

ANALISIS KETEBALAN DAN KONFIGURASI *STEEL CATENARY RISER* DI LAUT DALAM

Arifian Agusta¹ dan Krisnaldi Idris, Ph.D²

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan, FTSL, ITB

¹fian.agusta@gmail.com dan ²krisnaldi@ocean.itb.ac.id

Kata Kunci: tebal, SCR, riser, *deepwater*, *catenary*

ABSTRAK

Saat ini, kegiatan eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam minyak dan gas semakin bergerak ke laut dalam. Dalam kegiatan tersebut di laut dalam dibutuhkan jenis infrastruktur yang berbeda dari infrastruktur pada laur dalam, salah satunya adalah *riser*. *Steel catenary riser* (SCR) merupakan salah satu jenis *riser* yang digunakan pada laut dalam. SCR merupakan *riser* yang memiliki konfigurasi *free hanging* dengan material berupa *rigid steel*. Dalam mendesain tebal SCR kode yang digunakan adalah API 1111, API-RP2RD, ASME dan DNV-OS-F201. Perhitungan tebal SCR dibagi atas 4 kriteria utama yaitu *pressure containment*, *collapse*, *propagation buckling* dan *combined loading*. Pada masing-masing kriteria terdapat parameter-parameter penting yang dapat mempengaruhi tebal desain SCR yaitu tekanan internal, diameter luar, *specific gravity* fluida dan *vessel offset*. Berdasarkan studi kasus yang dilakukan didapatkan bahwa tebal SCR berdasarkan kriteria dari 3 kode yaitu API 1111, API-RP2RD dan DNV-OS-F201 tidak terlalu berbeda satu sama lain. Dengan melakukan analisis sensitivitas melalui berbagai kasus desain maka didapat bahwa perubahan tekanan internal menyebabkan terjadinya perubahan kriteria penentu tebal SCR. Perubahan diameter luar SCR juga menyebabkan perubahan tebal SCR yang dibutuhkan namun tidak terjadi perubahan kriteria penentu dengan perubahan tersebut. Perubahan *specific gravity* sendiri terbukti menyebabkan terjadinya perubahan kriteria penentu dengan nilai lebih kecil membutuhkan tebal SCR yang lebih besar. *Vessel offset* menyebabkan perubahan konfigurasi, gaya tarik efektif dan momen lentur yang terjadi pada SCR. Namun, perubahan ini tidak menyebabkan perubahan signifikan pada penentuan tebal SCR.

PENDAHULUAN

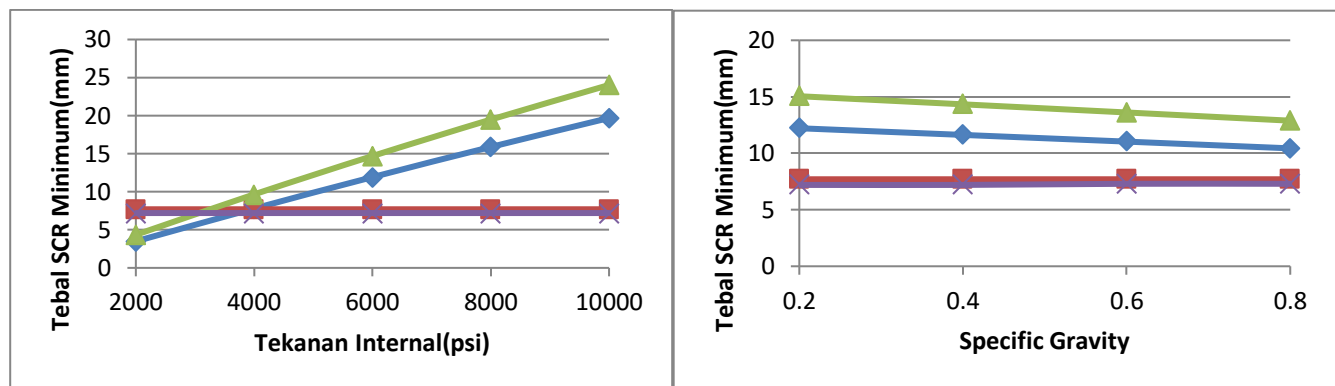
Untuk melakukan transportasi gas ataupun *crude oil* dari sumur bawah laut ke *platform* dibutuhkan adanya *riser* khusus seperti *steel catenary riser* (SCR). Desain *riser* haruslah optimal sesuai dengan kebutuhan tanpa menghiraukan aspek keamanannya agar tidak membahayakan manusia dan lingkungan. Riser untuk laut dalam sendiri memiliki banyak tipe dan konfigurasi yaitu *rigid riser*, *flexible riser* dan *hybrid riser*. *Rigid riser* merupakan riser yang terbuat material *rigid steel* yang biasa digunakan pada *pipeline* sehingga mudah untuk diproduksi. Contoh konfigurasi *riser* yang termasuk

tipe ini adalah *Steel Catenary Riser* (SCR). SCR juga dapat digunakan untuk ladang minyak dan gas yang memerlukan diameter besar dan tekanan tinggi sehingga menjadi solusi yang diminati.

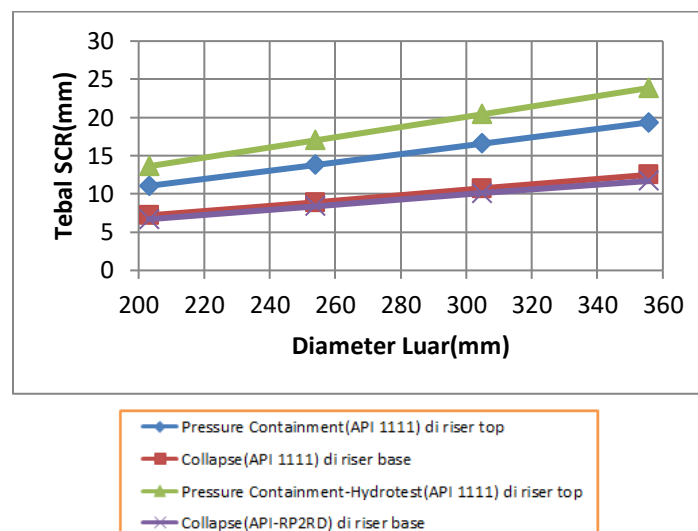
TEORI DAN METODOLOGI

Teori yang digunakan adalah teori statik *catenary* untuk memodelkan SCR secara sederhana. Penggunaan teori ini digunakan untuk menghitung konfigurasi, gaya tarik dan momen lentur yang terjadi pada SCR. Teori lain yang digunakan adalah teori *pressure containment* (*hoop stress*), Von Mises dan elastisitas yang digunakan dalam perhitungan tebal SCR untuk masing-masing kriteria. Beberapa studi kasus dilakukan untuk menganalisis sensitivitas parameter input terhadap tebal SCR

HASIL DAN ANALISIS

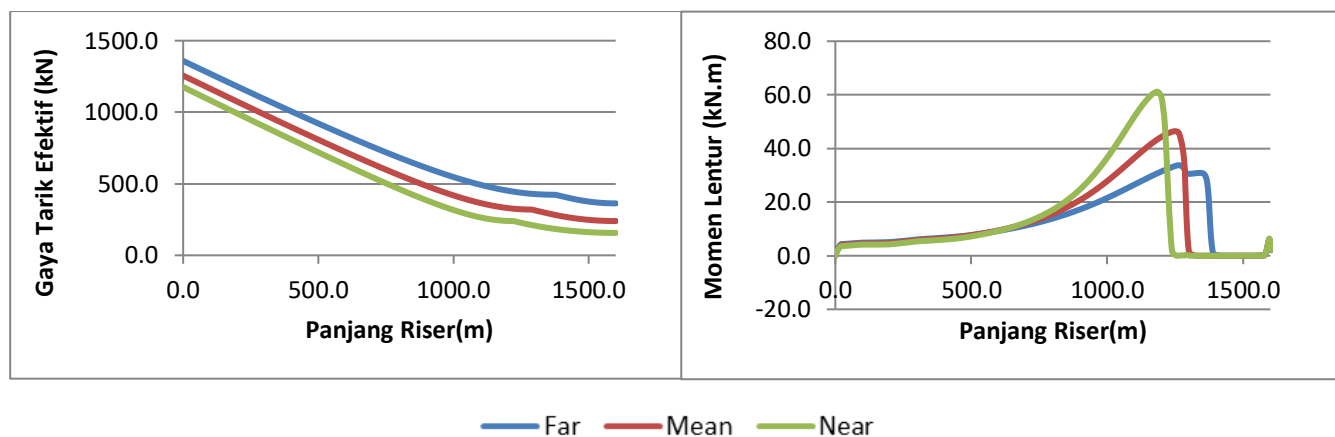


Gambar 1 Perubahan tebal SCR untuk perubahan tekanan internal(kiri) dan *specific gravity*(kanan)



Gambar 2 Perubahan tebal SCR untuk berbagai diameter luar dengan kedalaman 1000 m

Gambar 1 menunjukkan bahwa perubahan tekanan internal dan *specific gravity* mempengaruhi tebal pipa dari kriteria *pressure containment* namun tidak mempengaruhi kriteria *collapse*. Perubahan ini membuat perubahan pada 2 parameter ini dapat menyebabkan tebal pipa yang direncanakan sebelumnya tidak lagi mencukupi untuk menahan beban yang diterima oleh SCR. Apabila terjadi perubahan diameter luar dalam sebuah desain SCR maka dapat dilihat pada **Gambar 2** bahwa terjadi perubahan tebal SCR yang dibutuhkan namun tidak terjadi perubahan kriteria penentu SCR. Perubahan posisi *vessel* merubah konfigurasi, gaya tarik dan momen lentur yang terjadi pada SCR seperti yang terlihat pada **Gambar 3**. Namun, perubahan ini ternyata tidak berpengaruh banyak dalam menentukan tebal SCR seperti yang diperlihatkan pada **Tabel 1**.



Gambar 3 Gaya tarik dan momen lentur SCR untuk kondisi *near*, *mean* dan *far*

Tabel 1 Perubahan tebal SCR yang dibutuhkan untuk konfigurasi *near*, *mean* dan *far*

Kode	Far	Mean	Mean-Statik	Near
API 1111	10.099 mm	10.09 mm	10.087 mm	10.079 mm
API RP2RD	11.964 mm	12.007 mm	12.021 mm	12.062 mm

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Penentuan tebal SCR kriteria *pressure containment* sensitif dengan perubahan tekanan internal yang terjadi sedangkan kriteria *collapse* tidak sensitif. Perubahan tekanan internal menyebabkan terjadi perubahan kriteria penentu tebal SCR.
2. Tebal SCR berdasarkan kriteria *pressure containment* mengalami peningkatan dengan penambahan tekanan internal namun tebal SCR berdasarkan kriteria *collapse* tidak mengalami perubahan

3. Tebal SCR berdasarkan kriteria *collapse* dan *pressure containment* mengalami peningkatan dengan penambahan diameter luar.
4. Perubahan SG mengurangi tebal SCR berdasarkan kriteria *pressure containment*. Berdasarkan data, SG yang sebaiknya digunakan dalam desain adalah nilai SG terkecil contohnya gas alam.
5. Perubahan konfigurasi SCR yang disebabkan oleh *vessel offset* mengubah konfigurasi, gaya tarik dan momen lentur yang terjadi pada SCR.
6. Pemodelan SCR menggunakan teori *catenary* dapat memodelkan SCR secara statik dengan cukup baik walaupun tidak menunjukkan kondisi yang sebenarnya.
7. Perubahan gaya tarik dan momen akibat *vessel offset* tidak cukup signifikan dalam *wall thickness sizing*.

Saran berdasarkan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kajian lebih lanjut mengenai parameter-parameter yang telah dikaji disini layak untuk dilakukan terutama interaksi beberapa parameter dalam suatu kriteria (misal: sensitivitas kriteria *pressure containment* terhadap perubahan tekanan internal dan perubahan *specific gravity*). Hal ini dilakukan untuk mendapatkan pemahaman lebih detail mengenai interaksi parameter tersebut terhadap masing-masing kriteria.
2. Kriteria *pressure containment* sensitif dengan perubahan tekanan internal, SG dan OD sehingga *wall thickness sizing* dengan kriteria *pressure containment* yang dominan harus berhati-hati dan melihat kemungkinan perubahan yang ada.
3. Perlu dilakukan analisis dinamik yang lebih mendalam untuk mengetahui apakah SCR mengalami *clashing*.
4. Analisis *fatigue* perlu dilakukan setelah penentuan *wall thickness* untuk menentukan apakah SCR memiliki umur layan yang cukup.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Petroleum Institute (API), "*Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Lamis State Design)*", Washington, D.C., 2005
2. Lee, Jaeyoung, "*Introduction to Offshore Pipeline and Risers*", Houston, 2007
3. Det Norske Veritas (DNV), "*Offshore Standard DNV-OS-F201 Dynamic Risers*", Hovik, 2001
4. American Petroleum Institute (API), "*Design of Riser for Floating Production Systems (FPSs) and Tension Leg Platforms (TLPs)*", Washington, D.C., 2005