, dua *riser* yang dimodelkan memiliki dimensi yang tidak jauh berbeda. Perlu dilakukan perhitungan dimensi *riser* yang optimal sehingga *riser* dapat terhindar dari potensi terjadinya tabrakan antar *riser*.

DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute (API), 2005. *Design of Risers for Floating Production Systems (FPSs) and Tension-Leg Platforms (TLPs)*. Washington, D.C.
- Det Norske Veritas (DNV), 2001. *Offshore Standard DNV-OS-F201 : Dynamic Riser*. Hovic, Norway.
- Det Norske Veritas (DNV), 2001. *Offshore Standard DNV-OS-F203 : Riser Interference*. Hovic, Norway.
- Giffary, Gilang, 2012. *Laporan Tugas Akhir Respon Dinamik Sistem Conventional Buoy Mooring*. Bandung, Indonesia.
- Lee, Jaeyoung, 2007. *Introduction to Offshore Pipeline and Riser*. Houston : Technip USA.
- Orcina, Ltd., *Orcaflex Manual Version 8.2*.