



**TUGAS AKHIR - MO184804**

***RISK ASSESSMENT PADA ONSHORE PIPELINE  
DI RIAU***

**DARIS AN-NAHDAH**

**NRP. 04311640000125**

**Dosen Pembimbing :**

**Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.**

**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**Fakultas Teknologi Kelautan**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya**



**FINAL PROJECT - MO184804**

**RISK ASSESSMENT ON ONSHORE PIPELINE  
IN RIAU**

**DARIS AN-NAHDAH**

**REG. NUMBER 04311640000125**

**Supervisors :**

**Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.**

**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Department of Ocean Engineering**

**Faculty of Marine Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Surabaya**

**2020**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ***RISK ASSESSMENT PADA ONSHORE PIPELINE DI RIAU***

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

DARIS AN-NAHDAH

NRP. 0431164000125

Disetujui Oleh:

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.

(Dosen Pembimbing 1)



2. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

(Dosen Pembimbing 2)

3. Prof. Ir. Soegiono

(Dosen Penguji 1)

4. Dr. Eng. Shade Rahmawati, S.T., M.T.

(Dosen Penguji 2)

SURABAYA, JANUARI 2020



## ***RISK ASSESSMENT PADA ONSHORE PIPELINE DI RIAU***

**Nama** : Daris An-Nahdah  
**NRP** : 04311640000125  
**Jurusan** : Teknik Kelautan FTK-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

### **ABSTRAK**

*Pipeline* dikenal sebagai sarana transportasi yang paling aman untuk mendistribusikan fluida baik dalam bentuk liquid maupun gas. Sama halnya dengan peralatan lain pada umumnya, pipa juga dapat mengalami kegagalan dan memerlukan program inspeksi. Munculnya kegagalan pada pipa akan berdampak pada masyarakat disekitar jalur pipa serta kerusakan dan pencemaran pada lingkungan. Salah satu penyebab utama terjadinya kegagalan pada pipa adalah korosi. Oleh sebab itu, perlu adanya suatu penilaian risiko untuk mengetahui peluang kegagalan, konsekuensi kegagalan, serta tingkat risiko pada sistem perpipaan terutama terhadap korosi. *Pipeline risk assessment* adalah salah satu metode yang paling baik untuk mengidentifikasi suatu kejadian potensial tidak hanya yang menyebabkan gangguan pada operasional melainkan juga pada kejadian yang berhubungan dengan *safety* dan masalah lingkungan. Penelitian ini membahas tentang penilaian risiko pada pipa distribusi *crude oil* dari GS-3 (*Gathering Station*) sampai NBS (*North Booster Station*) sepanjang 11.1 km. Penilaian risiko pada penelitian ini menggunakan code API 581 dan dilakukan secara semikuantitatif yang mana perhitungan peluang kegagalan menggunakan metode simulasi Monte Carlo didapatkan hasil sebesar 0.0149 dan konsekuensi kegagalan ialah luas area yang terkena dampak dari terjadinya kebocoran yaitu seluas 2094.77 ft<sup>2</sup>. Sehingga didapatkan hasil tingkat risiko pada pipa crude oil 12” dari GS-3 sampai NBS milik PT. X termasuk dalam kategori menengah atau medium.

**Kata kunci:** pipa, *risk assessment*, analisa tingkat risiko

## **RISK ASSESSMENT ON ONSHORE PIPELINE IN RIAU**

**Name** : Daris An-Nahdah  
**Reg. Number** : 04311640000125  
**Departement** : Teknik Kelautan FTK-ITS  
**Supervisors** : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D.  
Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.

### *Abstract*

Pipelines are known as the safest of transportation to distribute fluids in both liquid and gas forms. As other equipment in general, the pipe can also fail and require an inspection program. The emergence of a failure on the pipe will have an impact on the community around the pipeline as well as damage and pollution to the environment. One of the main causes of failure of the pipe is corrosion. Therefore, it is necessary to have a risk assessment to determine the probability of failure, the consequences of failure, and the level of risk in the piping system, especially against corrosion. Pipeline risk assessment is one of the best methods for identifying a potential event, not only that causes of operational disruption but also in events related to safety and environmental problems. This study discusses the risk assessment on the crude oil distribution pipeline from GS-3 (Gathering Station) to NBS (North Booster Station) along 11.1 km. Risk assessment in this study uses API 581 code and is conducted semi quantitatively in which the calculation of the probability of failure using the Monte Carlo simulation method is 0.0149 and the consequence of failure is the area affected by leakage which is 2094.77 ft<sup>2</sup>. So, we get the results of the level of risk in the 12" crude oil pipe from GS-3 to NBS owned by PT. X is included in the medium or medium category.

**Key Words:** Pipeline, Risk Assessment, Risk Level Analysis.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Penulis memanjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat dilancarkan dalam pengerjaan sampai dengan penyelesaian tugas akhir ini. Tugas Akhir ini berjudul "*Risk Assessment* pada *Onshore Pipeline* di Riau".

Tugas Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan ITS. Besar harapan penulis Tugas Akhir ini dapat menjadi referensi untuk perusahaan dalam mengambil keputusan berdasarkan hasil kajian risiko, dan dapat membantu pihak-pihak lainnya yang membutuhkan informasi di bidang teknik kelautan.

Dalam Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa tidak ada satupun hal di dunia ini yang sempurna, dimana masih banyak kekurangan baik dalam penulisan, pemilihan variabel, dan parameter. Oleh sebab itu, sangat diharapkan saran dan kritik membangun dari pembaca agar dapat menjadi evaluasi untuk laporan kedepannya. Akhir kata, penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menjadi sumber ilmu bagi para penulis selanjutnya khususnya mahasiswa/i Jurusan Teknik Kelautan ITS.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, Januari 2020

Daris An-Nahdah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur atas segala rahmat dan karunia kepada Allah SWT. Serta mengucapkan terimakasih atas segala bantuan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan oleh berbagai pihak selama penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Abi, Umi, dan Adik penulis yang telah memberikan semangat, doa, dan dukungan baik moral maupun materil, juga mendidik dan memberi kasih sayang yang tiada habisnya kepada penulis.
2. Prof. Daniel, dan Ibu Silvianita, kedua dosen pembimbing penulis yang selalu sabar membimbing hingga penulis berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini, terimakasih untuk ilmu dan waktu yang telah bapak dan ibu berikan.
3. Bapak Hasan selaku dosen wali penulis selama 3.5 tahun ini, terima kasih telah memberikan penulis nasihat, bimbingan, serta kesabaran selama ini.
4. Bapak Herman, selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan beserta seluruh staff dan karyawan departemen Teknik Kelautan yang telah membantu perizinan dan administratif Tugas Akhir ini.
5. Inez, Enggay, Nurika, Vanti, Yohana, Yujo yang selalu menguatkan, memotivasi, dan menemani suka duka penulis hingga selesainya Tugas ini.
6. Yasser dan Beni, selaku kelompok TRB 3 bersama penulis yang senantiasa menghibur penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Mas Juni selaku pemberi semangat terbanyak kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir ini, yang selalu mengingatkan kepada penulis bahwasannya menjaga kesehatan adalah hal yang paling penting.
8. Teman-teman satu bimbingan manajemen, yang telah memberikan masukan dan saran selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Adhiwamastya, dan alumni-alumni Teknik Kelautan ITS yang telah membantu perkuliahan penulis, menjadi teman berdiskusi/*brainstorming* dan memberikan masukan/kritik berdasarkan pengalaman selama kuliah.

10. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung atau tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Terimakasih atas segala bantuannya, semoga Allah SWT melimpahkan balasan berupa berkah dan rahmat yang tiada habisnya. Amin.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

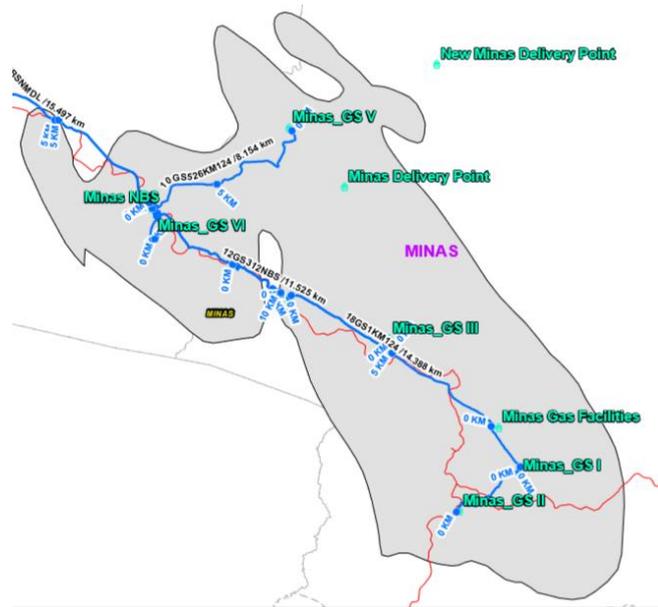
Minyak dan gas bumi merupakan sumber daya alam yang menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan kapasitas produksi migas tertinggi di Asia Tenggara. Kebutuhan akan minyak dan gas memang cukup tinggi sampai saat ini. Meskipun telah dilakukan upaya penelitian dan pencarian sumber energi alternatif setiap tahunnya, nyatanya kebutuhan energi tetap meningkat dengan energi minyak dan gas sebagai energi utama dalam pemenuhan kebutuhan. Hal tersebut menjadikan industri migas semakin memegang peranan penting dalam kehidupan saat ini. Riau sendiri adalah salah satu daerah penyumbang *crude oil* terbanyak untuk Indonesia. Kisaran rata-rata 2 miliar barrel telah disumbangkan Riau untuk memenuhi kebutuhan akan migas Indonesia. Guna menunjang kegiatan industri migas diperlukan mode transportasi untuk mendistribusikan minyak dan gas.

Menurut Widharto (2002), tidak ada satupun industri industri yang di dalam proses produksinya menggunakan tekanan dan transportasi media yang tidak menggunakan insulasi perpipaan, oleh karenanya perpipaan dapat dikatakan sebagai urat nadi industri yang fungsinya sangat vital di dalam proses produksi. Sejumlah besar produk minyak dan gas diangkut dan didistribusikan melalui jaringan pipa, yang pada umumnya dapat membentang hingga ribuan kilometer. Dalam industri migas sendiri, *pipeline* merupakan komponen utama dalam pendistribusian minyak dan gas baik di darat (*onshore*) maupun di lepas pantai (*offshore*) serta merupakan salah satu metode yang paling praktis dan terjangkau sejak 1950 (Haryadi, dkk., 2016). Proses pendistribusian migas ada kalanya dilakukan melalui pipa yang melewati perkotaan, pemukiman penduduk dan tempat-tempat penting lainnya. Sehingga, dalam hal ini penting bagi sebuah *pipeline* untuk beroperasi dengan aman sehingga tidak membahayakan lingkungan sekitarnya. Sistem pipa penyalur adalah rangkaian pipa yang digunakan sebagai sarana transportasi fluida dengan jarak yang cukup panjang. Fluida yang terkandung didalam pipa umumnya memiliki sifat mudah terbakar bahkan mengandung racun. Kondisi ini mengakibatkan risiko

apabila peralatan mengalami kegagalan salah satu kegagalan yang diakibatkan oleh sifat fluida yang mengalir di dalam pipa adalah korosi. Meskipun dalam tahap desain degradasi material sudah dipertimbangkan dengan memberikan batas umur operasi, namun akibat sulitnya mengontrol dan tidak seragamnya laju korosi untuk setiap lokasi, maka kegagalan yang mengakibatkan kebocoran pipa masih sering terjadi.

Menurut Jones (1996), korosi adalah hasil destruktif reaksi kimia logam atau paduan logam dengan lingkungannya. Korosi merupakan penyebab adanya kegagalan yang paling tinggi. Korosi didefinisikan sebagai suatu proses penurunan mutu suatu material logam. Korosi dapat menjadi masalah yang serius dalam dunia material dan sangat merugikan karena dapat mengurangi kemampuan suatu konstruksi. Pada saat beroperasi, suatu *pipeline* akan mengalami kontak langsung dengan lingkungan yang ada di luar maupun yang ada didalam *pipeline*. Pada *pipeline* dari GS-3 (*Gathering Station*) menuju NBS (*North Booster Station*) yang berada di daerah Minas ini, aliran yang mengalir didalamnya mengandung unsur  $C^{25+}$  yang cukup tinggi. Sedangkan  $C^{25+}$  merupakan salah satu unsur kimia yang sangat reaktif dengan lingkungan yang ada disekitarnya sehingga dapat memunculkan permasalahan *internal corrosion* yang akan mengakibatkan cacat pada dinding pipa. Suatu penelitian tentang analisa risiko pada pipa telah dilakukan oleh Lubis (2010) dengan objek penelitiannya adalah *reducer pipeline*, menyimpulkan bahwa risiko kegagalan pada *reducer pipeline* akibat *internal corrosion* adalah masuk dalam kategori menengah. Penelitian yang hampir serupa oleh Hakim (2010) mengenai analisa risiko pada *elbow pipe* akibat *internal corrosion* yang masuk dalam kategori menengah tinggi. Walaupun tidak sebesar yang terjadi pada *elbow pipe*, korosi pada pipa lurus juga dapat mempengaruhi kinerja pipeline dalam mendistribusikan migas. Kemungkinan kegagalan struktur pipa akibat penipisan dinyatakan bahwa batas ketebalan korosi maksimum yang diijinkan pada suatu pipa ialah tidak boleh lebih dari 80% tebal pipa. Maka dari itu, bilamana ketebalan *pipeline* terindikasi kurang dari 20% tebal awal sebelum pengoperasian selesai maka dapat dikatakan *pipeline* tersebut mengalami keretakan (Sumber: ASME B31. G, 1991).

PT. X sebagai salah satu *oil and gas company* terbesar di Indonesia yang memproduksi *crude oil* hingga 2 miliar barrel serta menjadi salah satu penyumbang minyak terbanyak di Indonesia, sangatlah penting bagi pertumbuhan ekonomi bangsa Indonesia khususnya dari bidang migas. Maka, pada penelitian ini akan dilakukan penilaian risiko pada pipa lurus akibat *internal corrosion* dengan menggunakan bantuan metode simulasi Monte Carlo untuk menentukan peluang kegagalan dan untuk konsekuensi kegagalannya ditinjau pada luas daerah yang mengalami dampak kebakaran akibat suatu kebocoran serta konsekuensi terhadap keselamatan. *Code* yang digunakan sebagai acuan ataupun panduan pada penelitian ini adalah ASME B31. G (1991), API RP 581 (2016), dan DNV RP-F107. Peta lokasi pipa PT. X yang digunakan untuk *risk assessment* pada *pipeline* adalah sebagai berikut.



**Gambar 1. 1** Lokasi pipa objek penelitian (Sumber: PT. X)

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai topik permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Berapa peluang kegagalan (*probability of failure*) terhadap kebocoran akibat *internal corrosion* pada *crude oil pipeline*?

2. Berapa konsekuensi kegagalan (*concequence of failure*) terhadap luas daerah kebocoran akibat *internal corrosion* pada *crude oil pipeline*?
3. Berapa tingkat risiko *crude oil pipeline* yang mengalami *internal corrosion* pada *risk matrix* dengan menggunakan metode *Risk Based Inspection*?
4. Bagaimana jadwal inspeksi yang sesuai dengan kondisi tingkat risiko pada pipa?

### **1.3 Tujuan**

Berdasarkan perumusan masalah, maka dapat ditentukan tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui peluang kegagalan akibat *internal corrosion* pada *crude oil pipeline* PT. X di Riau.
2. Mengetahui besar konsekuensi kegagalan akibat *internal corrosion* pada *crude oil pipeline* PT. X di Riau
3. Mengetahui tingkat risiko *crude oil pipeline* yang mengalami *internal corrosion* pada *risk matrix* dengan menggunakan metode *Risk Based Inspection*.
4. Mengetahui interval inspeksi yang sesuai dengan tingkat risiko pipa.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis, untuk mengetahui dan mempelajari mengenai *onshore pipeline*.
2. Bagi Pembaca, dapat dijadikan sebagai referensi jika ada yang ingin melakukan penelitian sejenis.
3. Bagi Perusahaan, dapat dijadikan informasi dan juga saran untuk pengembangan kinerja *pipeline*.

## 1.5 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang digunakan agar menghindari pembahasan yang melebar dan mempermudah perhitungan sehingga digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

1. Tidak dilakukan analisa konsekuensi untuk kategori ekonomi dan keselamatan
2. Besaran-besaran statistik dan probabilistik yang tidak diketahui diasumsikan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
3. Tidak memperhitungkan korosi eksternal, beban tanah, dan korosi pada sambungan pipa.
4. Fenomena *subsidence* dan *scoring* diabaikan, karena kondisi tanah relatif stabil.
5. Perhitungan laju korosi tidak mempertimbangkan luasan korosi yang terjadi dan adanya pengaruh suhu.
6. Pada perhitungan konsekuensi terhadap lingkungan segment pipa yang dapat merepresentatifkan seluruh segment pipa GS-3 sampai NBS adalah:
  - a. PKM 860, koordinat N 00°46' 37.33" - E 101°25' 09.14"
  - b. PKM 890, koordinat N 00°46' 37.67" - E 101°25' 08.75"
  - c. PKM 933, koordinat N 00°46' 38.67" - E 101°25' 07.10"

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini dimulai dari bab satu yakni pendahuluan. Berisi tentang hal yang menjadi latar belakang penulisan laporan penelitian ini, perumusan masalah yang akan diselesaikan, tujuan dan manfaat dari penelitian tersebut, batasan masalah yang menjadi rujukan penulis untuk lebih menyederhanakan sistem penganalisaan, serta sistematika penulisan.

Bab dua berisi mengenai tinjauan pustaka yang menjadi acuan dari penelitian tugas akhir, dasar-dasar teori, rumus-rumus dan code yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Lalu, pada bab tiga menjelaskan metodologi penelitian yang digunakan untuk mengerjakan tugas akhir. Dalam bab ini terdapat flowchart yang menjabarkan

kepada hal-hal yang mengarah pada hal detail dan bersifat teknis sekaligus data-data yang digunakan dalam penelitian.

Analisa penelitian dalam tugas akhir ini akan dibahas pada bab empat. Bab ini akan membahas pengolahan data hasil dari perhitungan hingga menghasilkan kesimpulan yang menjadi tujuan dari tugas akhir. Dimana kesimpulan beserta saran yang diperlukan untuk penelitian lebih lanjut dari tugas akhir ini diterangkan pada bab lima.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah analisa risiko pada pipa penyalur minyak dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Peluang kegagalan terhadap *internal corrosion* pada masing-masing *test point* ialah sebagai berikut.

Tabel peluang kegagalan pipa terhadap kebocoran

Lokasi	Keandalan	Peluang Kegagalan
TP-1	0.9851	0.0149
TP-2	0.9999	0.0001
TP-3	1	0

Dimana peluang kegagalan tertinggi terletak pada *Test Point-1* (TP-1) yaitu sebesar 0.0149; masuk ke dalam kategori 1 berdasarkan tabel kategori peluang pada API 581. Menurut Google Earth, pada *Test Point-1* (TP-1) nampak berdekatan dengan sebuah *station* yang mana berpotensi memapar pipa GS-3 sampai NBS.

2. Konsekuensi kegagalan terhadap luas daerah kebocoran yang paling besar yakni 2094.77 ft<sup>2</sup> pada ukuran lubang 1 inch; masuk ke dalam kategori D berdasarkan tabel kategori konsekuensi pada API 581.
3. Hasil analisa tingkat risiko lingkungan dengan menggunakan metode semi-kuantitatif RBI pada *risk matrix* API 581 masuk ke dalam kategori risiko menengah atau *medium risk*.
4. Dengan melihat risiko pada peralatan yang dianalisa, maka interval inspeksi yang direkomendasikan adalah 8 tahun dengan menggunakan metode *intelligent pigging*.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diajukan sehubungan dengan penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pembahasan lebih lanjut mengenai *intelligent pig* dan penentuan metode inspeksi yang sesuai.
2. Karena pada penelitian ini menggunakan matriks DNV RP-G-101 dalam menentukan interval inspeksi, maka perlu dilakukan penentuan interval inspeksi dengan menggunakan metode lain.
3. Perlu dilakukan analisa konsekuensi terhadap *safety* / keselamatan, dan *cost* / biaya.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Daris An-Nahdah, dilahirkan di Kota Surabaya pada tanggal 14 September 1998, penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MI Futuhatul Ulum Gresik, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Manyar, dan melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Gresik. Setelah lulus pendidikan SMA pada tahun 2016, penulis mengikuti program mandiri/ pkm ITS dan diterima di Departemen Teknik Kelautan ITS. Kemudian penulis mengambil bidang studi manajemen terkait manajemen risiko.

Selama perkuliahan penulis aktif dalam bidang akademis dan non-akademis serta berbagai kegiatan ORMAWA seperti himpunan jurusan, BEM FTK, dan UKM ITS. Dan juga beberapa seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas, maupun institut. Pada tahun 2017, penulis mengikuti ajang Pemilihan Duta Wisata Cak dan Yuk Gresik dan meraih juara 2 atau Wakil 1 Yuk Gresik. Di tahun berikutnya, penulis mengikuti ajang Pemilihan Miss Global Surabaya 2018 dan berhasil masuk dalam Top 7 Miss Global Surabaya 2018. Pada tahun 2019, penulis berkesempatan untuk melakukan kerja praktik selama satu bulan di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ Jakarta dan satu bulan berikutnya di PT. Chevron Pacific Indonesia Riau. Kemudian pada Januari 2020, penulis selesai mengerjakan dan ujian Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan pendidikan sarjana, dengan judul tugas akhir “*Risk Assessment pada Onshore Pipeline di Riau*”. Jika pembaca berminat untuk memberik kritik dan saran, bisa hubungi email yang tertera di bawah ini.

Email: [darisanahdah@gmail.com](mailto:darisanahdah@gmail.com)