

Analisis Above Water Tie In Pada Pipa Gas Bawah Laut

Irene Christy¹ dan Prof. Ricky Lukman Tawekal Ph.D²

Program Studi Sarjana Teknik Kelautan, FTSL, ITB

irenechristy16@gmail.com

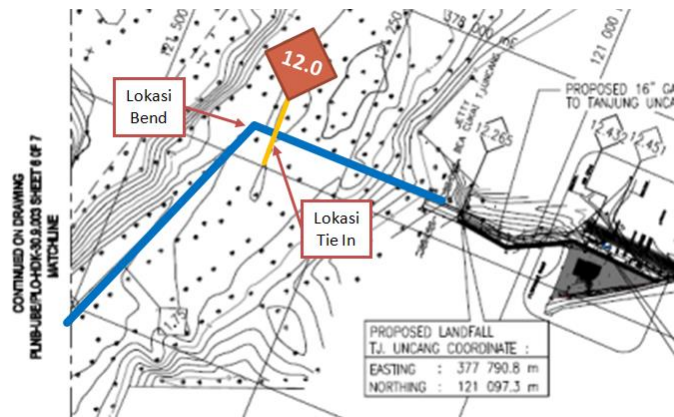
Kata Kunci : *above water tie in, pipeline installation, tegangan pada pipa.*

PENDAHULUAN

Dalam proses instalasi jaringan pipa bawah laut ada beberapa situasi yang mengharuskan pipa yang telah digelar dihubungkan di bagian tertentu. Salah satu metode untuk menghubungkan pipa adalah *tie in*.

Above water tie in (AWTI) merupakan metode yang dilakukan untuk menyambungkan dua buah segmen pipa di atas permukaan air laut. Pada proses ini, pipa diangkat ke atas dengan menggunakan *tie in vessel*. Setelah pipa diangkat kemudian disambung dengan proses pengelasan (*welding*) atau dengan *flange joint*. Setelah pipa tersambung, pipa diturunkan kembali ke dasar laut. Menyambungkan pipa di atas permukaan laut tersebut kedua ujung pipa yang akan disambung harus diangkat ke atas permukaan laut oleh *davit* pada *laybarge*, kemudian dilakukan proses pengelasan setelah itu pipa diturunkan kembali.

Sumber energi sebagai bahan bakar pembangkit akan memanfaatkan gas dari Natuna Barat yang akan dialirkan dengan pipa berdiameter 10” dan 16” sepanjang 19,2 km (pipa seksi#1 diameter 10” sepanjang 5,55 km dan pipa seksi#2 diameter 16” sepanjang 13,65 km) dari *tie in* di laut lepas dengan transmisi utama *West Natuna – Singapura* (*West Natuna Transportation System, WNTS*) melewati Pulau Pemping hingga menuju Tanjung Uncang. Pada proyek instalasi pipa seksi#2 dilakukan proses *tie in* dengan metode *above water tie in*. Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa terdapat *bend* pada lokasi *tie in*. Sehingga pada saat dilakukannya *Above water tie in*, *bend* tidak boleh terangkat atau bergeser. Analisis *Above water tie in* perlu dilakukan untuk menentukan panjang spool yang dibutuhkan agar saat dilakukan *Above water tie in*, *bend* tidak ikut terangkat.

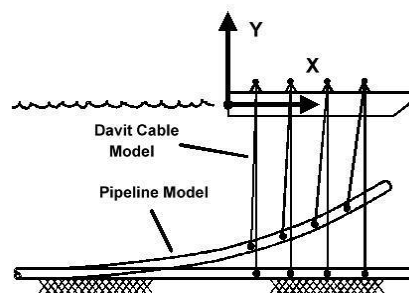


Gambar 1 Lokasi tie in pada KP 12 pipa seksi#2
sumber : data desain basis pipeline

Sebelum pelaksanaan AWTI tentu harus dilakukan proses analisis terlebih dahulu agar selama proses AWTI dilaksanakan pipa tidak mengalami *overstress* pada bagian *overbend* dan *sagbend*. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis *Above water tie in* dengan perangkat lunak *OrcaFlex*.

TEORI DAN METODOLOGI

Above water tie in (AWTI) merupakan metode yang dilakukan untuk menyambungkan dua buah segmen pipa di atas permukaan air laut.



Gambar 2 Proses pengangkatan pipa pada pemodelan analisis *Above water tie in*

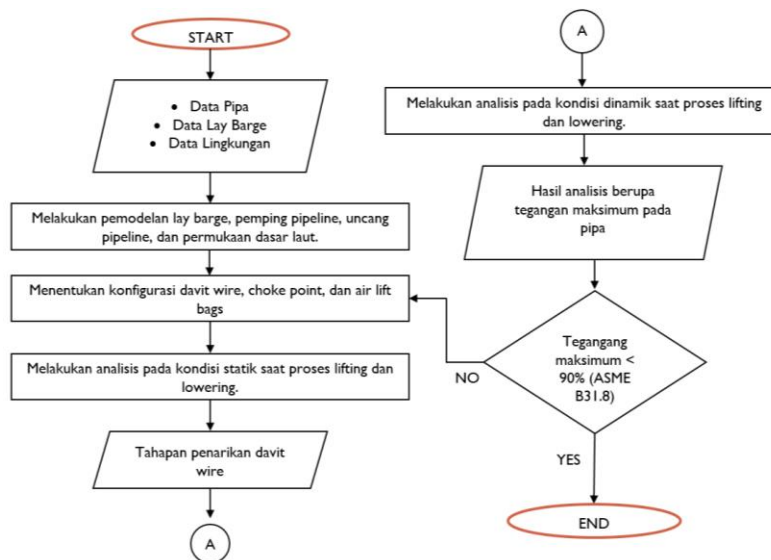
sumber : [https://youshouldknowoceanengineering.wordpress.com/2016/02/06/above-water-tie in/](https://youshouldknowoceanengineering.wordpress.com/2016/02/06/above-water-tie-in/)

Ketika proses AWTI berlangsung, pipa mengalami momen lentur yang dapat menyebabkan pipa menjadi leleh (*yield*). Momen ini akan mengakibatkan tegangan lentur. Hal ini perlu diperhatikan agar tidak melebihi tegangan leleh izinnnya. Dalam proses AWTI, khususnya pada kegiatan *lifting* dan *lowering*, perlu diperhatikan saat dilakukan *lifting/lowering* oleh *davit wire* dan konfigurasi pemasangan *air lift bags* yang dapat mempengaruhi besar tegangan yang terjadi pada pipa. Kriteria tegangan desain untuk

analisis instalasi pipa bawah laut termasuk *Above water tie in* (AWTI) sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh ASME B31.8.

Analisis tegangan pada instalasi pipa berfokus pada dua tempat yaitu *overbend* dan *sagbend*. *Overbend* dan *sagbend* merupakan dua area pusat tegangan yang akan mengalami tegangan paling besar dibandingkan bagian lain pada pipa, karena pada kedua daerah tersebut terjadi momen bending yang besar. Maka diperlukan proses penganalisaan dan pemodelan yang tepat dengan menggunakan software *OrcaFlex*.

Metodologi yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Flowchart metoda pengerjaan

HASIL DAN ANALISA/DISKUSI

- Pada kegiatan lifting and shifting terbagi menjadi 2 tahap. Pada tahap pertama dilakukan pengangkatan uncang *pipeline* seiring dengan pergerakan (*shifting*) *laybarge* sejauh 6 meter. Pada tahap kedua dilakukan pengangkatan pemping *pipeline* hingga kedua *pipeline* berada pada posisi sejajar dan siap dilakukan *tie in*. Data panjang awal dan akhir davit wire dan panjang davit wire per stage saat kegiatan lifting and shifting dapat dilihat pada tabel 6.3.

Tabel 1 Konfigurasi *davit wire* pada tahap *lifting and shifting*

No Davit	Panjang Awal Davit Wire (m)	Panjang Akhir Davit Wire (m)	Panjang Davit Wire per Stage (m)
1	14,472	6	0,4236
2	14,771	4,8	0,4986
3	14,881	4,2	0,5341
4	13,562	4,3	0,4631
5	13,563	4,8	0,4382
6	13,482	5,8	0,3841

- Pada kegiatan *lowering and shifting* dimana proses *lowering pipeline* hingga menyentuh *seabed* yang diiringi dengan pergerakan *laybarge (shifting)* sejauh 9.1 meter. Data panjang awal dan akhir davit wire dan panjang davit wire per stage saat kegiatan *lifting and shifting* dapat dilihat pada table 6.4.

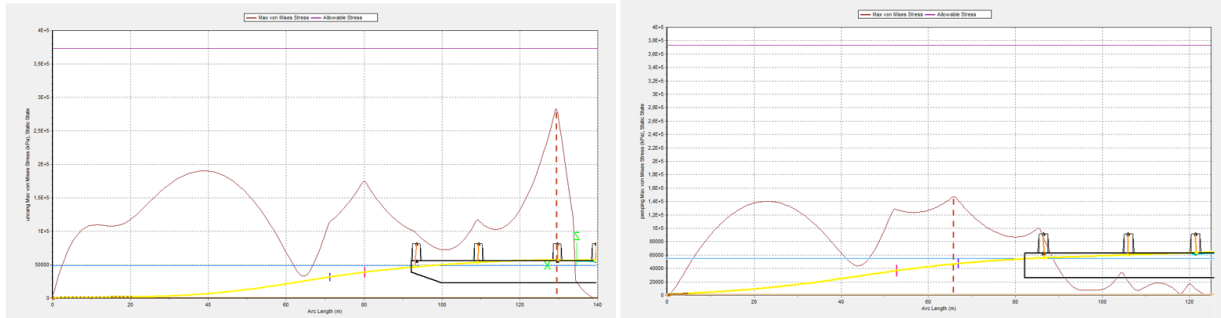
Tabel 2 Konfigurasi *davit wire* pada tahap *lowering and shifting*

No Davit	Panjang Awal Davit Wire (m)	Panjang Akhir Davit Wire (m)	Panjang Davit Wire per Stage (m)
1	6	14,472	0,4236
2	4,8	14,771	0,4986
3	4,2	14,881	0,5341
4	4,3	13,562	0,4631
5	4,8	13,563	0,4382
6	5,8	13,482	0,3841

Berikut merupakan hasil dari analisis *above water tie in* pada kondisi statik dan dinamik :

- Analisis Statik

1. Lifting and Shifting

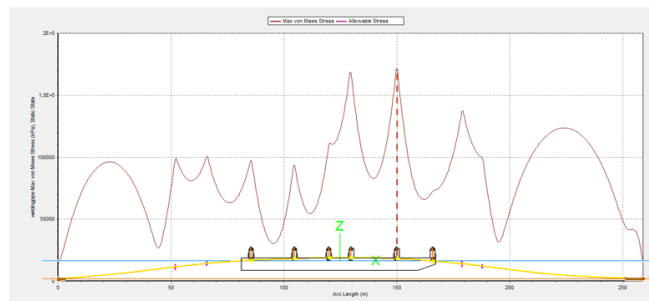


Gambar 4 Kurva tegangan analisis statik pada tahap lifting and shifting

Tegangan maksimum pada tahapan *lifting and shifting* uncang *pipeline* terjadi di lokasi 129,25 meter dari ujung *anchored* uncang *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 283,427 MPa (75,58% SMYS).

Tegangan maksimum pada tahapan *lifting and shifting* pemping *pipeline* terjadi di lokasi 65,75 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 147,474 MPa (39,33% SMYS).

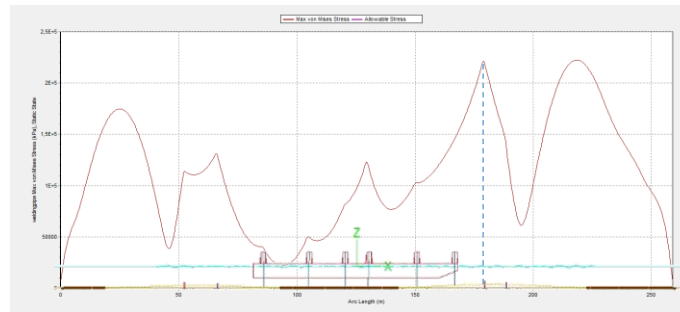
2. Cutting and Welding



Gambar 5 Kurva tegangan analisis statik pada tahap cutting and welding

Tegangan maksimum pada tahapan *cutting and welding* terjadi di lokasi 150,25 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 171,281 MPa (45,86% SMYS).

3. Lowering and Shifting

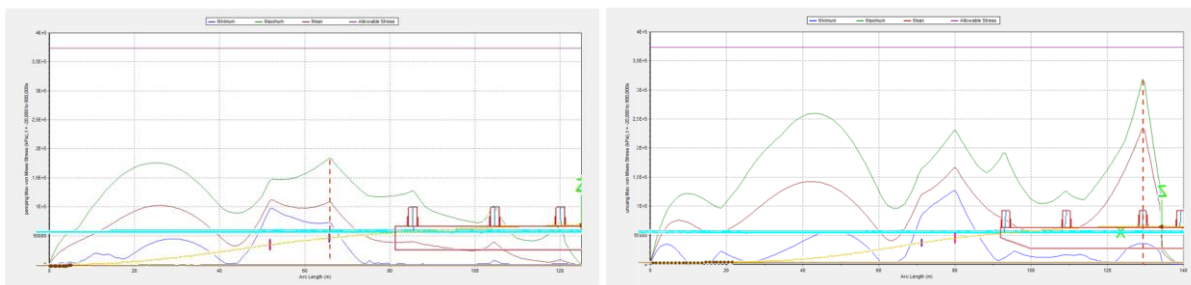


Gambar 6 Kurva tegangan analisis statik pada tahap lowering and shifting

Tegangan maksimum pada tahapan *lowering and shifting* terjadi di lokasi 179,25 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 222,38 MPa (59,52% SMYS).

■ Analisis Dinamik

1. Lifting and Shifting

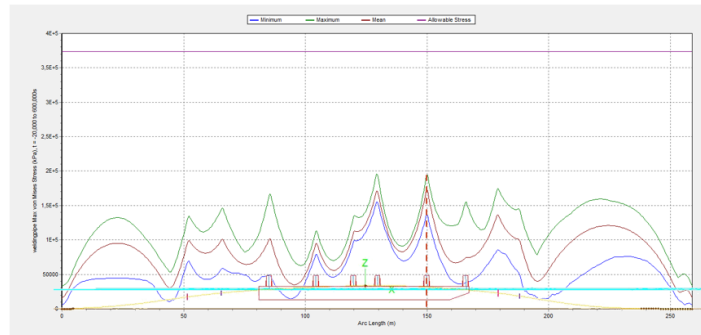


Gambar 7 Kurva tegangan analisis dinamik pada tahap lifting and shifting

Tegangan maksimum pada tahap pertama *lifting and shifting* terjadi di lokasi 129,25 meter dari ujung *anchored* uncang *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 318,79 MPa (85,35% SMYS).

Tegangan maksimum pada tahap kedua *lifting and shifting* pemping *pipeline* terjadi di lokasi 65,75 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 183,95 MPa (49,25% SMYS).

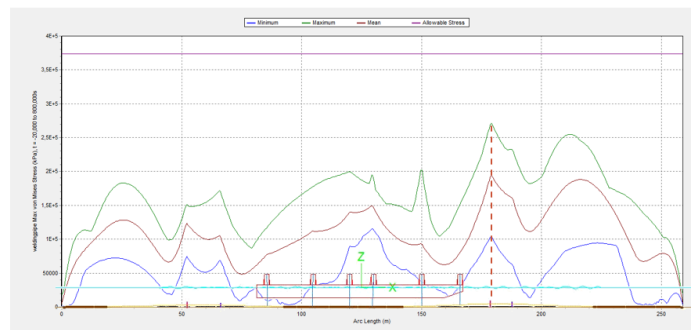
2. Cutting and Welding



Gambar 8 Kurva tegangan analisis dinamik pada tahap cutting and welding

Tegangan maksimum pada tahapan *cutting and welding* pada *weldingpipeline* terjadi di lokasi 129,25 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 195,58 MPa (52,36% SMYS).

3. Lowering and Shifting



Gambar 9 Kurva tegangan analisis dinamik pada tahap lowering and shifting

Tegangan maksimum pada tahapan *lowering and shifting* pada *weldingpipeline* terjadi di lokasi 179,25 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline*. Akan tetapi tegangan maksimum yang terjadi pada pipa tidak melebihi tegangan izin, yaitu 271,12 MPa (72,58% SMYS).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Panjang spool dari bend pada KP 12 adalah 125 meter.

- Hasil analisis statik :

Gaya yang bekerja pada anchored pemping (End A) dimana pada titik tersebut merupakan lokasi pemasangan bend :

End A	
Total Force (kN)	4,5655
End Tension (kN)	0,173

Total force merupakan resultan gaya pada 3 arah. Pada tabel X dijelaskan gaya-gaya dari tiap arah yang terjadi pada titik End A.

Load	Magnitude	Ex	Ey	Ez
Force (kN)	4,5655	0,4345	-3,1828	-3,2442

- Hasil analisis dinamik :

Gaya yang bekerja pada anchored pemping (End A) dimana pada titik tersebut merupakan lokasi pemasangan bend :

End A	
Total Force (kN)	1,49
End Tension (kN)	0,34

Total force merupakan resultan gaya pada 3 arah. Pada tabel X dijelaskan gaya-gaya dari tiap arah yang terjadi pada titik End A.

Load	Magnitude	Ex	Ey	Ez
Force (kN)	1,49	0,27	1,47	0,11

Gaya yang terjadi pada bend sebesar 4,56 kN pada analisis statik dan 1,49 kN pada analisis dinamik dan dapat diasumsikan gaya yang terjadi sangat kecil dan tidak menyebabkan bend ikut terangkat.

- Konfigurasi choke point pada analisis *above water tie in* sebagai berikut :

Tabel 3 Lokasi choke point pada analisis *above water tie in*

No Davit	Lokasi Choke Point (m)
1	47 _(a)
2	31 _(a)
3	10,5 _(a)
4	5 _(b)
5	20,5 _(b)
6	39,5 _(b)

a = dihitung dari ujung bebas uncang *pipeline*

b = dihitung dari ujung bebas pemping *pipeline*

- Konfigurasi air lift bag yang digunakan pada analisis *above water tie in* sebagai berikut :

Tabel 4 Lokasi pemasangan air lift bag pada analisis *above water tie in*

Uncang Pipeline		Pemping Pipeline	
Kapasitas Air Lift Bag	Lokasi Air Lift Bag	Kapasitas Air Lift Bag	Lokasi Air Lift Bag
2 MT	80 _(a)	2 MT	52 _(b)
1 MT	71 _(a)	1 MT	66 _(b)

a = dihitung dari ujung bebas uncang *pipeline*

b = dihitung dari ujung bebas pemping *pipeline*

- Pada kegiatan lifting and shifting terbagi menjadi 2 tahap. Pada tahap pertama dilakukan pengangkatan uncang *pipeline* seiring dengan pergerakan (*shifting*) *laybarge* sejauh 6 meter. Pada tahap kedua dilakukan pengangkatan pemping *pipeline* hingga kedua *pipeline* berada pada posisi sejajar dan siap dilakukan *tie in*. Data panjang awal dan akhir davit wire dan panjang davit wire per stage saat kegiatan lifting and shifting dapat dilihat pada tabel 6.3.

Tabel 5 Konfigurasi *davit wire* pada tahap *lifting and shifting*

No Davit	Panjang Awal Davit Wire (m)	Panjang Akhir Davit Wire (m)	Panjang Davit Wire per Stage (m)
1	14,472	6	0,4236
2	14,771	4,8	0,4986
3	14,881	4,2	0,5341
4	13,562	4,3	0,4631
5	13,563	4,8	0,4382
6	13,482	5,8	0,3841

- Pada kegiatan *lowering and shifting* dimana proses *lowering pipeline* hingga menyentuh *seabed* yang diiringi dengan pergerakan *laybarge (shifting)* sejauh 9.1 meter. Data panjang awal dan akhir davit wire dan panjang davit wire per stage saat kegiatan *lifting and shifting* dapat dilihat pada table 6.4.

Tabel 6 Konfigurasi *davit wire* pada tahap *lowering and shifting*

No Davit	Panjang Awal Davit Wire (m)	Panjang Akhir Davit Wire (m)	Panjang Davit Wire per Stage (m)
1	6	14,472	0,4236
2	4,8	14,771	0,4986
3	4,2	14,881	0,5341
4	4,3	13,562	0,4631
5	4,8	13,563	0,4382
6	5,8	13,482	0,3841

- Nilai tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada pipa selama proses pelaksanaan *Above water tie in* adalah sebagai berikut :

1. Tahap Lifting and Shifting

- a. Statik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 283 MPa (**75,58% SMYS**) pada 129,25 meter dari ujung *anchored uncang pipeline (overbend)*.

Tegangan *von mises* maksimum pada pemping *pipeline* sebesar 147 MPa (**39,33% SMYS**) pada 65,75 meter dari ujung *anchored pemping pipeline (overbend)*.

- b. Dinamik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 318 MPa (**85,35% SMYS**) pada 129,25 meter dari ujung *anchored uncang pipeline (overbend)*.

Tegangan *von mises* maksimum pada pemping *pipeline* sebesar 183 MPa (**48,06% SMYS**) pada 65,75 meter dari ujung *anchored pemping pipeline (overbend)*.

2. Tahap Cutting and Welding

- a. Statik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 171 MPa (**45,86% SMYS**) pada 149,75 meter dari ujung *anchored pemping pipeline (overbend)*.

- b. Dinamik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 195 MPa (**52,15% SMYS**) pada 149,75 meter dari ujung *anchored pemping pipeline (overbend)*.

3. Tahap Lowering and Shifting

- a. Statik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 222 MPa (**59,52% SMYS**) pada 179,25 meter dari ujung *anchored pemping pipeline (overbend)*.

b. Dinamik

Tegangan *von mises* maksimum pada uncang *pipeline* sebesar 271 MPa (**72,3% SMYS**) pada 179,25 meter dari ujung *anchored* pemping *pipeline* (*overbend*).

Saran

1. Dalam melakukan analisis *above water tie in* diasumsikan dasar laut memiliki kedalaman yang sama, sebaiknya menggunakan software yang dapat mendefinisikan dasar laut sesuai dengan kondisi di lapangan sehingga hasil analisa lebih akurat.
2. Dalam proses pemodelan, jenis air lift bag menentukan besar tegangan yang terjadi pada pipa sehingga dapat dilakukan perbandingan dengan menggunakan jenis air lift bag lainnya untuk mendapatkan perbandingan.

DAFTAR PUSTAKA

American Society of Mechanical Engineers (2010), “B31.8 Gas Transmission and distribution Piping Systems”, U.S.A : the American Society of Mechanical Engineers.

Det Norske Veritas (2007), “DNV-OS-F101 Submarine *Pipeline* System”, Norway: Det Norske Veritas.

Yong Bai and Qiang Bai (2010), “Subsea Engineering Handbook”, Gulf professional Publishing.

OrcaFlex Manual version 9.2a.

Tawekal, Ricky Lukman, 2005. *KL4221 Bangunan Lepas Pantai II*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Achnita, Dwini Restu. 2015. *Analisis Above water tie in* Pada Pemindahan Jalur Pipa Bawah Laut Di Selat Madura. Bandung : Institut Teknologi Bandung.