

**DESAIN PERFORMA CASING PADA SUMUR X LAPANGAN
PANAS BUMI DENGAN MENGGUNAKAN METODE
STANDARD NEW ZEALAND CODE 2015**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melenkapi syarat dalam mencapai gelar sarjana teknik



Di Susun Oleh :

**FADLUL AZMI
163210364**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

2021

**DESAIN PERFORMA CASING PADA SUMUR X LAPANGAN
PANAS BUMI DENGAN MENGGUNAKAN METODE
STANDARD NEW ZEALAND CODE 2015**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melenkapi syarat dalam mencapai gelar sarjana teknik



Di Susun Oleh :

**FADLUL AZMI
163210364**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU**

2021




HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Fadlul Azmi
NPM : 163210364
Program Studi : Teknik Perminyakan
Judul Tugas akhir : Desain Performa Casing Pada Sumur X Lapangan Panas Bumi Dengan Menggunakan *Metode Standard New Zealand Code 2015*

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Idham Khalid, S.T.,M.T ()
Penguji : Richa Melysa, S.T.,M.T ()
Penguji : Novrianti, S.T.,M.T ()
Ditetapkan di : Pekanbaru
Tanggal : 10 Desember 2021

Disahkan oleh:

KETUAPROGRAM STUDI

TEKNIK PERMINYAKAN





NOVIA RITA S.T.,M.T

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, 10 November 2021

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Fadlul Azmi', is written over the text.

Fadlul Azmi

NPM: 1632103

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhana Wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Idham Khalid, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Richa Melysa, S.T., M.T dan Ibu Novrianti, S.T., M.T selaku penguji seminar proposal dan sidang tugas akhir yang telah memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Ibu Hj. Fitrianti, S.T., M.T selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasihat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Ketua Prodi Ibu Novia Rita, S.T., M.T dan sekretaris program studi Bapak Tomi Erfando S.T., M.T serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
5. Kedua orang tua saya, Bapak Basirun dan Ibu Sahrida beserta abang dan kakak serta keluarga besar yang selalu memotivasi dan memberikan dukungan baik berupa do'a, moril, materil maupun finansial hingga saat ini.
6. Abang-abang, Kakak-kakak, dan teman-teman bimbingan Bapak Idham Khalid, ST., MT yang membantu saya dalam penggunaan alat dan juga sarana bertukar pikiran kepada saya sehingga penelitian saya jadi berjalan dengan lancar.

7. M. Yudatama Hasibuan, S.T selaku pembimbing TA yang telah menyediakan waktu dan pikiran untuk memberi arahan maupun masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan angkatan 2016 terkhusus angkatan 2016 kelas C (PETROLEC) yang telah memberi semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari pertama kuliah.
9. Teman-teman saya SAHABAT BASCAMP yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang selalu mendukung dan memberi motivasi disaat semangat saya mengerjakan skripsi sudah mulai berkurang.

Semoga Allah selalu melindungi dan membalas kebaikan semua pihak yang sudah membantu saya. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 10 November 2021



Fadlul Azmi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SIMBOL	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>State of The Art</i>	4
2.2 Pengeboran Panas Bumi	5
2.3 Perfoma Casing Pada Panas Bumi	6
2.4. Casing Desain menggunakan metode konvensional	6
2.4.1 <i>Axial Load</i>	7
2.4.2 <i>Tension load</i>	7
2.4.3 Tekanan Burst.....	7
2.4.4 Tekanan <i>collaps</i>	8

2.5	<i>New Zealand Code 2015</i>	8
2.5.1	<i>Berat Axial</i> sebelum dan selama Penyemenan Berlangsung	9
2.5.2	<i>Berat Axial</i> Setelah Penyemenan	10
2.5.3	<i>Berat Axial</i> pada Casing <i>Linear</i>	11
2.5.4	Perbedaan Tekanan selama Penyemenan Berlangsung	11
2.5.5	Perbedaan Tekanan Internal setelah Penyemenan	11
2.5.6	Perbedaan Tekanan Eksternal selama Penyemenan	12
2.5.7	Perbedaan Tekanan Eksternal selama Produksi.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		13
3.1	Uraian.....	13
3.2	Metode dan Analisa Data.....	13
3.2.1	<i>Well Desain</i>	13
3.2.2	<i>Seting Depth Casing</i>	14
3.2.3	Casing Diameter.....	14
3.2.4	Casing Material	15
3.3	Jadwal Penelitian	16
3.4	Studi Lapangan	16
3.5	Diagram Alir	18
BAB IV PEMBAHASAN.....		19
4.1	Penentuan Kedalaman Casing.....	19
4.2	Penentuan Performa Casing.....	20
4.2.1	<i>Berat Axial</i> Sebelum dan Selama Penyemenan	20
4.2.2	<i>Berat Axial</i> Setelah Penyemenan.....	21
4.2.3	<i>Berat Axial</i> Pada Casing <i>Linear</i>	23
4.2.4	Perbedaan Tekanan Internal Selama Penyemenan	23
4.2.5	Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Penyemenan.....	24

4.2.6 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Produksi.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Kesimpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Pemilihan Ukuran Bit Dan Casing String	15
Gambar 3.2 Sumur X lapangan Y.....	17
Gambar 3.3 Diagram alir	18



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	16
Tabel 4. 1 Penentuan Kedalaman Casing.....	20
Tabel 4. 2 Berat Axial Sebelum dan Selama Penyemenan	21
Tabel 4. 3 Perubahan Berat Axial Pada Casing Akibat Kenaikan Temperatur.....	21
Tabel 4. 4 Perubahan Berat Axial Pada Casing Akibat Penurunan Temperatur...	22
Tabel 4. 5 Tegangan pada anchor casing	22
Tabel 4. 6 Gaya angkat anchor casing akibat ekspansi termal.....	23
Tabel 4. 7 Berat Axial Pada Casing Linear.....	23
Tabel 4. 8 Perbedaan Tekanan Internal Selama Penyemenan.....	24
Tabel 4. 9 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Penyemenan.....	24
Tabel 4. 10 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Produksi	25
Tabel 4. 11 Hasil Analisa	25

DAFTAR SIMBOL

$F_{csg\ air\ wt}$	Berat casing di udara (kN)
$F_{csg\ content}$	Berat internal casing (kN)
$F\ hook\ load$	Berat casing karena gravitasi dan statik hidraulik (kN)
Lz	Kedalaman casing (m)
Wp	Berat Casing (kg/m)
g	gravitas ($9.8\ m/s^2$)
OD	Diamter luar casing (inch)
ID	Diamter dalam casing (inch)
ρ_{if}	Densitas fluida didalam casing (kg/l)
ρ_{ef}	Densitas fluida didalam anulus (kg/l)
L_{if}	Panjang vertikal fluida didalam casing (kg/l)
L_{ef}	Panjang vertikal fluida didalam anulus (kg/l)
L_f	Ketinggian kolom semen didalam casing diatas casing shoe (m)
F_p	Gaya tarik casing dipermukaan (kN)
L_w	Kedalaman level air didalam sumur (m)
A_p	Luas area permukaan casing (mm^2)
F_c	Gaya kompresif akibat temperatur naik (kN)
E	Modulus elastitas (MPa)
α	Koefisien ekspansi termal ($^{\circ}C^{-1}$)
T_1	Temperatur alami casing ($^{\circ}C$)
T_2	Temperatur maksimum ($^{\circ}C$)
T_3	Minimum temperatur akibat fluida pemboran ($^{\circ}C$)
F_r	Gaya axial casing (kN)
F_t	Gaya tarik akibat pendinginan casing ($^{\circ}C$)
F_m	Gaya dorong kebawah akibat berat kepala sumur dan casing (kN)
f_c	Total tegangan akibat gaya aksial dan gaya lentur (kN)
I_p	Moment inersia pada pipa (mm^4)
L_f	Total kedalaman kolom fluida didalam anulus (m)

DAFTAR SINGKATAN

M	Meter
°C	<i>Derjat Celcius</i>
kN	<i>Kilo Newton</i>
Mpa	<i>Mega Pascal</i>
Kg	<i>Kilo Gram</i>



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penentuan Kedalaman Casing	29
Lampiran 2 Berat Axial Sebelum dan Selama Penyemenan	29
Lampiran 3 Berat Axial setelah Penyemenan	30
Lampiran 4 Tegangan pada production casing	31
Lampiran 5 Gaya angkat anchor casing akibat ekspansi termal	31
Lampiran 6 Berat Axial pada casing liner	31
Lampiran 7 Perbedaan Tekanan Internal Selama Penyemenan	31
Lampiran 8 Tekanan Eksternal Selama Penyemenan	32
Lampiran 9 Tekanan Eksternal Salama Produksi	32



DESAIN PERFORMA CASING PADA SUMUR X LAPANGAN PANAS BUMI DENGAN MENGGUNAKAN METODE *STANDARD NEW ZEALAND CODE 2015*

FADLUL AZMI
163210364

ABSTRAK

Pengeboran adalah salah satu tahapan penting yang berdampak pada biaya proyek pengembangan panas bumi secara signifikan. Salah satu metode faktor terpenting dalam pengeboran panas bumi adalah desain casing, dimana desain casing dalam kaitannya untuk meminimalkan masalah pemboran dan produksi dari aspek formasi. Maka penelitian ini bertujuan melakukan desain performa casing pada sumur x lapangan panas bumi menggunakan metode *New Zealand Code 2015*. Proses desain casing terdiri dari pemilihan ukuran casing, berat, nilai dan pengaturan kedalaman. Kedalaman suatu casing ditentukan oleh analisis data dari sumur yang berdekatan yang akan termasuk karakteristik batuan, suhu, jenis fluida dan komposisi dan tekanan. Hal ini dilakukan dengan menghitung beban *burst*, *collapse*, dan *axial* yang mempengaruhi casing selama pemboran sumur dan juga saat sumur tersebut berproduksi. Pada penelitian ini menggunakan data sekunder untuk melakukan desain pada performa casing dari sumur panas X dengan menggunakan standar *New Zealand Code 2015*. Hasil yang didapat pada desain performa casing pada sumur X lapangan panas bumi diperoleh kedalaman dari tiap *section* casing yaitu *surface* casing dengan kedalaman 0-150 m, *Intermediate* 150 – 340 m, *Production Casing* 340 – 890 m, *Perfo Liner* 890 – 1450 m, dan *Optional Liner* 1450 – 2000 m serta material casing yang digunakan untuk desain performa casing pada sumur X lapangan panas bumi digunakan pada *Surface Casing H-40*, *Intermediate H-40*, *Production Casing C-95*, *Perfo Liner C-95*, dan *Optional Perfo C-95*.

KataKunci : Panas Bumi, Desain Casing, Kedalaman Casing, Material Casing,
NZS Code 2015

**DESIGN OF CASING PERFORMANCE ON WELL X
GEOTHERMAL FIELD USING STANDARD NEW ZEALAND
CODE METHOD 2015**

**FADLUL AZMI
163210364**

ABSTRACT

Drilling is one of the important stages that has a significant impact on the cost of a geothermal development project. One of the most important factors in geothermal drilling is casing design, where casing design is concerned with minimizing drilling and production problems from the formation aspect. So this study aims to design the casing performance in the well x geothermal field using the New Zealand Code 2015 method. The casing design process consists of selecting the casing size, weight, value, and depth setting. The depth of a casing is determined by analysis of data from adjacent wells which will include rock characteristics, temperature, fluid type, and composition, and pressure. This is done by calculating the burst, collapse, and axial loads that affect the casing during well drilling and also when the well is producing. In this study, secondary data was used to design the casing performance of hot well X using the 2015 New Zealand Code standard. The results obtained in the design of casing performance in well X geothermal field obtained the depth of each casing section, namely surface casing with a depth of 0- 150 m, Intermediate 150 – 340 m, Production Casing 340 – 890 m, Performance Liner 890 – 1450 m, and Optional Liner 1450 – 2000 m and the casing material used for casing performance design in well X geothermal field is used on Surface Casing H -40, Intermediate H-40, Production Casing C-95, Performance Liner C-95, and Optional Performance C-95

Keywords : *Geothermal, Casing Design, Casing Depth, Casing Material, NZS Code 2015*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi panas bumi adalah energi panas yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas bumi yang diekstraksi dari kerak bumi yang memiliki suhu yang relatif stabil dan digunakan untuk menghasilkan listrik dan menyediakan pemanas (Purwanto et al., 2018) (Bronicki, 2016). Energi panas bumi adalah sumber energi bersih dan terbarukan yang dapat ditemukan di banyak tempat di dunia dan terutama di daerah tektonik aktif (Barbier, 2002). Perkembangan besar telah terjadi selama 30-40 tahun terakhir, ketika kemajuan signifikan telah dibuat dalam praktik pengeboran dalam. Peralatan dan teknik yang digunakan dalam pemboran sumur panas bumi memiliki banyak kemiripan dengan yang digunakan dalam industri minyak dan gas. Eksplorasi panasbumi di Indonesia dimungkinkan untuk dilakukan karena Indonesia secara geografis terletak diposisi pertemuan tiga lempeng besar (Eurasia, Hindia-Australia dan Pasifik) yang menyebabkan Indonesia memiliki tatanan tektonik yang kompleks (Basid et al., 2014).

Pengeboran merupakan salah satu tahapan penting yang berdampak pada biaya proyek pengembangan panas bumi yang secara signifikan (Thorhallsson & Sveinbjornsson, 2012). Umumnya, resiko utama dalam pengembangan energi panas bumi pada tahap eksplorasi, dapat dikategorikan menjadi dua. Resiko pertama adalah resiko yang terkait dengan sumber daya atau cadangan yang terkandung di dalam suatu reservoir panas bumi, di mana temperatur dan reservoir menjadi pertimbangan utama. Resiko kedua adalah berbagai resiko yang terkait dengan infrastruktur pendukung pengeboran, potensi masalah dalam operasi pengeboran, aspek lingkungan, dan masalah dengan masyarakat setempat (Adityatama et al., 2019) (Ngugi, 2014).

Ada beberapa aspek yang unik untuk pengeboran panas bumi. Terutama, formasi panas bumi, menurut sifatnya melibatkan peningkatan suhu, yang biasanya jauh lebih tinggi daripada yang dialami saat mengebor minyak dan gas. Batuan yang menjadi tempat pembentukan formasi ini biasanya lebih keras

(granit, granodiorit, kuarsit, basal, tufa vulkanik), lebih abrasif, sangat retak, dan bertekanan rendah (DiPippo, 2016).

Desain casing adalah satu tahapan yang penting dari proses pemboran dalam kaitannya untuk meminimalkan problem pemboran dan produksi dari aspek formasi, Desain casing pada sumur migas umumnya hanya mempertimbangkan faktor beban tekanan (Sircar & Yadav, 2020). Pada desain casing sumur panas bumi, selain faktor beban tekanan, faktor temperatur yang tinggi dan faktor korosi harus diberikan perhatian khusus. Untuk itu maka proses integrasi data beban tekanan, panas (temperatur), laju korosi dan feed zone pada casing dan liner harus dilakukan secara rinci. Temperatur semakin tinggi akan mempercepat laju korosi yang terjadi pada casing produksi dan liner karena mengalami kontak langsung dengan fluida produksi sehingga mempengaruhi umur casing. Desain casing optimum pada penelitian ini dirancang dengan pendekatan umur minimum casing yang mampu bertahan minimal 30 th umur produksi (Sudarmoyo et al., 2017) (Farisa & Aboekasan, 2016).

Pada penelitian ini, peneliti akan melakukan evaluasi pada performa casing pada sumur panas bumi seperti kedalaman casing dan jenis casing paling efisien yang digunakan pada sumur panas bumi menggunakan metode standard dari *new zealand code 2015*, dimana metode ini adalah standar dari tahapan pengeboran pada panas bumi. Sehingga penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan kedepannya untuk pengembangan industri panas bumi di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun beberapa tujuan penelitian berdasarkan latar belakang dari judul proposal tugas akhir ini adalah:

1. Desain performa casing pada sumur x lapangan panas bumi menggunakan metode New Zealand Code 2015
2. Evaluasi dalam pemilihan jenis casing pada sumur x lapangan panas bumi Menggunakan New Zealand Code 2015

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, supaya dapat mengetahui lebih dalam lagi mengenai performa casing dan jenis casing yang digunakan pada sumur x

lapangan panas bumi dan sebagai pengkayaan materi teknik pemboran dan teknik panas bumi.

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang dari tujuan penelitian ini maka dibatasi hanya pada menggunakan metode standar NZS 2015 pada sumur X lapangan panas bumi dan hanya membahas tentang performa casing dan jenis casing pada sumur panas bumi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

“Telah nampak kerusakan di darat dan di lautan disebabkan karena perbuatan tangan (maksiat) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)” (QS Ar Ruum:41).

2.1 *State of The Art*

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sudarmoyo et al., 2017) Desain casing hanya dilakukan pada *surface casing*, *production casing* dan *perforated liner*. Perhitungan desain casing pada *stove pipe* tidak dilakukan karena *setting depth* casingnya dangkal sehingga casing tersebut tidak menerima beban yang besar. Setelah desain casing diperoleh, kemudian dilakukan analisis korosi untuk menentukan umur *production casing* dan *perforated liner*. Hasil yang di dapatkan adalah Perkiraan umur production casing diketahui mampu bertahan selama produksi 30 tahun sedangkan perforated liner kurang dari 30 tahun.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh (Hole, 2010) melakukan desain casing untuk sumur panas bumi terdapat beberapa casing diantaranya casing permukaan, casing jangkar, dan casing produksi. Dimana casing permukaan yang digunakan adalah string casing pertama digunakan setelah pipa konduktor yang mendukung peralatan *wellhead* dan *BOP (Blow out Preventer)* dan selubung lainnya. Casing permukaan umumnya ditetapkan sekitar 50-200 m dibawah permukaan tanah. Kemudian casing jangkar dalam sumur yang lebih dalam dimana formasi yang merepotkan membuatnya tidak aman atau tidak diinginkan untuk dibor dari casing permukaan sampai ke pengaturan casing produksi kedalaman di bagian lubang. Casing produksi adalah string casing terakhir untuk mengisolasi zona produksi, untuk memberikan kontrol cairan reservoir, dan untuk mengizinkan produksi selektif dalam produksi multi-zona dan harus disemen ke atas. *Linear* merupakan string casing yang tidak mencapai permukaan dan ditanggihkan dari bagian dalam string casing sebelumnya oleh perangkat yang dikenal sebagai gantungan *liner* atau diizinkan berdiri di bagian bawah sumur.

Gantungan liner biasanya melekat pada sambungan kedua atau ketiga dari string casing. Dalam penyelesaian *liner*, baik liner maupun casing produksi bertindak sebagai *string* produksi, namun *liner* juga dapat berlubang dan kemudian diatur di bagian produksi, dimaksudkan untuk menjaga sumur agar tidak rusak dan tetap permeabel sehingga fluida panas bumi dapat mengalir ke dalam sumur.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh (Ng'Ang'A & Maleche, 2017) melakukan desain *geothermal* dengan menggunakan dua kode desain yaitu The New Zealand desain code NZS 2403:1991 dan NZS 2403:2015 untuk mendapatkan perbandingan. Dimana sumur dirancang dengan kondisi reservoir di Mengai *Geothermal Field* di Kenya, Kemudian kedalaman casing minimum untuk *string casing* yang berbeda ditentukan dari kode. Untuk perhitungan desain dilakukan menggunakan dua kode dan string casing yang terbaik. Perhitungan menunjukkan bahwa casing 20 "94 lb / ft, 13³/₈" 54.5 Casing LB/FT dan casing 9⁵/₈ "47 LB/FT hanya dapat dijalankan dalam lubang, anchor, dan *string* produksi. Sehingga untuk perhitungan lebih lanjut menunjukkan bahwa berat casing produksi dapat dikurangi menjadi 36 lb/ft dan namun masih berada dalam faktor desain minimum, akan tetapi untuk memperhitungkan korosi selama masa sumur, casing produksi 47 LB/FT digunakan karena tekanan tinggi ketika casing produksi naik ke dalam kepala sumur, berat dua sendi atas string casing jangkar diubah menjadi 72 lb/ft dari 54,5 lb/ft.

2.2 Pengeboran Panas Bumi

Pengeboran adalah salah satu tahapan penting yang berdampak pada biaya proyek pengembangan panas bumi secara signifikan. Secara umum, risiko utama dalam pengembangan energi panas bumi, terutama di tahap eksplorasi, dapat dikategorikan menjadi dua. Risiko pertama adalah risiko yang terkait dengan sumber daya atau cadangan yang terkandung di dalam suatu reservoir panas bumi, di mana temperatur dan reservoir menjadi pertimbangan utama. Risiko kedua adalah berbagai risiko yang terkait dengan infrastruktur pendukung pengeboran, potensi masalah dalam operasi pengeboran, aspek lingkungan, dan masalah dengan masyarakat setempat (Saptadji, 2001). Tingkat berbagai risiko tersebut juga sangat dipengaruhi oleh biaya pengeboran di mana semakin tinggi biaya pengeboran yang dianggarkan maka semakin tinggi tingkat risiko proyek tersebut

(Adityatama et al., 2016). Tahap akhir dari pemboran ini memanfaatkan sumber energi panas bumi yang ada dibawah permukaan, namun pengeboran ini tujuan terutama tidak untuk untuk mengeksploitasi sumber daya panas bumi saja, tetapi lebih pada menentukan sumber daya dengan sistem karakteristik, seperti keberadaan sumber panas di dekat permukaan, sistem hidrologi, pengaturan geologi dan luas wilayah prospek (Purba et al., 2019).

Target akhir dari aktivitas pengeboran adalah untuk mengetuk sumber energi panas bumi untuk mendapatkan sumber energi panas bumi di bawah permukaan. Namun dalam tahap eksplorasi, tujuan pengeboran tidak terutama untuk mengeksploitasi sumber daya panas bumi tetapi lebih pada mendefinisikan sumber daya dengan karakteristik seperti keberadaan sumber panas di dekat permukaan, sistem hidrologi dan luas area prospek (Adityatama et al., 2016).

2.3 Perfoma Casing Pada Panas Bumi

Tekanan formasi, geologi kedalaman lubang, suhu formasi dan faktor lainnya penting untuk pemilihan akhir nilai casing dan berat sumur panas bumi. Proses desain casing terdiri dari pemilihan ukuran casing, berat, nilai dan kedalaman pengaturan. Hal ini dilakukan dengan menghitung beban *burst*, *collapse*, dan *axial* yang mempengaruhi casing selama pemboran sumur dan juga saat sumur tersebut berproduksi. Faktor lain seperti korosi juga harus diperhitungkan. Desain casing sangat penting untuk keberhasilan sumur. Biaya selubung merupakan bagian yang cukup besar dari total biaya sumur, kira-kira 20% (Moumin, 2014)

Penentuan desain performa casing pada sumur X lapangan Y sangat penting untuk mencegah kerusakan casing pada saat penyemaman ataupun produksi. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan persamaan dan faktor keamanan (*safety factor*) dari NZ 2015 akan digunakan untuk menentukan minimal desain yang akan digunakan (Hasibuan et al., 2020).

2.4. Casing Desain menggunakan metode konvensional

Menurut (Hermawan, n.d.) Metode standar atau konvensional memiliki beberapa faktor penting untuk melakukan desain casing diantaranya adalah *axial*, *tension load*, *burst pressure*, and *collapse pressure*.

2.4.1 Axial Load

Gaya-gaya yang bekerja pada casing yang terdapat di dalam sumur terjadi secara kombinasi. Beban *burst* atau *collapse* terjadi serentak dengan beban *tension* atau *compression*. Dengan adanya *tension* akan menurunkan *collapse resistance* dan menaikkan *burst resistance*. Sedangkan *compression* akan menurunkan *burst resistance* dan menaikkan *collapse resistance*.

2.4.2 Tension load

Tension load adalah beban tarik yang ditimbulkan oleh berat rangkaian casing yang tergantung di bawahnya. Jadi beban *Tension* terbesar terdapat di permukaan. Ketika casing dipasang, lumpur yang berada di dalam lubang sumur akan memberikan gaya apung terhadap casing atau biasa disebut dengan Bouyancy Factor. Akibatnya berat casing di dalam lumpur akan lebih ringan daripada berat casing di udara. Gaya pada beban *tension* diakibatkan oleh beban pompa, berat casing itu sendiri dan gaya yang terjadi karena melakukan penyemenan. Beban pompa disini disamakan pada saat memompakan semen atau lumpur, dengan tekanan pompa yang berbeda-beda untuk tiap jenis casing. Persamaan-persamaan yang digunakan:

$$\text{Tes Tekanan} = 60 \% \times \text{Tekanan Burst} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Berat Bouyancy} = \text{Berat Casing di Udara} \times \text{BF} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Bouyancy Factor} = \left(1 - \left(\frac{\rho_m}{\rho_s}\right)\right) \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Total Kekuatan Tension} = \text{Berat Bouyancy} + \left(\frac{\pi}{4}\right) \times (\text{ID}^2) \times \text{Test Tekanan} \dots\dots(4)$$

2.4.3 Tekanan Burst

Bila tekanan dari dalam tidak bisa di tahan oleh kekuatan casing, maka casing akan pecah, peristiwa tersebut disebut dengan *Bursting Pressure* atau *tekanan burst*. Tekanan dari dalam casing yang dapat menimbulkan *bursting* berasal dari fluida reservoir pada saat sumur sedang berproduksi.

Pada saat menghitung tekanan internal atau *burst pressure* maka aspek-aspek yang harus diperhitungkan yaitu:

Tekanan *Burst Di Shoe*:

$$P_f \text{ at next TD} = \text{next CSD} \times MW \dots\dots\dots(5)$$

Tekanan *Burst* di Permukaan:

$$Burst = P_f - TD \times G \dots\dots\dots(6)$$

$$Internal Pressure = P_f - (TD - CSD) \times G \dots\dots\dots(7)$$

$$External Pressure = CSD \times G \dots\dots\dots(8)$$

$$Burst Pressure = Internal Pressure - External Pressure \dots\dots\dots(9)$$

2.4.4 Tekanan *collaps*

Tekanan *Collapse* merupakan gaya yang bekerja dari luar casing pada saat casing berada di dalam sumur, dimana tekanan tersebut lebih besar daripada tekanan di dalam casing. Tekanan dari luar casing berasal dari tekanan formasi yang cukup besar. Akan tetapi untuk mengukur tekanan formasi dari luar sangatlah sulit, maka dalam perhitungan untuk menentukan tekanan *collapse* digunakan tekanan hidrostatik lumpur bor.

Untuk mengetahui nilai *collapse pressure* maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$P_c = 0,052 \times \rho \times h \dots\dots\dots(10)$$

2.5 *New Zealand Code 2015*

Pada (New Zealand Standard, 2015) sebagai acuan dalam *well design* pada sumur panas bumi. NZS 2403:2015 *Code of practice for deep geothermal wells* merupakan standar terbaru yang telah di revisi dimana sebelumnya yaitu NZS 2403:1991 dimana untuk memastikan desain sumur yang lebih aman, spesifikasi, yang terfokus pada pengaruh tenaga listrik panas bumi (NZS 2015). NZS 2015 telah melakukan revisi terkait perhitungan analisa sesuai dengan minimum desain factor agar tidak terjadi kerusakan pada casing.

Metode ini menetapkan standar industri geotermal *New Zealand* untuk desain dan praktek kerja yang diperlukan untuk memastikan pengeboran sumur yang aman dan pengoperasian sumur yang menembus kondisi permukaan air yang panas, khususnya di kawasan vulkanis.

Metode ini mencerminkan praktek yang telah terbukti dalam industri panas bumi sejak tahun 1950-an. Meskipun didasarkan pada standar, peralatan, dan praktek industri minyak bumi yang berpusat di darat, hal itu mencerminkan perbedaan fisik kondisi bumi di dalam sistem geotermal. Oleh karena itu, kode tersebut menguraikan proses desain dengan metode, prosedur, perumusan, dan masukan data yang memiliki penerapan khusus pada kondisi geotermal

Selain mengusulkan proses desain untuk sumur geotermal, kode ini menyediakan bimbingan bagi para operator, kontraktor pengeboran, perusahaan jasa, regulator, dan pemangku kepentingan lainnya dalam pengerjaan pengeboran dan pengoperasian sumur setelah itu.

Penentuan desain performa casing pada sumur sangat penting untuk mencegah kerusakan casing pada saat penyemenan ataupun produksi. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan persamaan dan faktor keamanan (*safety factor*) dari NZ 2015 yang akan digunakan untuk menentukan minimal desain yang akan digunakan (Petrică, n.d.).

2.5.1 Berat Axial sebelum dan selama Penyemenan Berlangsung

Penentuan *berat axial* pada saat penyemenan dimana campuran semen didalam casing dan fluida di dalam anulus dipengaruhi oleh gaya tarik menarik antara anulus dan casing dengan mempertimbangkan berat bersih casing di udara, berat casing yang dipengaruhi fluida, dan berat casing yang dipengaruhi oleh gaya apung yang disebabkan oleh dorongan fluida dari arah axial (Hasibuan & Adityatama, 2020)

$$F_{Hookload} = F_{csg\ air\ wt} + F_{csg\ content} - F_{displaced\ fluid} \dots\dots\dots(11)$$

$$F_{csg\ air\ wt} = Lz \times Wp \times g \times 10^{-3} \dots\dots\dots(12)$$

$$F_{csg \text{ content}} = \sum \rho_{if} \times \rho_{if} \frac{\pi d^2}{4} \times g \times 10^{-3} \dots \dots \dots (13)$$

$$F_{displaced \text{ fluid}} = \sum \rho_{ef} \times \rho_{ef} \frac{\pi d^2}{4} \times g \times 10^{-3} \dots \dots \dots (14)$$

2.5.2 Berat Axial Setelah Penyemenan

Penentuan berat *axial* setelah melakukan penyemenan harus tetap diatas minimal desain faktor yang telah ditetapkan untuk mencegah kerusakan pada casing string (Khaemba, 2014). Sumur well-1 memiliki temperatur reservoir sebesar 250°C dengan maksimal temperatur sekitar 280°C, dengan asumsi temperatur casing akan menurun menjadi 20.5°C ketika fluida pendingin melalui casing, dimana asumsi untuk temperatur casing setelah dilakukan penyemenan sekitar 30°C sampai 75°C (Hasibuan & Adityatama, 2020).

1. Perubahan berat *axial* pada casing akibat Kenaikan temperatur dihitung dengan formula:

$$F_c = E \times a (T_2 - T_1) \times A_p \times 10^{-3} \dots \dots \dots (15)$$

$$F_r = F_p + F_c \dots \dots \dots (16)$$

2. Perubahan berat *axial* pada casing akibat penurunan temperatur pada casing disebabkan oleh injeksi fluida pemboran selama pemboran berlangsung.

$$F_t = E \times a (T_1 - T_3) \times A_p \times 10^{-3} \dots \dots \dots (17)$$

$$F_r = F_p + F_t \dots \dots \dots (18)$$

3. Tegangan yang diberikan pada anchor casing disebabkan pengaruh oleh berat kepala sumur karena adanya dorongan fluida dari bawah. Dengan mengetahui desain kepala sumur ANSI 900 memiliki tekanan maksimum sebesar 12.8

$$F_w = \frac{\pi}{4} \times P_w \times d^2 \times 10^{-3} - F_m \dots \dots \dots (19)$$

$$Desain \ Faktor = \frac{tegangan \ tarik \ anchor \ casing}{gaya \ dorong \ fluida} \dots \dots \dots (20)$$

4. Gaya angkat anchor casing akibat ekspansi termal yang terjadi pada produksi casing string dimana secara desain mekanikal terhubung dengan kepala sumur sehingga akan mempengaruhi desain kepala sumur.

$$Desain \ Faktor = \frac{tegangan \ tarik \ anchor \ casing}{kekuatan \ kompresif \ casing} \dots \dots \dots (21)$$

2.5.3 Berat Axial pada Casing Linear

Casing *linear* atau perforasi merupakan casing yang tidak dilakukan penyemenan dimana casing *linear* harus digantung dari atas secara *linear* atau dapat ditahan oleh *shoe* dari arah bawah. Temperatur yang tinggi dan pengaruh tekanan reservoir dapat mengakibatkan tegangan tekan pada casing, sehingga casing menjadi melekok atau biasa disebut *helical buckling* pada casing *open hole* (Hasibuan & Adityatama, 2020), sebesar:

$$F_c = (Lz \times Wp \times g \left(\frac{1}{A_p} + \frac{OD \ e}{21_p} \right)) \dots \dots \dots (22)$$

$$Desain \ Faktor = \frac{minimum \ yield \ strength \times R_j}{F_c} \dots \dots \dots (23)$$

2.5.4 Perbedaan Tekanan selama Penyemenan Berlangsung

Pada saat penyemenan berlangsung pada casing string diisi dengan asumsi campuran densitas semen 1.87 kg/l yang terjadi dekat dengan casing *shoe* dan anulus diisi oleh air dengan temperatur 50°C dan densitas 0.98 kg/l (Hole, 2008). Perbedaan tekanan internal tubular yang terjadi akibat adanya tekanan hidrostatik dalam casing yang diisi oleh campuran semen dan tekanan dari pompa terhadap tekanan hidrostatik didalam anulus yang diisi oleh air (Hasibuan & Adityatama, 2020) adalah :

$$\Delta P \ internal = [Lz \ \rho f] \times g \times 10^{-3} \dots \dots \dots (24)$$

$$Desain \ Faktor = \frac{internal \ yield \ pressure}{perbedaan \ internal \ pressure} \dots \dots \dots (25)$$

2.5.5 Perbedaan Tekanan Internal setelah Penyemenan

Setelah dilakukan penyemenan, perbedaan tekanan internal yang terjadi di permukaan dengan mempertimbangkan adanya uap panas di kepala sumur dan gas dingin pada kepala sumur (Hasibuan & Adityatama, 2020) adalah :

$$Desain \ Faktor = \frac{internal \ yield \ pressure \times R_i}{wellhead \ pressure} \dots \dots \dots (26)$$

2.5.6 Perbedaan Tekanan Eksternal selama Penyemenan

Bagian terakhir dari desain semen pada casing adalah tekanan eksternal. Selama penyemenan berlangsung, perbedaan tekanan maksimum dipengaruhi oleh campuran semen yang mengisi anulus dan air yang mengisi casing (Hasibuan & Adityatama, 2020) adalah :

$$\Delta P_{internal} = [Lz_{pc} - Lz_{pz}] \times g \times 10^{-3} \dots\dots\dots (29)$$

$$Desain\ faktor = \frac{internal\ yield\ pressure}{perbedaan\ internal\ pressure} \dots\dots\dots (30)$$

2.5.7 Perbedaan Tekanan Eksternal selama Produksi

Tekanan eksternal selama produksi dapat menyebabkan runtuhnya casing ketika fluida uap berada di dalam casing produksi dan tekanan reservoir yang terjadi pada casing *shoe* (Hasibuan & Adityatama, 2020).

$$Desain\ faktor = \frac{internal\ yield\ pressure}{perbedaan\ internal\ pressure} \dots\dots\dots (31)$$



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Uraian

Pada penelitian kali ini, peneliti akan menggunakan data skunder yang berasal dari *paper* atau jurnal untuk melakukan desain pada peforma casing dari sumur X lapangan panas bumi. Pengolahan perhitungan dilakukan pada *microsoft excel* yaitu melakukan perhitungan ulang casing pada sumur X lapangan Panas Bumi. Sebagai patokan standar, peneliti menggunakan standar *New Zealand Code* 2015 dimana standar tersebut merupakan standar yang paling umum digunakan pada pengeboran dan kompleksi sumur panas bumi di Indonesia. Sebagai evaluasi desain, peneliti akan menggunakan beberapa jenis casing yang disesuaikan dengan keadaan sumur X lapangan panas bumi.

3.2 Metode dan Analisa Data

3.2.1 Well Desain

Hal yang paling utama dari proses perancangan sumur dimana desain sumur mempertimbangkan pemilihan program casing, kedalaman pengaturan casing serta prosedur pengeboran mencapai penyelesaian sumur yang memuaskan dan ketahanan sumur (Petrică, 2016). Efisiensi termal untuk mengubah uap panas bumi / air menjadi listrik tidak terlalu efisien ($\pm 20\%$), oleh karena itu aliran massa yang besar dan oleh karena itu kecepatan aliran volume diperlukan, terutama dalam sistem yang didominasi uap. Persyaratan debit volume besar ini memerlukan selubung dan casing produksi berdiameter besar. Biasanya sumur berukuran standar akan menggunakan casing berdiameter API 9 5/8 " sebagai produksi dan liner berdiameter 7 "atau 7 5/8" di bagian lubang terbuka berdiameter 8½ ". Ukuran casing yang digunakan untuk casing Anchor, *Intermediate*, *Surface*, dan *Conductor* ditentukan oleh kondisi geologi dan termal (Dumas et al., 2013) (Nzayisenga, 2016).

Kedalaman semua string casing yang disemen dan liner ditentukan sedemikian rupa sehingga casing bisa dengan aman berisi pada kondisi sumur yang dihasilkan dari operasi pemboran dan dari karakteristik formasi dan fluida ditemui sebagai hasil pengeboran. Kedalaman suatu casing ditentukan oleh

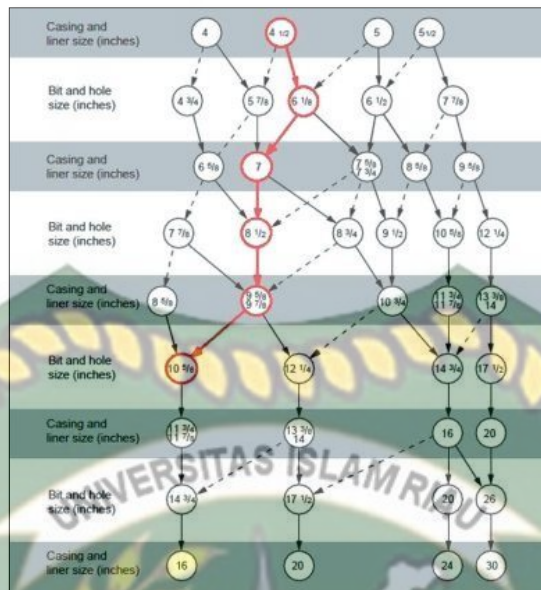
analisis data dari sumur yang berdekatan yang akan termasuk karakteristik batuan, suhu, jenis fluida dan komposisi dan tekanan (Dumas et al., 2013)

3.2.2 *Setting Depth Casing*

Setting depth casing bertujuan menentukan kedalaman yang optimum untuk mendudukan casing shoe pada batuan formasi tertentu. Didalam perencanaan *setting depth casing*, yang terpenting adalah menentukan *setting depth casing* produksi (Adams & Adams, 1985). Penempatan *setting depth casing* produksi yang salah dapat menyebabkan dampak negatif. Apabila *setting depth* melewati zona produktif, penyemenan casing produksi tidak akan sempurna karena cenderung terjadinya *chanelling* dan apabila terlalu jauh diatas dari zona produktif akan menyebabkan laju alir masa yang diharapkan tidak tercapai, karena diperlukan liner yang panjang dengan kapasitas yang lebih kecil dari casing produksi (Sudarmoyo et al., 2017) (Marbun et al., 2020).

3.2.3 Casing Diameter

Diameter casing akan ditentukan oleh diameter produksi lubang terbuka yang diinginkan biasanya baik 8½" atau 12¼". Liner berlubang atau berlubang yang masuk ke bagian lubang terbuka ini seharusnya diameter terbesar yang memungkinkan jalan yang bersih ada keuntungan yang jelas untuk dimanfaatkan Sambungan casing dari sudut pandang diameter, namun hal ini sering kali diimbangi dengan berkurangnya kekuatan sambungan dari jenis sambungan casing. Diameter internal casing tidak boleh kurang dari 50 mm lebih besar dari diameter luar sambungan, untuk memungkinkan penyemenan yang memuaskan (Dumas et al., 2013)



Gambar 3.1 Pemilihan Ukuran Bit Dan Casing String (Kruszewski et al., 2017)

Gambar diatas menunjukkan pemilihan ukuran bit dan casing *string* pada setiap sumur, dimana pada garis merah menunjukkan pemilihan ukuran bit dan casing *string* pada sumur standar.

3.2.4 Casing Material

Pada industri perminyakan casing baja dipilih dari Spesifikasi API yaitu 5CT atau 5L. Pada umumnya kelas baja dengan kekuatan tarik terendah digunakan untuk meminimalkan kemungkinan kegagalan karena penggetasan hidrogen atau oleh korosi tegangan sulfida. API baja yang lebih dominan adalah: Spec 5CT Kelas H-40, J-55 dan K-55, C-75 dan L-80; Spec 5L nilai A, B dan X42 (Dumas et al., 2013).

3.3 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 6 bulan yaitu bulan Juli – Desember 2021.

Adapun jadwal penelitian dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

KEGIATAN	Waktu Pelaksanaan (Bulan)					
	Tahun 2021					
	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
Studi Literatur						
Seminar Proposal						
Pengumpulan dan Perolehan Data						
Pengolahan Data						
Analisis Data						
Sidang Tugas Akhir						

3.4 Studi Lapangan

Sumur X merupakan sumur eksplorasi pertama pada lapangan panas bumi. Apabila pengeboran pada sumur X berhasil, data yang didapat pada sumur X akan digunakan sebagai rujukan untuk pengeboran yang akan dilakukan pengembangan pada lapangan panas bumi. Pada gambar 3.1 menunjukkan sumur yang akan dilakukan pengeboran eksplorasi pada lapangan panas bumi. Sumur X akan dilakukan pengeboran dengan ukuran casing konduktor 9 5/8” dengan kedalaman total 2000 m. Kedalaman Reservoir pada lapangan panas bumi diprediksi mulai dari 1250 meter dengan ketebalan sekitar 1000 meter.

Berdasarkan model konseptual, temperatur reservoir sekitar 250°C dengan minimum dan maksimum temperatur adalah 220°C dan 280°C.



Gambar 3.2 Sumur X lapangan Y (Hasibuan et al., 2020)

3.5 Diagram Alir



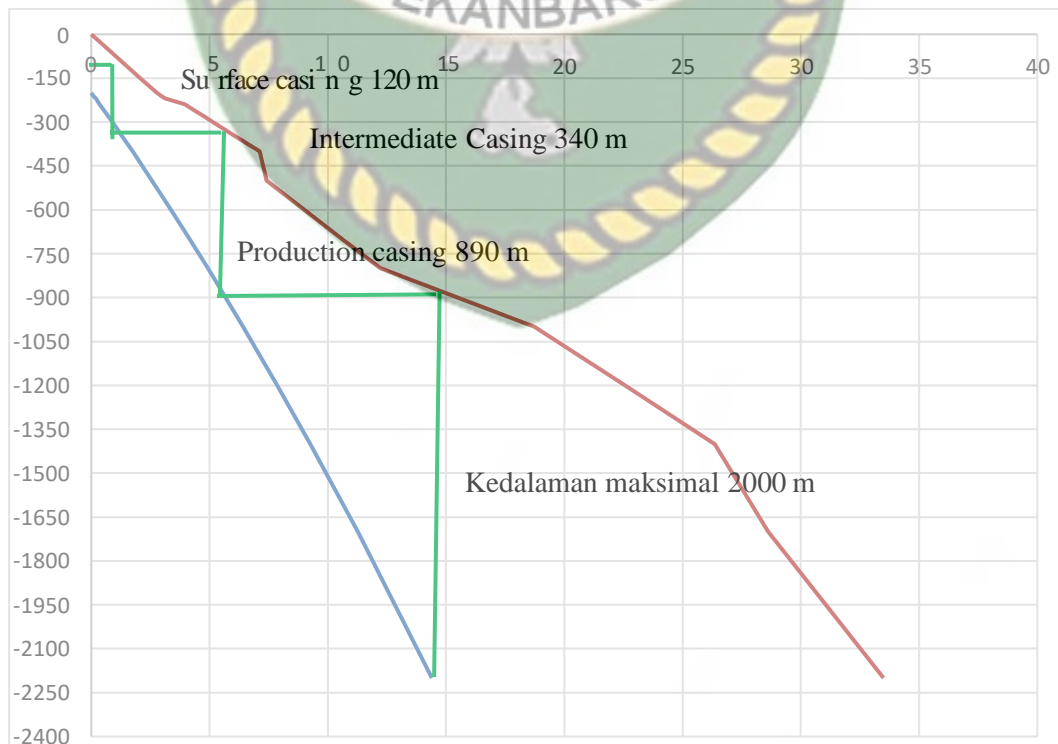
Gambar 3.3 Diagram alir

BAB IV PEMBAHASAN

Pada penelitian kali ini, peneliti akan melakukan desain performa casing pada sumur X lapangan panas bumi dengan menggunakan metode *New Zealand Code 2015*. Dimana target pengeboran pada kedalaman 2000 meter. Kedalaman Reservoir pada lapangan Panas Bumi diprediksi mulai dari 1250 meter dengan ketebalan sekitar 1000 meter. Berdasarkan model konseptual, temperatur reservoir sekitar 250°C dengan minimum 220°C dan maksimum temperatur 280°C.

4.1 Penentuan Kedalaman Casing

Pada penentuan kedalaman casing menggunakan standar NZS Code 2015 dengan menggunakan data kurva *boiling point pressure* dan *temperature*, kemudian menarik garis *straight line* antara *effective containment pressure* yaitu tekanan rekah terhadap kedalaman dan *maximum design pressure* yaitu tekanan hidrostatik pada saat *boiling point depth* terhadap kedalaman. dimana menunjukkan analisa data yang digunakan untuk menentukan kurva *boiling point pressure* dan *temperature* seperti dibawah ini.



Maka penentuan kedalaman casing sebagai berikut

Tabel 4.1 Penentuan Kedalaman Casing

Depth	Casing	OD	ID
0 – 25 M	Conductor Casing	30	30
0 – 150 M	Surface Casing	20	19,5
0 – 340 M	Intermediate Casing	13 3/8	12 6/7
0 – 890 M	Production Casing	9 5/8	9,03
890 – 1450 M	Perforated Linear	7	6 5/7
1450 – 2000 M	Optional Perforated Linear	4 1/2	4 ¼

4.2 Penentuan Performa Casing

Penentuan desain performa casing merupakan program yang sangat penting untuk mencegah kerusakan casing pada saat penyemenan ataupun produksi. Pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan persamaan dan faktor keamanan (Safety Factor) dari NZS 2015 untuk menentukan minimal desain yang akan digunakan selama program casing berlangsung.

4.2.1 Berat Axial Sebelum dan Selama Penyemenan

Penentuan desain performa casing merupakan program yang sangat penting untuk mencegah kerusakan casing pada saat penyemenan ataupun produksi. Pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan persamaan dan faktor keamanan (Safety Factor) dari NZS 2015 untuk menentukan minimal desain yang akan digunakan selama program casing berlangsung.

Berat axial didapat pada saat penyemenan dimana campuran semen didalam casing dan fluida didalam anulus dipengaruhi oleh gaya Tarik menarik antara anulus dan casing. Sehingga didapatkan min desain factor 1,8

$$F_{Hookland} = F_{csg\ air\ wt} + F_{csg\ content} - F_{displaced\ fluid}$$

$$F_{csg\ air\ wt} = L_z \times W_p \times g \times 10^{-3}$$

$$F_{csg\ content} = \sum \rho_{if} \times \rho_{if} \frac{\pi d^2}{4} \times g \times 10^{-3}$$

$$F_{displaced\ fluid} = \sum \rho_f \times \rho_{ef} \frac{\pi d^2}{4} \times g \times 10^{-3}$$

Tabel 4.2 Berat Axial Sebelum dan Selama Penyemenan

CASING	Grade	Burst	Min. Tensile Strenght	Cal DF	Min DF	Remarks
SURFACE	H-40	162,8651993	1868,70134	11,5	1,8	Adequate
INTERMEDIATE	H-40	257,7405914	1278,383317	5,0	1,8	Adequate
PRODUCTION CASING	C-95	401,0522425	1837,905023	4,6	1,8	Adequate
PERFO. LINEAR	C-95	315,2998443	658,3340202	2,1	1,8	Adequate
OPTIONAL PERFORA	C-95	176,0615979	333,9937001	1,9	1,8	Adequate

4.2.2 Berat Axial Setelah Penyemenan

Penentuan berat axial setelah melakukan penyemenan harus tetap dibawah minimal desain faktor yang telah ditetapkan untuk mencegah kerusakan pada casing string, F hookload yang merupakan gaya tarik pada saat di permukaan dari berat casing yang dapat digunakan sebagai gaya resultan pada setiap casing string. Relaksasi tegangan yang disebabkan gaya tarik yang bekerja pada casing akibat temperatur tinggi. Sumur X memiliki temperatur reservoir sebesar 250°C dengan maksimal temperatur sekitar 280°C, dengan asumsi temperatur casing akan menurun menjadi 20.5°C ketika fluida pendingin melalui casing, dimana asumsi untuk tempertur casing setelah dilakukan penyemenan sekitar 30°C sampai 75°C.

- a. Perubahan berat axial pada casing akibat kenaikan temperatur

Perubahan berat axial yang terjadi akibat kenaikan temperature setelah penyemenan terjadi karena adanya aliran fluida yang keluar dari formasi dengan temperatur tinggi, sehingga perlu di hitung desain factor dari setiap section casing dengan minimal safety factor 1,2.

$$F_c = E \times \alpha(T_2 - T_1) \times A_p \times 10^{-3}$$

$$F_r = F_p + F_c$$

Tabel 4.3 Perubahan Berat Axial Pada Casing Akibat Kenaikan Temperatur

Casing	Grade	T1	T2	Fc	Fr	DF	Min DF	Remakrs
Surface	H-40	50	120	182,0437	344,9088675	5,417957	1,2	Adequate
Intermediate	H-40	75	160	151,2229	408,9635258	3,12591	1,2	Adequate
Production	C-95	80	200	175,3896	576,4418689	3,188361	1,2	Adequate
Perfo liner	C-95	190	220	15,70606	331,0059004	1,988889	1,2	Adequate
Optional Perfo	C-95	210	230	5,31212	181,3737177	1,841467	1,2	Adequate

- b. Perubahan berat axial pada casing akibat penurunan temperatur
Penurunan temperatur pada casing disebabkan oleh injeksi fluida pemboran selama pemboran berlangsung.

$$F_t = E \times \alpha (T_1 - T_3) \times A_p \times 10^{-3}$$

$$F_r = F_p + F_t$$

Tabel 4.4 Perubahan Berat Axial Pada Casing Akibat Penurunan Temperatur

CASING	Grade	FT	Fr	DF	Min. DF	Remarks
SURFACE	H-40	76,7	240	7,799788	1,2	Adequate
INTERMEDIATE	H-40	97	355	3,604114	1,2	Adequate
PRODUCTION CASING	C-95	87	488	3,766073	1,2	Adequate
PERFO. LINEAR	C-95	88,7	404	1,629382	1,2	Adequate
OPTIONAL PERFORA	C-95	50,3	226	1,475277	1,2	Adequate

- c. Tegangan pada anchor casing

Tegangan yang di berikan pada production casing itu disebabkan oleh berat dari well head karena adanya dorongan fluida dari formasi, sehingga perlu di lakukan perhitungan untuk min DF.

Dimana desain faktor harus lebih besar dari 1.8

$$F_w = \frac{\pi}{4} \times P_w \times d^2 \times 10^{-3} - F_m$$

$$\text{Desain faktor} = \frac{\text{tegangan tarik anchor casing}}{\text{gaya dorong fluida}}$$

Tabel 4.5 Tegangan pada anchor casing

CASING	Grade	ID	Fm	Fw	DF	Min DF	Remarks
PRODUCTION CASING	C-95	9 5/8	19,6	879,44	2,54	1,8	Adequate

- d. Gaya angkat anchor casing akibat ekspansi termal

Ekspansi termal yang terjadi pada produksi casing dimana secara desain mekanikal terhubung dengan kepala sumur sehingga akan merusak desain dari kepala sumur. Sehingga untuk memastikan tidak

adanya kerusakan, maka desain anchor casing tidak melebihi minimal desain faktor 1.4

$$\text{Desain faktor} = \frac{\text{tegangan tarik anchor casing}}{\text{Kekuatan kompresif anchor casing}}$$

Tabel 4.6 Gaya angkat anchor casing akibat ekspansi termal

CASING	Grade	Compressive Strength	Min.Tensile Strength	Cal DF	Min DF	Remarks
PRODUCTION CASING	C-95	1318,91	2237,2	1,70	1,4	Adequate

4.2.3 Berat Axial Pada Casing Linear

Casing linear merupakan casing yang tidak dilakukan penyemenan dimana casing linear harus digantung pada tangen dari atas secara linear atau dapat ditahan oleh casing *shoe* dari arah bawah. Temperatur yang tinggi dan pengaruh tekanan reservoir dapat mengakibatkan tegangan tekan pada casing. Sehingga harus dianalisa dengan minal desain faktor yaitu 1.

$$F_c = (L_z \times W_p \times g) \left(\frac{1}{A_p} + \frac{D e}{2I_p} \right)$$

$$\text{Desain faktor} = \frac{\text{minimum yield strength} \times R_j}{F_c}$$

Tabel 4.7 Berat Axial Pada Casing Linear

Casing	Grade	Fc	Min.Yield Stress	Cal.DF	Min. DF	Remarks
PERFORATED LINEAR	C-95	585,69	655	1,06	1	Adequate
OPTIONAL PERFORATED LINEAR	C-95	585,69	655	1,06	1	Adequate

4.2.4 Perbedaan Tekanan Internal Selama Penyemenan

Pada saat penyemenan berlangsung pada casing string saat diisi dengan campuran semen yang terjadi dekat dengan casing shoe dan anulus diisi oleh air.

Perbedaan tekanan internal tubular atau burst pressure terjadi akibat adanya tekanan hidrostatik dalam casing yang diisi oleh campuran semen dan tekanan dari pompa terhadap tekanan hidrostatik didalam anulus yang diisi oleh air.

$$\Delta P_{internal} = [L_z \rho_c - L_f \rho_f] \times g \times 10^{-3}$$

$$Desain\ faktor = \frac{internal\ yield\ pressure}{perbedaan\ internal\ pressure}$$

Tabel 4.8 Perbedaan Tekanan Internal Selama Penyemenan

CASING	Grade	AP Internal	Yiel P Internal	Cal DF	Min DF	Remarks
SURFACE	H-40	619,992	2205	3,556498	1,5	Adequate
INTERMEDIATE	H-40	1595,106	2695,327103	1,689748	1,5	Adequate
PRODUCTION CASING	C-95	3548,277	10363,63636	2,920752	1,5	Adequate

4.2.5 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Penyemenan

Bagian terakhir dari desain semen pada casing adalah tekanan eksternal selama penyemenan berlangsung. Perbedaan tekanan maksimum dipengaruhi oleh campuran semen yang mengisi anulus dan air yang mengisi casing. Sehingga penentuan tekanan eksternal selama penyemenan dapat disimpulkan dengan desain faktor 1,5.

$$\Delta P_{internal} = [L_z \rho_c - L_z \rho_z] \times g \times 10^{-3}$$

$$Desain\ faktor = \frac{internal\ yield\ pressure}{perbedaan\ internal\ pressure}$$

Tabel 4.9 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Penyemenan

CASING	Grade	AP External	Collapse Pressure	Cal DF	Min DF	Remarks
SURFACE	H-40	1,232136	8,958913249	7,271043	1,5	Adequate
INTERMEDIATE	H-40	3,0387456	12,94426109	4,259738	1,5	Adequate
PRODUCTION CASING	C-95	8,088345	58,62524886	7,248114	1,5	Adequate

4.2.6 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Produksi

Tekanan eksternal selama produksi yaitu tekanan yang disebabkan oleh tekanan uap selama produksi berlangsung yang terjadi di dalam anulus dimana tekanan formasi mendekati tekanan well head sehingga dapat mengakibatkan rusaknya casing, sehingga perlu dilakukan penghitungan desain factor dimana nilai minimum dari desain factor adalah 1,2.

$$\text{Desain faktor} = \frac{\text{internal yield pressure}}{\text{perbedaan internal pressure}}$$

Tabel 4.10 Perbedaan Tekanan Eksternal Selama Produksi

CASING	Grade	AP Eksternal	Collapse Pressure	Cal DF	Min DF	Remarks
PRODUCTION CASING	C-95	16,326783	36,26	2,22107	1,2	Adequate

Berdasarkan analisa diatas terkait masing-masing berat casing, maka desain berat casing dan ukuran casing berdasrkan grade casing yang akan digunakan pada well-1 lapangan X sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil Analisa

Casing	Grade	OD	ID	Depth
SURFACE	H-40	20	19,5	0 – 150 M
INTERMEDIATE	H-40	13 3/8	12 6/7	0 - 340 M
PRODUCTION CASING	C-95	9 5/8	9,03	0 - 890 M
PERFO. LINEAR	C-95	7	6 5/7	890 - 1450 M
OPTIONAL PERFORA	C-95	4 1/2	4 1/2	1450 - 2000 M

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terkait “Desain Performa Casing Pada Sumur X Lapangan Panas Bumi Dengan Menggunakan Metode Standard New Zealand Code 2015” sebagai berikut :

1. Penentuan Desain casing dilakukan dengan menentukan kedalaman pada tiap casing yang digunakan, penentuan kedalaman casing dilakukan dengan menggunakan data kurva *boiling point pressure* dan *temperature*, kemudian menarik garis straight line antara *effective containment pressure* yaitu tekanan rekah terhadap kedalaman dan *maximum design pressure* yaitu tekanan hidrostatik pada saat *boiling point depth* terhadap kedalaman. Sehingga didapatkan pada surface casing dengan kedalaman 0-150 m, Intermediate 150 – 340 m, Production Casing 340 – 890 m, Perfo Liner 890 – 1450 m, dan Optional Liner 1450 – 2000 m.
2. Penentuan desain performa casing berdasarkan standard new zealand code 2015 menggunakan beberapa persamaan yang terdapat pada standard new zealand code 2015 dalam menghitung safety faktor dari casing yang akan dipilih dan pemilihan jenis casing berdasarkan safety faktor yang digunakan supaya lebih efisien. Didapatkan casing yang lolos dari safety faktor adalah untuk Surface Casing dengan grade H-40, Intermediate grade H-40, Production Casing grade C-95, Perfo Liner grade C-95, dan Optional Perfo grade C-95.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya membandingkan dengan jenis sumur yang berbeda atau menggunakan metode lain

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, N. J., & Adams, N. (1985). *Drilling Engineering: A Complete Well Planning Approach*. Pennwell Corporation.
- Adityatama, D. W., Purba, D. P., & Muhammad, F. (2016). *Manajemen Risiko Dalam Pengeboran Eksplorasi Panas Bumi Di Indonesia*. 1–17.
- Barbier, E. (2002). Geothermal Energy Technology And Current Status: An Overview. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 6(1–2), 3–65.
- Basid, A., Andriani, N., & Arfiyaningsih, S. (2014). Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi Dengan Menggunakan Survey Geolistrik, Resistivitas Dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi Di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep). *Jurnal Neutrino*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.18860/Neu.V7i1.2640>
- Bronicki, L. Y. (2016). Introduction To Geothermal Power Generation. In *Geothermal Power Generation: Developments And Innovation*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100337-4.00001-2>
- Dumas, P., Antics, M., & Ungemach, P. (2013). Report On Geothermal Drilling. *Geoelec*, March, 2. <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2011/09/D-3.3-GEOELEC-Report-On-Drilling.pdf>
- Farisa, R., & Aboekasan, W. (2016). Analisis Pengaruh Thermal Terhadap Casing Sumur Rf Lapangan Geothermal Sf-93. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*.
- Hasibuan, M. Y., & Adityatama, D. (2020). Desain Program Pengeboran Eksplorasi Lapangan Panas Bumi Menggunakan Metode Slimhole Continuous Coring. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*, 54(2).
- Hermawan, F. P. (N.D.). *Perencanaan Casing Pada Sumur X Lapangan Y Dengan Menggunakan Perbandingan Metode Maximum Load Dan Kick Gain*.
- Hole, H. (2010). Geothermal Well Design – Casing And Wellhead. *World Geothermal Congress 2010, June*, 1–28.
- Hole, H. (2008). Geothermal Well Design-Casing And Wellhead. *Petroleum Engineering Summer School Workshop*, 26.
- Kruszewski, M., Thorhallsson, S., Assadi, M., & Śliwa, T. (2017). Slimhole Well Casing Design For High-Temperature Geothermal Exploration And Reservoir Assessment. *AGH Drilling, Oil, Gas*, 34.
- Marbun, B. T. H., Ridwan, R. H., Nugraha, H. S., Sinaga, S. Z., & Purbantunu, B. A. (2020). Casing Setting Depth And Design Of Production Well In Water-Dominated Geothermal System With 330° C Reservoir Temperature. *Energy Reports*, 6, 582–593.
- Moumin, A. O. (2014). *Geothermal Well Design*.
- New Zealand Standard. (2015). *Code Of Practice For Deep Geothermal Wells*.
- Ng'Ang'A, A., & Maleche, J. (2017). Geothermal Well Design Using The New 2015 New Zealand Standard And 1991 Standard: A Case Of MW-20A In Menengai, Nakuru County, Kenya. *Transactions - Geothermal Resources Council*, 41(28), 418–446.
- Ngugi, P. K. (2014). Risks And Risk Mitigation In Geothermal Development. *Proceedings Of Theutilization Of Low-And Medium-Enthalpy Geothermal*

- Resources And Financial Aspects Of Utilization, Santa Tecla, El Salvador, 2329.*
- Nzayisenga, T. (2016). *The Basis For Well Design And Drilling Programme For Geothermal Exploration In Kinigi, Rwanda.*
- Petrică, V. C. (2016). *Common Geothermal Well Design And A Case Study Of The Low-Temperature Geothermal Reservoir In Otopeni, Romania.*
- Purba, D. P., Adityatama, D. W., Umam, M. F., & Muhammad, F. (2019). Key Considerations In Developing Strategy For Geothermal Exploration Drilling Project In Indonesia. *PROCEEDINGS, 44th Workshop On Geothermal Reservoir Engineering. Stanford: Stanford University.*
- Purwanto, E. H., Suwarno, E., Lukman, R. F., & Herdiyanto, B. (2018). Geothermal Drilling In Indonesia : A Review Of Drilling Implementation , Evaluation Of Well Cost And Well Capacity Geothermal Drilling In Indonesia : A Review Of Drilling Operation ., *The 6th Indonesia International Geothermal Convention & Exhibition (IIGCE)*, 1–8.
- Saptadji, N. M. (2001). *Teknik Panas Bumi. Bandung, Penerbit ITB.*
- Sircar, A., & Yadav, K. (2020). *A Comprehensive Review On Casing While Drilling Technique Between Geothermal Wells And Oil & Gas Wells.* 29, 59–68.
- Sudarmoyo, Jagranatha, I., Herianto, & Nugroho, C. C. (2017). *Desain Casing Sumur Panas Bumi Berdasarkan Integrasi Data Beban- Panas-Laju Korosi Dan Feed Zone Dengan Pendekatan Umur Minimum Casing.* 2015.
- Thorhallsson, S., & Sveinbjornsson, B. M. (2012). Geothermal Drilling Cost And Drilling Effectiveness. *Proceedings Of The Short Course On Geothermal Development And Geothermal Wells. UNU-GTP And Lago, Santa Tecla, El Salvador*, 11–17.