

P-28

EVALUASI KERUSAKAN PIPA BAWAH LAUT DAN METODE PERBAIKANNYA

SUBMARINE PIPELINE DAMAGED AND REPAIR METHOD

Sulardi

Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas (STT Migas), Balikpapan
 Jl. Soekarno - Hatta KM.8, Transad, Karang Joang Balikpapan 76126, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail: Sulardikm61@yahoo.com

Diterima 27-09-2020	Diperbaiki 15-10-2020	Disetujui 7-12-2020
---------------------	-----------------------	---------------------

ABSTRAK

Aplikasi suplai crude oil dengan pipa bawah laut adalah pilihan yang tepat dan efisien untuk menjamin kelancaran suplai feed intake sehingga unit proses dapat beroperasi dengan lancar. Permasalahan yang dihadapi adalah kesulitan perbaikan pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dan putus didasar laut. Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran penyebab kerusakan dan putusnya pipa bawah serta metode perbaikan yang paling sesuai dan cocok digunakan. Penelitian ini menggunakan metode penelitian terpakai dengan pendekatan kasus kerusakan dan putusnya pipa suplai material Crude oil di Teluk Balikpapan. Hasil penelitian menunjukkan penyebab permasalahan adalah pipa bawah laut rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal. Penggantian pipa bawah laut menggunakan metode Lay Barge terbukti sesuai, cocok dan aman digunakan. Hasil penelitian ini juga merekomendasikan agar metode kerja ini dapat direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja lain.

Kata kunci: *pipa bawah laut, metode lay barge.*

ABSTRACT

The application of submarine pipeline for crude oil supply is perfect and efficient to ensure supply of feed intake to other process unit can operate smoothly. The problem faced is the difficulty of repairing submarine pipes that have been damaged and have broken off the seabed. The research objective is to provide an overview of the causes of damage and breakdown of the down pipe and the most suitable and suitable repair method for use. This study uses a used research method with a case approach of damage and breaking of the Crude oil material supply pipe in Balikpapan Bay. The results showed that the cause of the problem was the underwater pipe was damaged and broke due to being dragged along the ship's anchor. Submarine pipe replacement using the Lay Barge method is proven to be suitable, suitable and safe to use. The results of this study also recommend that this work method be replicated to solve similar problems in other work units.

Keywords: *submarine pipe line, lay barge method.*

PENDAHULUAN

Pipa bawah laut (*subsea marine pipe line*) adalah instalasi perpipaan yang pada umumnya digunakan untuk mengalirkan fluida air, minyak, gas melalui instalasi perpipaan yang ditempatkan didasar laut (*seabed*) [3,11,12]. Dengan menggunakan instalasi pipa

bawah laut ini maka fluida dapat ditransfer dari satu tempat ke tempat lain, dari unit produksi ke unit produksi yang lain, dari unit penampungan ke unit proses, dan dari unit proses ditransfer ke unit penyimpanan. Instalasi pipa bawah laut juga digunakan untuk kegiatan suplai bahan baku crude oil dari pusat

penimbunan crude oil (*centralized crude oil*) ke unit proses kilang crude distillation unit. Pipa bawah laut digelar didasar laut dengan sistim pengaman tertentu sehingga tidak bergeser dari lokasinya akibat tekanan gelombang, akibat arus pasang surut dan akibat gerakan tanah di dasar laut [2,3,6]. Pasangan pipa bawah laut dipasang konfigurasi sedemikian rupa mengikuti kontur dasar laut dengan panjang terpasang mencapai puluhan kilometer yang secara rutin mengalirkan feed intake dan material proses lain sehingga keberadaan pipa bawah laut ini sangat penting. Seperti halnya pipa bawah laut penunjang operasilang PT. Pertamina RU V Balikpapan. Pipa bawah laut ini memiliki fungsi vital mensuplai feed intake Crude oil dan bahan bakar fuel gas dari terminal Pertamina Lawi-lawi ke kilang Balikpapan [12]. Dengan fungsinya yang demikian vital maka pipa bawah laut ini dijaga selalu dalam kondisi siap pakai dana man dari gangguan.

Permasalahan yang dihadapi dalam pengoperasian pipa bawah laut milik PT. Pertamina RU V adalah terjadinya kerusakan pipa bawah laut akibat bergeser dan tertekuk, pipa terbentur jangkar kapal, dan pipa terseret jangkar kapal sehingga rusak dan putus [12]. Insiden rusak dan putusnya pipa bawah laut yang terjadi di Teluk Balikpapan ini mengakibatkan terganggu dan terhentinya suplai bahan baku crude oil dari terminal crude oil Lawe-lawe ke Kilang Pertamina Balikpapan. Kerusakan dan putusnya instalasi pipa bawah laut ini diduga akibat terseret oleh jangkar kapal yang berlabuh diarea Teluk Balikpapan. Dengan terjadinya insiden tersebut berdampak kepada kerugian (*loss*) suplai crude oil dan terhentinya suplai *crude oil*, kesulitan perbaikan instalasi pipa bawah laut yang rusak, dan potensi flash dan kebakaran. Terhadap permasalahan tersebut telah dilakukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui faktor dan penyebab permasalahan dan metode penanganan permasalahan dengan baik dan tepat guna.

Penelitian ini adalah upaya tidak terpisahkan dalam percepatan penanganan permasalahan dengan solusi yang dianggap paling cocok, tepat dan sesuai dalam penanganan masalah pipa bawah laut yang rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal. Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan dalam menentukan perbaikan yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan. Jika tidak ditemukan cara perbaikan cocok dan dapat diaplikasikan maka permasalahan kesulitan perbaikan pipa bawah laut tidak akan terselesaikan.

Permasalahan yang muncul yaitu pipa bawah laut (*submarine pipe line*) adalah peralatan yang digunakan untuk mensuplai *crude oil* dengan debit aliran yang cukup besar dan dengan tekanan tinggi sehingga memungkinkan pipa bergeser dan berpindah dari posisinya ke permukaan dasar laut sehingga jika pipa bawah laut dipasang sesuai standar dan ketentuan regulasi maka pipa bawah laut tidak ada bergeser atau berpindah dari posisinya kepermukaan dasar laut.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor dan penyebab masalah terjadinya kerusakan pipa bawah laut serta memberikan gambaran cara perbaikan bawah laut yang dianggap paling cocok, sesuai dan aman digunakan.

Tinjauan Pustaka

Merujuk kepada hasil penelitian terkait instalasi pipa bawah laut yang telah dilakukan oleh B. Rachmat, C.Purwanto dan P. Raharjo (2011) [2], potensi resiko penggelaran pipa bawah laut adalah tidak sesuai standard an aturan yang berlaku. Beberapa potensi kegagalan struktur pipa migas bawah laut diantaranya adalah pipa tertimpa jangkar, terseret jangkar kapal, terjadi bentang bebas (*freespan*), kegagalan akibat lelah (*fatigue*), terjadi pembengkokan (*buckling*) dan terjadi pergeseran pipa secara vertikal dan lateral.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ika Puspita Nuraini (2016) [6], berdasarkan hasil perhitungan dengan kecepatan kapal 7-9 knot,

besarnya gaya tarik jangkar mengakibatkan pengaruh pada saat kapal menarik adalah 1164,89 - 2323,71 kN. Dengan pemodelan ANSYS menggunakan bentang pipa 20,32-30,48 meter diketahui bahwa saat terseret jangkar kapal maka pipa bawah laut berada pada kondisi *unacceptable risk* [6].

Perbedaan penelitian ini dengan kedua penelitian diatas terdapat perbedaan bahwa kedua penelitian diatas fokus pada potensi kerusakan struktural pasangan pipa bawah laut yang sub standard akibat pemasangan dan kondisi unsafe condition pipa bawah laut. Sedangkan penelitian ini fokus pada metode perbaikan pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dan putus akibat terseret jangkar kapal. Dengan data dan fakta sebagaimana diuraikan diatas maka penelitian ini layak penting untuk dilakukan guna mengatasi masalah kesulitan perbaikan pipa bawah laut (*subsea marine pipe line*) yang rusak dan putus akibat terseret jangkar kapal di area Teluk Balikpapan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Balikpapan, tepatnya dilingkungan daerah operasi PT. Kilang Pertamina Balikpapan (KPB), khususnya diarea Teluk Balikpapan dimana terdapat lintasan pipa bawah laut (Submarine pipe line) untuk suplai bahan baku crude oil dan natural gas dari Terminal Lawe-lawe (*Centralized crude oil*) menuju ke kilang Pertamina Balikpapan (KPB).



Gambar. 1 Lokasi pemasangan SPL Dia. 20 inch

Metode Pendekatan Masalah

Penelitian ini menggunakan metode penelitian aplikasi atau metode penelitian terpakai dengan metode pendekatan studi kasus. Metode penelitian ini aplikasi dalam mengatasi permasalahan kerusakan dan putusnya pipa bawah laut (SPL) diameter 20 inch sesuai standar DNV GL-RP-F114 [4] dan DNV GL RP-F107[5] dengan mempertimbangkan ukuran jangkar dan kedalaman seabed [7,10,11].

Material Penelitian

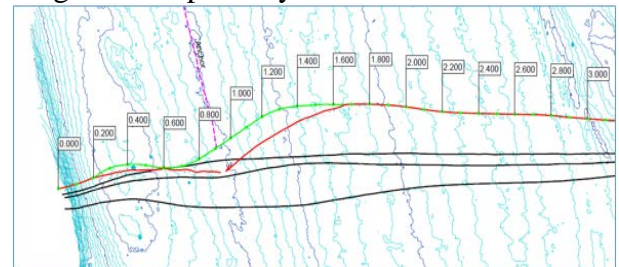
Spesifikasi material pipa bawah laut (SPL) adalah *Carbon Steel (CS)*, *Standar API 5L Grade X52* [1,4,5] dengan panjang penggantian pipa sepanjang 399 meter. Data tanah dasar (sebed) adalah tanah *soft clay* sepanjang lokasi rencana instalasi pipa [12].

Tabel. 1 Spesifikasi pipa bawah laut (SPL)

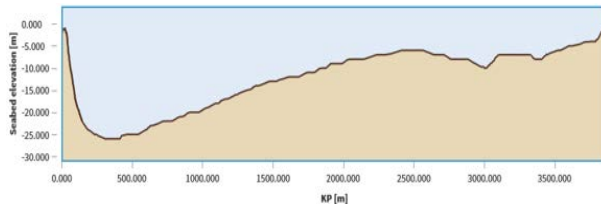
Properties	Unit	Value
NPS	[inch]	20"
Outside Diameter	[mm]	508
Carbon Steel (CS) Grade	[-]	API 5 L Grade X52
Linepipe Manufacturing	-	ERW
Steel Wall Thickness (offshore)	[mm]	12.7
SMYS ⁽¹⁾	[MPa]	358.5
SMTS ⁽¹⁾	[MPa]	455.1
Carbon Steel Density	[kg/m ³]	7850
CS Poisson Ratio	-	0.3
Steel Thermal Expansion Coefficient α_{steel}	1/°C	1.17x10 ⁻⁵

Route dan Peta Bathymetric SPL

Profil dasar laut berdasarkan dari bathymetric data sepanjang jalur pipa bawah laut setelah terjadi kerusakan. Jalur ini akan digunakan kembali untuk pemasangan pipa pengganti dan reposisi pipa bawah laut yang bergeser dari posisinya.



Gambar. 2 Data bathymetric seabed



Gambar. 3 Data profil seabed

Peralatan Kerja

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah meliputi semua peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan inspeksi teknik, pekerjaan pengangkatan dan pemindahan pipa, pembenaman dan pemasangan proteksi ACBM yang meliputi:

- a. Ponton/ barge dengan crane angkat kapasitas. 15 ton
- b. Alat penggelaran pipa SPL
- c. Alat pemotong pipa dan alat pengelasan
- d. Alat pengelasan otomatis dan alat pengelasan bawah air
- e. Alat gali bawah laut, berupa clamp shell
- f. Alat pemeriksaan inspeksi dan alat monitor bawah air
- g. Alat kelengkapan dan keselamatan kerja bawah air
- h. Alat pelindung diri dan alat bantu pernafasan bawah air
- i. Alat komunikasi, alat pemberi isyarat dilaut dan alat isyarat bawah air lainnya
- j. Peralatan lain sesuai kebutuhan disite.

Metode Kerja

a. Persiapan

Persiapan yang dilakukan check dan recheck sebelum berangkat ke lokasi kerja:

- 1) Ijin kerja pergerakan kapal dan alat penggalian bawah laut
- 2) Ijin kerja dan job safety analysis pekerjaan logam, pengelasan dan pekerjaan bawah air
- 3) Lingkungan diatas perairan dalam, rawan tercebur dan tenggelam, dipersyaratkan semua pekerja bisa berenang dan selalu memakai life jacket
- 4) Bahan konsumsi, akomodasi dan transportasi material, peralatan, obat-obatan anti mabuk dan P3K

5) Mematuhi penggunaan alat-alat keselamatan kerja dan alat pelindung diri.

b. Pemasangan instalasi pipa bawah laut (submarine pipe line)

Pekerjaan penggantian instalasi pipa bawah laut yang mengalami kerusakan dilakukan dengan Metode Lay Large:

- 1) Pemindahan pipa dari barge pengangkut menuju pipe lay barge (lay vessel)
- 2) Setting peralatan pengelasan pipa berupa pre-heating, gerinda, dan buffing
- 3) Fit up posisi pipa dengan pipa lain yang akan disambungkan dan dilakukan tig weld
- 4) Pengelasan otomatis dengan mesin las otomatis.
- 5) Visual inspection dan perapihan detail construction
- 6) Uji NDT (non destructive test) dan Radiographic test (RT)
- 7) Proteksi joint sambungan dengan coating dengan spesifikasi khusus
- 8) Proses wrapping pipa SPL dengan HSS (heat shrink sleeve)
- 9) Pemasangan sea sleeve dan pembungkus foam injection agar sambungan lebih kuat
- 10) Meluncurkan SPL dari barge melalui stinger dengan sudut aman agar tidak terjadi buckling
- 11) Setting SPL pada lokasi yang telah digali sedalam 2 meter dan dipasang pipe sleeper
- 12) Pekerjaan penggelaran pipa bawah laut sesuai kedudukan dan proteksi pipa dengan articulated concrete block mattresses (ACBM)[8,9].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil ivestigasi menunjukkan bahwa rusak dan putusnya pipa bawah laut adalah karena faktor orang, yakni kegagalan dalam komunikasi. Penyebabnya adalah tidak samanya bahasa yang digunakan dalam komunikasi, yakni adanya petunjuk dalam Bahasa Inggris dan dijawab dalam Bahasa China yang mengakibatkan kesalahan dalam pengambilan tindakan, yakni kesalahan menurunkan jangkar kapal hingga membentur

dan menyeret pipa bawah laut. Rusak dan putusnya pipa bawah laut terindikasi dengan oleh gaya tarik dengan tonase yang besar.

Hal ini didukung dengan fakta hasil investigasi komite keselamatan transportasi (KNKT) yang menunjukkan telah terjadi tekukan dan putusnya pipa akibat beban tarik yang melebihi batas yield material pipa bawah laut sehingga pipa rusak dan putus. Terhadap kejadian rusak dan terputusnya pipa bawah laut suplai crude oil tersebut telah dilakukan penggantian terhadap pipa yang rusak putus dengan spesifikasi sejenis yakni *Carbon Steel (CS)*, Standar *API 5L Grade X52 NPS 20* [1,4,5] sepanjang 399 meter. Bentuk dan konfigurasi pemasangan menyesuaikan regulasi yang berlaku yakni Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 [7], ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 [9] tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan atau instalasi perairan, serta standar *DNV GL-RP-F114* [4] dan *DNV GL RP-F107* [5]. Berdasarkan hasil investigasi dan atas dasar pemenuhan ketentuan regulasi yang berlaku maka dipilih metode proteksi pipa bawah laut yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan adalah dengan membenamkan kedalam seabed sedalam 2 meter dibawah permukaan seabed [7,10,11,12], memproteksi pipa bawah laut dengan *articulated concrete block mattresses* [8,9].

Pembahasan

Instalasi pipa bawah laut (submarine pipeline) dari Penajam-Kilang Pertamina (RU V) Balikpapan berlokasi di Teluk Balikpapan adalah jalur lintasan jalur pelayaran kapal-kapal laut yang cukup padat dan sibuk karena terdapat beberapa dermaga tambat di kawasan Teluk Balikpapan diantaranya adalah dermaga pelabuhan Semayang, dermaga/ jetty PT. Kilang Pertamina Balikpapan, dermaga Kampung Baru, dermaga penajam dan dermaga Kariangau. Selain itu juga terdapat dermaga dan pelabuhan yang dikelola oleh pihak swasta seperti PT. Chevron, PT.

Petrosea offshore supply base dan PT. Galangan Kapal Balikpapan.

Kerusakan pipa suplai *crude oil* bawah laut Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan di Teluk Balikpapan, berdasarkan hasil keterangan resmi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) adalah akibat terbentur dan terseret jangkar kapal. Faktor penyebab adalah faktor manusia, dengan penyebab masalah adalah kegagalan nahkoda kapal dalam berkomunikasi. Kegagalan komunikasi ini adalah adanya perbedaan Bahasa yang digunakan dan tidak digunakannya satu bahasa komunikasi yang sama. Kasusnya adalah petugas pemandu kapal berkomunikasi dalam bahasa internasional yakni Bahasa Inggris, sedangkan nahkoda berkomunikasi dalam Bahasa China. Ketika pemandu kapal pemandu kapal mengarahkan untuk menurunkan jangkar 1 meter, nahkoda kapal memerintahkan menurunkan jangka sedalam 27 meter sehingga membentur dan menyeret pipa bawah laut (SPL) milik PT. Kilang Pertamina Balikpapan.

Instalasi pipa suplai bahan baku crude oil diameter 20 inch Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan dibangun pada tahun 1997 dengan mengikuti ketentuan dan regulasi Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 [7] tentang keselamatan kerja pipa penyalur minyak dan gas bumi, yakni digelar diatas permukaan tanah dasar (seabed) Teluk Balikpapan dan dipasang tower menara pengawas disisi luar posisi pipa, baik di pantai Penajam maupun di panti Kilang Pertamina Balikpapan. Pipa bawah laut ini digelar pada kedalaman 13-17 meter dibawah permukaan air laut dan telah memenuhi persyaratan Kepmentamben No.300.K/38/M.PE/1997 [7].

Terdapat perbedaan dengan ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 [10] tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan/ atau instalasi perairan yang mengharuskan instalasi pipa bawah laut berada pada kedalaman 20 meter dan dibenamkan sedalam 2 meter dibawah tanah dasar (seabed).

Dalam hal ini PT. Kilang Pertamina Balikpapan telah memenuhi ketentuan regulasi dengan adanya sertifikat kelayakan penggunaan peralatan Nomor.412/PP/SKPP/18.03/DJM.T/2016 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi yang menyatakan bahwa instalasi SPL 20 inch Balikpapan-Penajam dalam kondisi layak dan memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan kerja sehingga dapat digunakan. Upaya PT. Kilang Pertamina Balikpapan mencegah agar kejadian sejenis tidak terulang dilakukan dengan membenamkan pipa bawah laut dan memproteksi pipa suplai crude oil bawah laut (SPL) diameter 20 inch dengan metode proteksi articulated concrete block mattress.

Analisis terhadap jenis kapal dan berat jangkar kapal yang digunakan diketahui bahwa kapal-kapal yang melintas diatas alur pipa suplai crude oil bawah laut adalah kapal craft vessel type dengan tonase 80 ton dan berat jangkar 1 ton, kapal general vessel type dengan tonase 20.000 ton dan berat jangkar 5 ton, dan kapal tanker dengan tonas 40.000 ton dan berat jangkar 10 ton. Hasil analisis terhadap pengaruh posisi jangkar kapal terhadap pipa bawah menunjukkan, jangka akan turun kedalam tanah dasar sampai kedalaman 1.0-1.50 meter dibawah permukaan seabed sehingga jangkar tidak mencapai pipa bawah laut setelah dibenamkan sedalam 2.0 meter dibawah seabed.

KESIMPULAN

Dari uraian hasil penelitian dan pembahasan terhadap hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Faktor penyebab permasalahan adalah faktor orang, yaitu kegagalan komunikasi diantara orang-orang yang terlibat didalam penjangkaran kapal
- b. Spesifikasi material carbon steel Standard API 5L Grade X52 dengan Metode Lay Barge terbukti cocok digunakan dan terbukti dapat mengatasi permasalahan.

SARAN

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

- a. Nahkoda dan awak kapal yang akan bersandar dikawasan Teluk Balikpapan harus memiliki kemampuan komunikasi dalam bahasa internasional (bahasa Inggris)
- b. Spesifikasi material dan metode dapat direplikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] API RP 1111, 1999, Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipeline (Limit State Design), American Petroleum Intitute
- [2] B. Rachmat, C. Purwanto, P. Raharjo, 2011, Kajian Identifikasi Infrastruktur Jaringan Pipa Migas Bawah Laut di Perairan Sebelah Utara Provinsi Banten, Jurnal Geologi Kelautan Volume 9, No. 2, Agustus 2011
- [3] Cindy Dianita, Tatyana Vladimirovna Dmitrieva, 2016, A Comparison of American, Norwegian, and Russian Standards in Calculating the Wall Thickness of Submarine Pipeline, Makara J. Technol. 20/1 (2016), 45-48, DOI: 10.7454/mst.v20il.3055
- [4] DNV GL RP-F114, 2017, Pipe Soil Interaction for Submarine, DNV GL AS
- [5] DNV GL RP-F107, 2017, Risk Assessment of Pipe Line Protection, DNV GL AS
- [6] Ika Puspita Nuraini, 2016, Analisis Resiko Pipa Bawah laut Akibat Tarikan Jangkar Dengan Metode Monte Carlo, Studi Kasus Jaringan Pipa Bawah Laut Tunu Field, Blok Mahakam Kalimantan Timur, Tugas Akhir Prodi Teknik Kelautan ITS, Surabaya
- [7] Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.300.K/38/M.PE/1997, 1997, Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi, Departemen Pertambangan dan Eneгри
- [8] Maccaferi, 2013, Articulated Concrete

- Block Mattress (ACBM, Bologna Meccaferi
- [9] Maria Gabriela Gaeta, A Lamberti, M Mongiorgi, 2012, Articulated concrete block mattresses (ACBM) for Submarine Pipeline Protection and Stabilization: a Physical Model Study in a Wave Flume, MWWD & IEMES
- [10] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 129 Tahun 2016, Tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/ atau Instalasi Perairan
- [11] Sulardi, 2020, Teknik Operasi Lepas Pantai, Sekolah Tinggi Teknologi Migas, Balikpapan
- [12] Sulardi, 2020, Proteksi Pipa Bawah Laut Dengan Metode Articulated Concrete Block Mattresses, Jurnal Info Teknik Volume 21 No. 1 Juli 2020, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.