

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN KEDALAMAN LAUT TERHADAP RISER INTERFERENCE KONFIGURASI STEEL CATENARY RISER AKIBAT PENGARUH GELOMBANG ACAK

Analysis Of Effect Of Water Depth Towards Riser Interference of Steel Catenary Riser configuration Due to Random Wave Effect

Alessandro Anom Raynanta Aldy¹ dan Krisnaldi Idris²

Program Studi Teknik Kelautan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan ITB,
Bandung email: ¹raynantaaldy@gmail.com dan ²krisnaldi@ocean.itb.ac.id

ABSTRACT

Riser is one of facility used in oil and gas exploration and exploitation process done in Deep Ocean. Steel Catenary Riser (SCR) is a riser that have free hanging configuration with rigid steel material. During SCR design process, phenomena called riser interference often happen. Riser interference happens when the riser experience clashing that can damage the riser and reduce its service life. Initial SCR placement must be design in the best way possible to prevent clashing between risers along their unsuspended length. In this case study, main parameters that can affect riser interference during design process, like how vessel response will affect riser movement and also how length of helical strake used will affect line clearance (distance between center point of risers), will be analyzed referred to DNV-RP-F203 Riser Interference. Environmental load used here is random wave with JONSWAP theoretical spectrum. After that, those parameters will be compared at 250 meter, 500 meter, and 1000 meter water depth, so that optimum design of SCR at each water depth will be obtained and to acknowledge how the change of water depth will affect SCR's line clearance value.

Key Words/Phrase: line clearance, riser, SCR, riser interference

PENDAHULUAN

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, dibutuhkan fasilitas 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*.

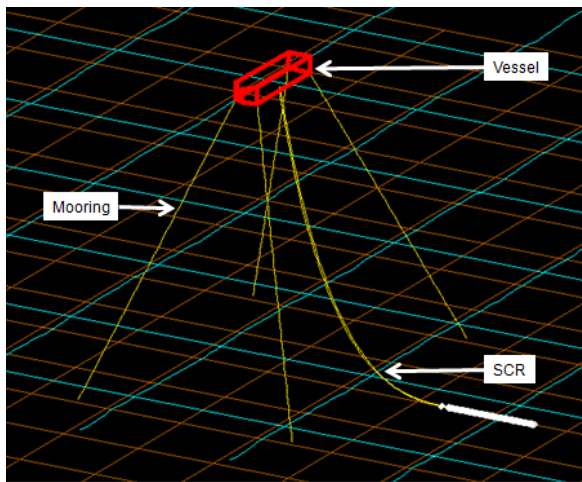
Dalam proses desain *riser*, terdapat beberapa aspek yang diperhatikan yaitu kedalaman perairan, kondisi lingkungan, beban-beban yang diterima *riser*, dan faktor keamanannya. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, perlu dilakukan peninjauan terhadap potensi terjadinya tabrakan antar *riser*. Maka dari itu, 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 antar titik tengah *riser*. Nilai *line clearance* tersebut harus memenuhi syarat yang diberikan oleh kode DNV RP F203 Riser Interference. 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*) dari *riser*. Selain itu, akan Dipaparkan pengaruh perubahan kedalaman laut terhadap analisis dari parameter-parameter utama *riser interference*.

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*) 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 analisis statik dan dinamik. Analisis *riser interference* tersebut dilakukan untuk 4 arah rambat gelombang acak, yaitu 0°, 30°, 60°, dan 90°. Jarak antara titik tengah kedua *riser* yang dimodelkan adalah 2 meter. Pada *vessel*, digunakan 4 buah tali *mooring* agar simpangan kapal yang terjadi akibat pengaruh kondisi lingkungan masih memenuhi

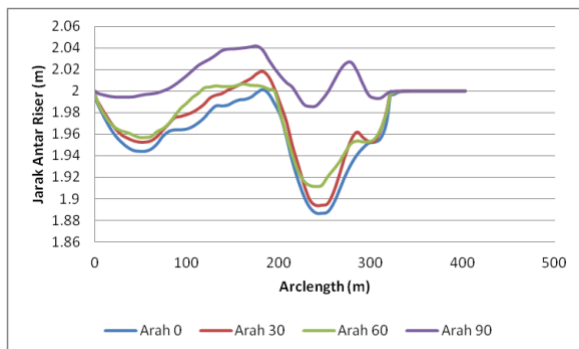
kriteria yang diizinkan. Dalam tugas akhir ini, akan dilakukan analisis *riser interference* pada tiga level kedalaman perairan, yaitu pada kedalaman 250 meter, 500 meter, dan 1000 meter. Namun, yang ditampilkan dalam Abstrak Panjang ini hanyalah pemodelan pada kedalaman 250 meter, dikarenakan pemodelan pada kedalaman yang berbeda hanya berbeda keluaran (*output*) saja, sedangkan metodanya sama persis, sehingga hasil analisis pada pemodelan 500 meter dan 1000 meter akan ditampilkan dalam sebuah tabel perbandingan hasil analisis pada tiap kedalaman. Pemodelan menggunakan software Dinamik Kelautan dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut ini :



Gambar 1 : Tampak Tiga Dimensi Pemodelan Steel Catenary Riser (SCR), Vessel, dan Mooring

HASIL DAN ANALISIS

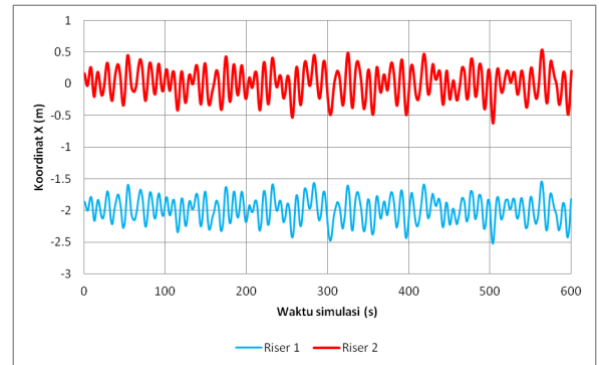
Analisis dimulai dengan menentukan gelombang arah mana yang menyebabkan jarak antar *riser* paling minimum, seperti ditunjukkan pada **Gambar 2** berikut ini:



Gambar 2 : Perbandingan Jarak Minimum Antar Riser Sepanjang Bentang Riser

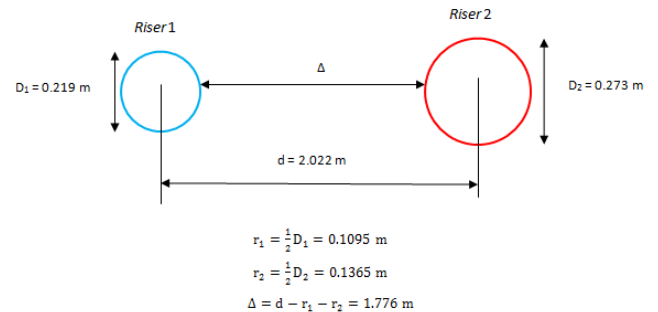
Dari **Gambar 2** diketahui bahwa gelombang arah 0^0 akan menyebabkan *line clearance* (jarak antar titik tengah *riser*) paling minimum, dan jarak paling minimum tersebut ada pada bentang *riser* 246.4 meter, sebesar 1.866 meter. Setelah itu, akan ditinjau

seri waktu (*time-series*) dari pergerakan *riser* arah X di bentang 246.4 meter tersebut.



Gambar 3 : Pergerakan Riser Arah X pada Titik 246.4 Meter Akibat Gelombang Acak Arah 0^0 Selama Simulasi Berlangsung

Jarak rata-rata antar *riser* akibat gelombang acak arah 0^0 yang terjadi pada koordinat titik *riser* 246.4 meter adalah sebesar 2.022 meter. Jarak rata-rata tersebut diukur dari titik tengah *riser*. Jika diasumsikan *riser* 1 dan *riser* 2 berosilasi/bergerak saling mendekat pada satu waktu tertentu, menurut kode DNV RP F203 *Riser Interference* perlu dilakukan perhitungan dengan mengurangi jarak rata-rata antar *riser* dari titik terluar setiap *riser* dengan tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 1 dan *riser* 2 akibat gelombang acak. Perhitungannya adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Ilustrasi Perhitungan Jarak Rata-rata Antar Riser Akibat Pengaruh Gelombang Acak

Nilai standar deviasi dari pergerakan / simpangan *riser* 1 akibat gelombang acak pada titik 246.4 meter adalah 0.126 meter. Tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 1 adalah 0.378 meter. Nilai standar deviasi dari pergerakan/simpangan *riser* 2 akibat gelombang acak pada titik 246.4 meter adalah 0.142 meter. Tiga kali nilai standar deviasi pergerakan/simpangan *riser* 2 adalah 0.426 meter.

$$\Delta' = \Delta - 0.378 \text{ m} - 0.426 \text{ m}$$

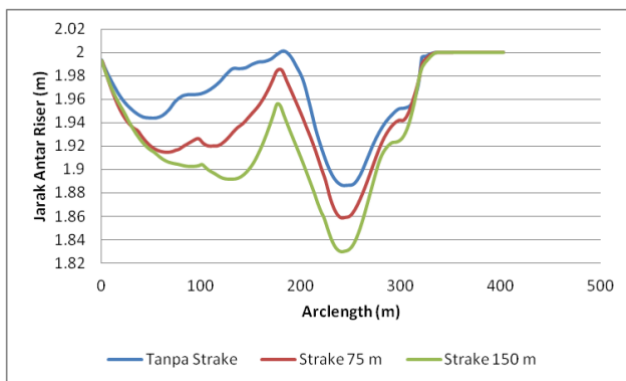
$$\Delta = 1.776 \text{ m}$$

$$\Delta' = 1.776 \text{ m} - 0.378 \text{ m} - 0.426 \text{ m} = 0.972 \text{ m}$$

Dari perhitungan tersebut, didapat jarak antar *riser* dari titik terluar tiap *riser* akibat gelombang acak adalah 0.972 meter. Hal ini menunjukkan

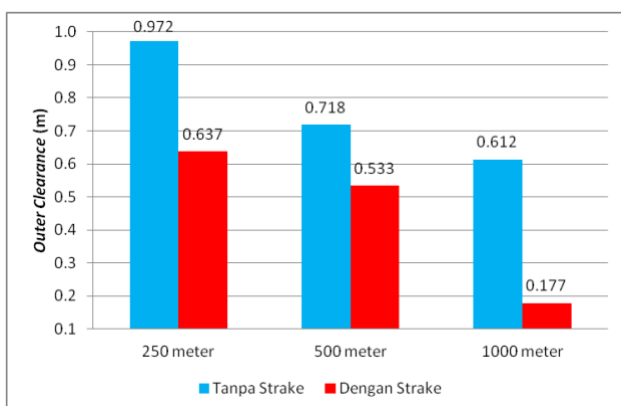
bahwa pada kedalaman 250 meter riser 1 dan riser 2 tidak mengalami tabrakan jika riser 1 dan riser 2 berosilasi/bergerak saling mendekat.

Kemudian, untuk mengurangi pengaruh VIV (*vortex induced vibration*), riser dapat dilapisi dengan *helical 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 5: Grafik Perbandingan Pengaruh *Strake* Terhadap Jarak Minimum Antar *Riser* Akibat Gelombang Acak Arah 0^0

Dari **Gambar 5** di atas, dapat dilihat bahwa *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 150 meter dari *vessel* mengalami pergerakan yang lebih besar dibandingkan *riser* yang tidak menggunakan *strake* maupun *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 75 meter dari *vessel*. Dengan demikian, jarak antar *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 150 meter dari *vessel* akan lebih dekat/minimum dibandingkan dengan *riser* yang tidak menggunakan *strake* maupun *riser* yang menggunakan *strake* sepanjang 75 meter dari *vessel*. Hal ini terjadi karena *strake* memberikan efek *buoyancy* terhadap *riser* dan *strake* juga mempengaruhi koefisien seret dari *riser*. Setelah mengetahui pengaruh *strake*, akan dilakukan perbandingan dari jarak titik terluar *riser* saat kedua *riser* berosilasi saling mendekat, pada tiap kedalaman, untuk sistem yang menggunakan *strake* dan yang tidak menggunakan *strake*.



Gambar 5: Perbandingan Jarak Titik Terluar *Riser* Saat *Riser* Berosilasi Saling Mendekat Akibat Gelombang Acak Arah 0^0

Dari hasil pemodelan dan simulasi menggunakan *software* respon dinamik *riser*, dapat disimpulkan bahwa penambahan *helical strake* pada *riser* akan meningkatkan gaya apung pada *riser*, sehingga memperbesar respon *riser* akibat gelombang acak sehingga *outer clearance* yang terjadi juga lebih kecil (minimum) dibandingkan dengan *riser* yang tidak menggunakan *strake*.

Nilai standar deviasi *riser* berbanding lurus dengan kedalaman laut, sehingga nilai *outer clearance* pada *riser* saat kedua *riser* saling mendekat akan lebih kecil (minimum) pada kedalaman laut yang lebih dalam. Nilai standar deviasi pada *riser* yang dipasangi *strake* lebih besar dibandingkan dengan yang tidak dipasangi *strake*. Jarak antar *riser* sepanjang bentang *riser* semakin berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman laut. Hal ini terjadi karena simpangan *riser* bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman laut (amplitudonya lebih besar).

Dari **Gambar 6** di atas, dapat dilihat bahwa pada kedalaman 250 meter, 500 meter, dan 1000 meter, baik untuk sistem yang menggunakan *strake* maupun yang tidak menggunakan *strake*, kedua *riser* tidak ada yang saling bertabrakan. Hal ini menunjukkan bahwa jarak awal *riser* yang berjarak 2 meter memenuhi syarat dalam analisis *riser interference* ini.

KESIMPULAN

1. Arah datang gelombang acak mempengaruhi perubahan *line clearance*. Gelombang acak yang datang searah dengan perletakan *riser* akan mengakibatkan pergerakan *riser* semakin besar sehingga perubahan *line clearance* juga akan semakin besar, dalam hal ini gelombang acak arah 0^0
2. Untuk kasus ini, terlihat bahwa kriteria spasi minimum (*Minimum Spacing Criterion*) antar *riser* yang ditentukan dengan mengacu pada petunjuk praktis DNV RP F-203 "*Riser Interference*" belum memenuhi *Clearance Acceptance Criterion* ketika sistem sudah menerima beban gelombang acak. Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan jarak antar *riser*
3. 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*
4. Bertambahnya kedalaman laut menyebabkan respon atau simpangan *riser* semakin besar dikarenakan panjang bentang bebas *riser* semakin panjang untuk kedalaman laut yang lebih dalam. Hal ini akan menyebabkan jarak *line clearance* antar *riser* semakin kecil seiring bertambahnya kedalaman laut

5. Nilai standar deviasi dari simpangan *riser* bertambah besar seiring dengan bertambahnya kedalaman laut. Hal ini akan menyebabkan jarak antar *riser* semakin dekat apabila kedua *riser* tersebut berosilasi saling mendekat.

SARAN

1. Dalam melakukan analisis *riser interference*, perlu dilakukan kajian terhadap parameter-parameter lainnya (selain gelombang acak) yang mempengaruhi pergerakan *riser* dan *line clearance 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. Dalam Tugas Akhir ini, tali *mooring* hanya dimodelkan secara sederhana. Hal ini dilakukan karena tujuan Tugas Akhir ini adalah analisis *riser interference*. Hasil dari pemodelan akan jauh lebih baik jika tali *mooring* dapat dimodelkan lebih realistis sehingga hasil dan kesimpulan yang didapat dapat lebih menggambarkan keadaan sesungguhnya di lapangan
3. Bertambahnya Analisis *riser interference* yang dilakukan dalam studi kasus ini lebih fokus meninjau pergerakan dan simpangan *riser* pada arah yang menyebabkan jarak antar *riser* paling minimum, yaitu arah X, namun untuk fenomena gelombang acak, pergerakan *riser* pada arah lain (arah Y atau Z) sebaiknya juga diperhitungkan
4. Nilai RAO kapal yang digunakan pada Tugas Akhir ini didapat dari *software* respon dinamik *riser*. Sebaiknya nilai RAO yang digunakan didapat dari *software* yang khusus menganalisis gerakan struktur terapung

DAFTAR PUSTAKA

- 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
- Lee, Jaeyoung, 2001. *Introduction to Offshore Pipeline and Riser*. Houston : Technip USA
- American Petroleum Institute (API), 2005. *Design of Risers for Floating Production Systems (FPSs) and Tension-Leg Platforms (TLPs)*. Washington, D.C.
- Orcina, Ltd., *Orcaflex Manual Version 8.4a7*.
- Gemilang, Gilang Muhammad, 2012. *Laporan Tugas Akhir : Analisis Riser Interference Konfigurasi Steel Catenary Riser Pada Laut Dalam*. Bandung, Indonesia

Wicaksono, Muhammad Aldi, 2013. *Laporan Tugas Akhir : Analisis Riser Interference Konfigurasi Steel Catenary Riser Akibat Pengaruh Gelombang Acak*. Bandung, Indonesia

Lukman Tawekal, Ricky. 2008. *Diktat Bangunan Lepas Pantai*. Penerbit ITB, Bandung, Indonesia