

Analisis Desain Material Casing Sumur Pemboran “AA” Lapangan “JP”

Alim Aliami¹, Jeri Palinoan², Sulardi³

Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan, Kalimantan Timur, Indonesia

alimaliami6153@gmail.com¹

Abstrak

Kata Kunci:*Burst Load, Casing, Collapse Load, Maximum Load, Tension Load*

Casing adalah komponen penting pada konstruksi pemboran sumur dan sumur produksi migas yang berfungsi untuk melindungi lubang sumur, melindungi formasi, dan memastikan aliran fluida lancar. Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui faktor-Faktor yang dapat menyebabkan rusak dan gagalnya casing sumur Migas, menghitung beban-beban yang bekerja pada casing dan memilih tipe casing yang tepat agar mampu menahan beban-beban yang bekerja padanya. Metode untuk menganalisis casing ini adalah dengan metode maximum load. Metode ini mengasumsikan kondisi terburuk yang dapat terjadi pada masing-masing pembebanan casing. Hasil analisis perhitungan beban yang harus diterima casing 13 3/8 inch dengan Grade D95HC, diperoleh nilai burst load: 2.237 psi, nilai collapse load : 2.820 psi dan nilai tension load : 75.643 lbs. Beban casing 9 5/8 inch grade N-80, diperoleh nilai burst load : 5.029 Psi, collapse load : 2.203 psi dan nilai tension load : 111.664 lbs. Casing yang terpasang sudah sesuai spesifikasi standar API 5CT.

Abstract

Key Word:*Burst Load, Casing, Collapse Load, Maximum Load, Tension Load*

Casing is an important component in the construction of oil and gas production wells that serves to protect the wellbore, protect the formation, and ensure smooth fluid flow. The purpose of this study is to determine the factors that can damage the casing in oil and gas wells, calculate the loads acting on the casing and choose the type of casing that is able to withstand the existing loads. The method used to evaluate this casing is the maximum load. This method assumes the worst conditions that can occur in each casing load. The results of the analysis of the load calculation that must be received by the 13 3/8 inch casing with grade D95HC, obtained the burst load value: 2237 psi, collapse load value: 2820 psi and tension load value: 75643 lbs. The load of the 9 5/8 inch casing grade N-80, obtained the burst load value: 5029 Psi, collapse load: 2203 psi and tension load value: 111664 lbs. The installed casing is in accordance with API 5CT standard specifications.

Copyright © 2026 Alim Aliami, Jeri Palinoan, Sulardi

This work is licensed under an **Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)**

PENDAHULUAN

Casing adalah selongsong pipa baja yang dipasang pada operasi pengeboran dan produksi minyak dan gas bumi. Pada kegiatan pengeboran dengan membuat lubang untuk menembus lapisan formasi batuan yang kaya akan kandungan minyak atau gas, setelah mencapai target kedalaman tertentu, didalam lubang yang dibuat ini kemudian dilapisi dengan casing pipa baja dan disemen. Operasi pengeboran merupakan pekerjaan yang beresiko tinggi dan membutuhkan biaya yang sangat besar dan teknologi yang tinggi. Para pekerja pada operasi pengeboran harus memiliki pengetahuan yang baik sehingga operasi pengeboran yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar. Casing tetap akan terpasang selama sumur berproduksi sampai dengan sumur dinyatakan berhenti produksi dan sumur dimatikan (*plug & abandonment*).

Selama proses pengeboran berlangsung, dapat terjadi masalah (hole problem), masalah yang paling umum adalah terbentuknya dogleg dan key seats, hole instability, lost circulation, dan temperatur dasar lubang yang berlebihan. Permasalahan pada pengeboran sumur migas disebabkan oleh gangguan tekanan disekitar lubang bor. Untuk menjaga kestabilan lubang bor, maka setelah dilakukan pemboran perlu dipasang casing. Casing dipasang untuk melindungi sumur baik selama proses pemboran maupun pada saat produksi, yang cukup mahal harganya, sehingga perlu dilakukan perencanaan desain casing yang sesuai dengan kondisi sumur.

Dalam memilih rangkaian casing yang akan dipasang, casing harus mempunyai kekuatan yang dapat menanggulangi beban tekanan atau gaya-gaya yang bekerja pada casing tersebut. Casing yang dipasang tidak boleh rusak atau putus, collapse atau bursting bila menerima tekanan-tekanan atau gaya yang bekerja pada casing itu sendiri. Metode yang digunakan untuk menganalisis besaran beban-beban yang bekerja pada casing ini adalah metode maximum load, yakni dengan menghitung beban burst maksimal yang diasumsikan

terjadi pada saat proses produksi dan beban collapse maksimal yang diasumsikan terjadi pada saat mendapat tekanan dari semen di luar casing.

Analisis perhitungan kekuatan casing tersebut penting untuk dilakukan, karena ini dapat dijadikan pertimbangan dalam perencanaan pengeboran sumur dan setelah sumur berproduksi. Hasil analisis perhitungan tersebut dapat mengurangi masalah-masalah kegagalan pemboran pada sumur baru yang akan di bora tau pada sumur yang sedang dalam masa produksi.

Pada penelitian ini topik permasalahan yang diteliti adalah pengaruh tekanan yang bekerja pada casing sumur selama pemboran dan saat digunakan untuk produksi nantinya. Fokus penelitian adalah dalam rangka pemilihan spesifikasi material casing yang tepat dan dapat menahan (resistance) terhadap tekanan runtuh (*collapse*), tekanan pecah (*burst*), tekanan tarik (*tensile*), dan tekanan kompresi pada saat casing dipasang dengan harapan casing terpasang dan berfungsi dengan baik dan aman. Asumsi yang dikembangkan pada penelitian ini adalah, jika casing yang di pilih sesuai spesifikasi standar API 5CT, mampu menahan beban runtuh, mampu menahan beban pecah, mampu menahan beban Tarik dan mampu menahan beban kompresi maka casing akan berfungsi dengan baik dan aman, terhindar dari kerusakan dan kegagalan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan pendekatan engineering analysis. Model penelitian ini mengacu pada metode yang digunakan dalam menganalisis desain casing pada sumur yang diasumsi bertekanan formasi cukup tinggi. Penelitian dilakukan tanpa eksperimen lapangan, melainkan melalui analisis data teknis, perhitungan berbasis standar industri, serta kajian literatur ilmiah. Penelitian ini berbentuk desain analisis dengan pendekatan asumsi pada lapangan migas di area laut Natuna. Pendekatan asumsi terhadap sumur ini didasarkan pada kondisi sumur ‘xx’ adalah eksplorasi pertama yang di bor yang terletak di lepas pantai laut Natuna. Untuk kemudahan identitas dalam analisis maka selanjutnya sumur ini diberi identitas sumur ‘xx’.

Data yang digunakan untuk menganalisis pipa casing sumur ‘xx’ adalah data sekunder yang diperoleh dari open source. Data sumur ‘xx’ yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data ukuran casing, kedalaman dan tekanan formasi sumur. Total kedalaman sumur (total depth) adalah. 10.452 ft atau 3.90 meter. Tekanan rekah (fracture pressure) adalah 18, 74 PPG. Dan pore pressure adalah sebesar 10,32 PPG. Adapun data dan ukuran casing yang digunakan sebagaimana tersaji pada tabel 1. Berikut.

Tabel 1. Data Ukuran Casing Sumur ‘xx’

Hole		Casing								
Hole size (Inch)	Bottom TVD (ft)	Casing (Inch)	Size	W, pf	Grade	Top MD	Bottom MD	Mud weight (ppg)	Cement (gr/cc)	density
36’’	-	30’’		310	X-52	-	394 m	10.01	-	
17.1/2’’	2362	13.3/8’’		72	D95HC	1090 ft	2326 ft	10.01	15.86	
12.1/4’’	3786	9.5/8’’		53.5	N-80	1090 ft	3732 ft	13.85	15.86	

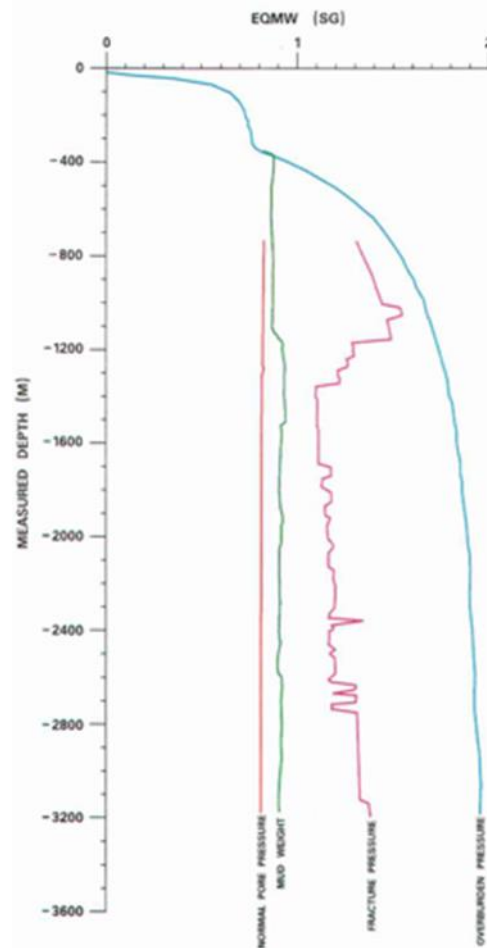
Tabel 2. Material Properties Casing Digunakan pada Sumur ‘XX’

O.D inch	NW Lbs/ft	Grade	Collapse Pressure (psi)	Internal yield pressure (psi)			Body yield strength 1000lbs
13 3/8’’	72	D95HC	2820	6390	6390	6390	1973
9 5/8’’	53.5	N-80	6620	7930	7930	7930	1244

Adapun kondisi pressure summary sebagaimana tersaji pada grafik 1. Pressure summary adalah rangkuman konsep fisika yang mendefinisikan tekanan (pressure) sebagai rasio gaya normal (force) terhadap luas permukaan (face)). Pressure dirumuskan dengan, $P = F/A$. Hal ini mencakup besaran skalar, satuan SI Pascal (N/m²) atau (Pa). Pressure summary juga mencakup konsep dasar bahwa tekanan adalah besaran scalar dan bukan merupakan vektor, oleh karena tidak memiliki arah tertentu meskipun gaya dan luas adalah vektor.

Metode yang digunakan untuk menganalisis kondisi casing dalam penelitian ini menggunakan metode analisis metode maximum load. Dimana dalam metode ini akan menghitung beban yang bekerja pada casing, yaitu beban collapse, burst dan tension. Setelah beban yang bekerja pada casing di hitung, kemudian dilakukan optimasi casing yang terpasang. Kelebihan utama metode maximum load dalam perencanaan desain casing adalah kemampuannya menghasilkan desain yang aman, andal, dan akurat secara teknis untuk mencegah kegagalan struktur seperti collapse, burst, atau tension. Metode ini memastikan pemilihan kelas (grade), berat nominal, dan sambungan casing yang tepat dengan memperhitungkan beban maksimum pada setiap tahap pengeboran. Metode analisis maximum load juga dikenal metode analisis beban maksimum atau

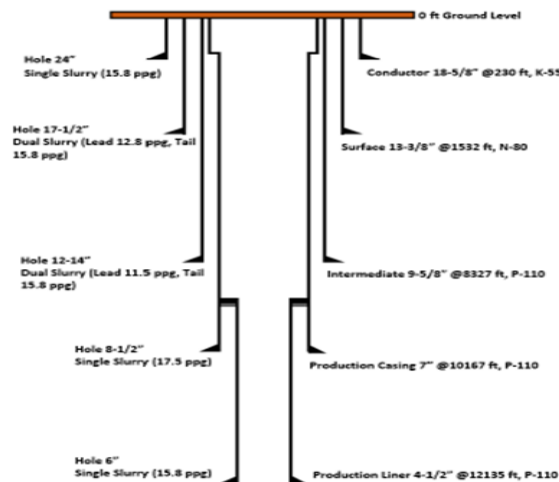
perencanaan casing berbasis beban ekstrem (extreme load casing design) dalam praktik teknik perminyakan. Metode analisis ini telag sesuai Standar API, dan dipastikan bahwa hasil perencanaan dengan metode ini dipastikan memenuhi standar American Petroleum Institute (API) untuk ketahanan casing.



Gambar 1. Grafik Pressure Summary Plot Well “xx”

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain casing sumur minyak secara umum terdiri dari conductor casing, surface casing, intermediate casing, production casing dan production liner (gambar 2). Pada sumur “xx” terdapat 3 jenis casing yang dipasang, yaitu conductor casing ukuran 30 inch yang di pasang pada section lubang bor. 36 inch dan pada kedalaman 0-394 meter. Casing kedua adalah casing ukuran 13 3/8 yang dipasang pada section lubang bor 17 1/2 inch kedalaman 1.090-2326 ft. casing ketiga adalah casing ukuran 9 5/8 inch yang dipasang di section lubang bor 12 1/4 inch di kedalaman 1.090-3732 ft. Adapun grade casing yang terpasang adalah grade X-52 untuk casing ukuran 30 inch, grade D95HC untuk casing 13 3/8 inch dan grade N-80 untuk casing 9 5/8 inch.



Gambar 2. Skematic Casing Sumur

Asumsi dalam analisis desain casing berdasarkan kondisi internal dan external load. *Internal load*, mengasumsikan telah terjadi aliran gas dan sumur penuh dengan gas ke permukaan. Maksimal tekanan internal didalam surface casing tidak boleh lebih dari tekanan rekah formasi. *External load* mengasumsikan bahwa tekanan pori yang bekerja luar casing.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Burst Load* casing 13.3/8 inch

Depth	External load	Internal load	Burst load	Safety factor
				1.1
Top casing (1090 ft)	585	2.143	1.558	1.714
Casing shoe (2326 ft)	1.248	2.267	1.019	1.120

Tabel 4. Hasil Perhitungan *collapse load* casing 13.3/8 inch

Depth	External load	Internal load	Net load	Safety factor 1.1
Top casing (1090 ft)	585	0	585	643
Casing shoe (2326 ft)	1.248	0	1.248	1.373

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Burst Load* Casing 9 5/8 inch

Depth	External load	Internal load	Burst load	Safety factor
				1.1
Top casing (1090 ft)	585	4.564	3.979	4.377
Casing shoe (3732 ft)	1.296	6.566	4.563	5.119

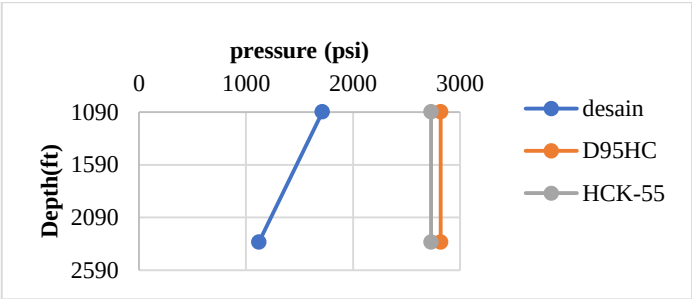
Tabel 6. Hasil Perhitungan *Collapse Load* Casing 9 5/8 inch

Depth	External load	Internal load	Net load	Safety factor 1.1
Top casing (1090 ft)	585	0	585	643
Casing shoe (2326 ft)	2.003	0	2.003	2.203

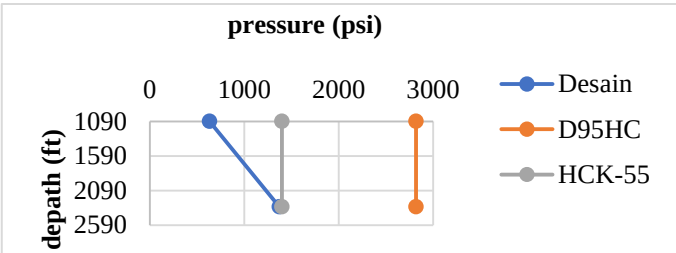
Tabel 7. Perbandingan Hasil Analisis Beban Vs Kekuatan casing

Ukuran dan grade casing	Collapse (Psi)		Burst (Psi)		Tension (1000 lbs)	
	Desain	CP Casing	Desain	BP casing	perhitungan	BY casing
13 3/8 inch D95HC	1.373	2.820	1.373	6.390	75,6	1.973
9 5/8 inch N-80	2.203	6.620	5.119	7.930	112	1.244

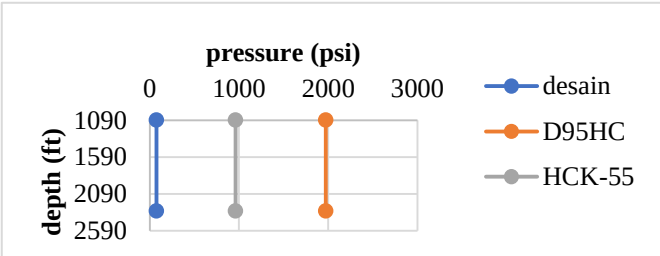
Tabel 7 diatas menunjukan, hasil analisis perhitungan beban casing lebih kecil daripada kekuatan casing, dapat disimpulkan bahwa casing aman, tidak rusak dan tidak gagal akibat beban tekan.



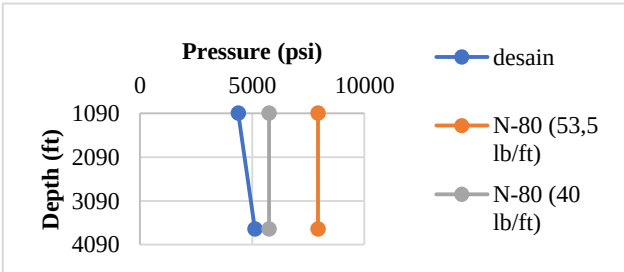
Gambar 3. Grafik Perbandingan Beban *Burst Casing* 13 3/8”



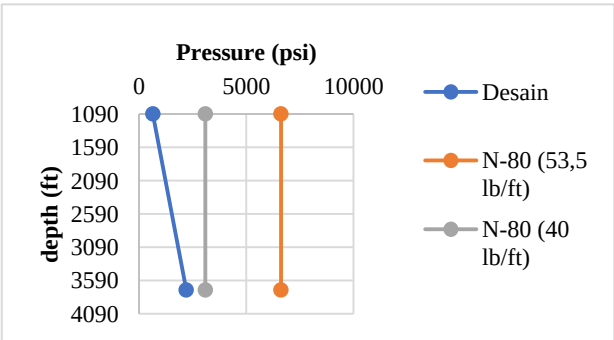
Gambar 4. Grafik Perbandingan Beban *Collapse casing* 13 3/8”



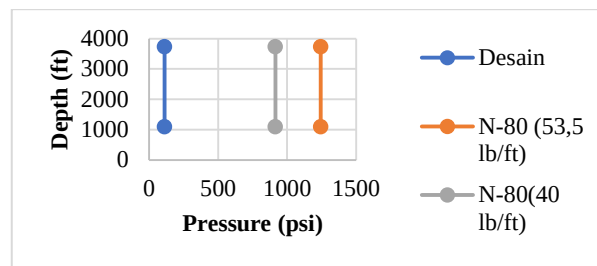
Gambar 5. Grafik Perbandingan *Tension Load Casing* 9 5/8”



Gambar 6. Grafik Perbandingan Beban *Burst Casing* 9 5/8”



Gambar 7. Grafik Perbandingan Beban *Collapse Casing* 9 5/8



Gambar 8. Grafik Perbandingan *Tension Load Casing 9 5/8*

Casing terpasang dapat rusak tidak mampu menahan beban tekanan yang berasal dari luar maupun dari dalam casing. Kondisi terburuk yang dapat dialami oleh rangkaian casing adalah pada saat sumur mengalami kick dan pada saat sumur mengalami loss circulation. Casing yang telah terpasang pada suatu sumur tetap perlu dievaluasi sebagai acuan dalam melakukan pemboran pada sumur yang lain. Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah casing yang telah terpasang mampu menahan beban tekanan atau tidak. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi casing ini adalah maximum load dengan mengasumsikan kondisi terburuk pada masing-masing pembebanan casing.

Kondisi pembebanan yang dianalisis adalah beban burst, collapse dan tension. beban burst merupakan tekanan minimum yang dapat menyebabkan casing pecah. Beban collapse merupakan tekanan minimum yang diberikan pada casing yang dapat menyebabkan casing mengalami collapse/penyok. Tension load merupakan beban yang disebabkan oleh berat casing yang berada di bagian bawah. Hasil analisis perhitungan beban burst casing 13 3/8 inch, didapatkan nilai burst load adalah 2.237 psi untuk dipermukaan dan 1.120 psi di casing shoe tekanan eksternal casing 13 3/8 inch. Artinya casing 13 3/8 harus memiliki kekuatan yang dapat menahan tekanan tersebut.

Hasil analisis perhitungan beban collapse casing 13 3/8, didapatkan nilai collapse load dipermukaan adalah 0 psi dan di casing shoe adalah 1.373 psi. properties casing 13 3/8 grade D95HC memiliki minimum collapse pressure sebesar 2.820 psi. Hasil perhitungan tension load yang harus di terima casing 13 3/8 adalah 75.643 lbs dan properties casing dengan grade D95HC dapat menahan beban hingga 1.973.000 lbs. sehingga casing yang terpasang mampu menahan tension load yang diberikan.

Beban burst casing yang harus dapat di tahan oleh casing 9 5/8 inch adalah 5.022 psi untuk dipermukaan dan 5.029 psi untuk di casing shoe. Properties casing 9 5/8 inch dengan grade N-80 memiliki minimum internal yield pressure sebesar 7.930 psi dan dapat menahan tekanan hingga 6.390 psi agar casing tidak mengalami burst. Hasil analisis perhitungan beban collapse casing 9 5/8 inch, didapatkan nilai collapse load dipermukaan adalah 0 psi dan di casing shoe adalah 2.203 psi. properties casing 13 3/8 grade D95HC memiliki minimum collapse pressure sebesar 2.820 psi. Hasil perhitungan tension load yang harus di terima casing 9 5/8 inch adalah 111.664 lbs. properties casing dengan grade D95HC dapat menahan beban hingga 1.244.000 lbs, sehingga casing yang terpasang mampu menahan tension load yang bekerja pada casing sumur.

KESIMPULAN

Beban pada casing 13 3/8 inch dengan grade D95HC, dengan burst load. 1.703 psi, collapse load. 1.373 psi dan tension load. 75.643 lbs. Hasil analisis menunjukan beban casing 9 5/8 inch grade N-80, burst load 5.119, collapse load. 2.203 psi dan tension load. 111.664 lbs (1). Hasil analisis desain casing menunjukan bahwa beban yang terjadi pada casing 13 3/8 inch grade HCK-55 (54.5 lb/ft) dan casing 9 5/8 grade N-80 (40 lb/ft), lebih kecil daripada kekuatan casing, dan disimpulkan bahwa casing yang terpasang cukup aman dan tidak akan mengalami kerusakan (2).

DAFTAR REFERENSI

- American Petroleum Institute. (2018). *API TR 5C3: Technical report on equations and calculations for casing, tubing, and line pipe used as casing or tubing*. API Publishing.
- De Waard, C., & Milliams, D. (1975). *Carbonic acid corrosion of steel*. NACE International.
- Gao, G., Liu, H., Zhang, S., & Li, P. (2020). Casing design optimization for high-pressure sour gas wells in Tarim Basin. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 73, 103–118.
- Gassnova. (2021, February 21). *Smeaheia dataset*. <https://co2datashare.org/dataset/smeaheia-dataset>
- Gatlin, C. (1960). *Drilling and well completions*. The University of Texas.
- Heriot-Watt University. (2005). *Drilling engineering*. Edinburgh: Heriot-Watt University.
- Kuminatoro, H. (2015). Evaluasi perencanaan desain casing pada sumur Selong-1 di Lapangan Selong. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 505–518.

- Rubiandini, R. (2012). *Teknik operasi pemboran*. Institut Teknologi Bandung.
- Smith, R., & Wolf, K. (2019). Sour gas challenges in HPHT wells: Material selection and casing integrity. *SPE Journal*, 24(3), 412–425.
- Stewart, M., & Arnold, K. (2008). *Surface production operations: Design of gas-handling systems and facilities* (Vol. 2). Gulf Professional Publishing.
- The National Academies. (1994). *Drilling and excavation technologies for the future*. National Academies Press. <https://www.nap.edu/catalog/2349.html>
- Trisliantanto, D. (2020). *Metodologi penelitian: Panduan lengkap penelitian mudah*. CV Andi Offset.
- Vilastri, J. (2020). Evaluasi desain casing sumur existing untuk rekomendasi sumur usulan Lapangan Vila menggunakan metode maximum load. *Jurnal Teknologi Perminyakan dan Panas Bumi (JTTPB)*.
- Yan, J., Zhou, W., & Chen, X. (2019). Performance of 13Cr and Super 13Cr stainless steel in sour gas environment. *Corrosion Science*, 150, 250–258.