



PERENCANAAN DESAIN CASING PEMBORAN DI SUMUR BH-01 LAPANGAN R

**Abdullah Rizky
Agusman**

Universitas Bhayangkara Jakarta
Raya, Indonesia

Eko Prastio

Universitas Bhayangkara
Jakarta Raya, Indonesia

Efalia Songgih G

China National Logging
Company, China

Corresponding author:

Abdullah Rizky Agusman, Universitas
Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia.
abdullah.rizky@dsn.ubharajaya.ac.id

Article Info :

Article history:

Received: Mei 3, 2026
Revised: Mei 10, 2026
Accepted: Mei 29, 2026
Published : Mei 30, 2026

Keywords:

Keywords 1; *Casing Design*
Keywords 2; *Safety Drilling*
Keywords 3; *Maximum load method*

Kata Kunci:

Kata Kunci 1; *Desain casing*
Kata Kunci 2; *Keamanan
pemboran*
Kata Kunci 3; *Maximum load
method*

Abstract

Casing design planning is an important stage in oil and gas drilling activities that aims to maintain the stability of the drill hole, protect the formation, and ensure the safety of drilling operations. This research was conducted at the BH-01 Well of Field R with the aim of designing a safe and efficient casing configuration based on geological conditions and formation pressure. The method used is the Maximum Load Method, an analysis method that considers three main types of loads on the casing, namely burst, collapse, and tension loads. The calculation results show that the 13-3/8 inch intermediate casing with K-55 material has a safety factor value of 1.4 for burst, 1.2 for collapse, and 3.6 for tension. All of these values exceed the minimum standards of API 5C3 and API 5CT, so it can be concluded that the casing design is safe for all types of operational loads. Thus, the casing design planning at the BH-01 well has met the technical and safety criteria, and can be used as a reference in drilling in fields with similar geological conditions.

Abstrak

Perencanaan desain casing merupakan tahap penting dalam kegiatan pemboran minyak dan gas bumi yang bertujuan untuk menjaga kestabilan lubang bor, melindungi formasi, serta menjamin keselamatan operasi pemboran. Penelitian ini dilakukan di Sumur BH-01 Lapangan R dengan tujuan untuk merancang konfigurasi casing yang aman dan efisien berdasarkan kondisi geologi dan tekanan formasi. Metode yang digunakan adalah *Maximum Load Method*, yaitu metode analisis yang mempertimbangkan tiga jenis beban utama pada casing, yaitu beban *burst*, *collapse*, dan *tension*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa intermediate casing ukuran 13-3/8 inci dengan material K-55 memiliki nilai *safety factor* sebesar 1,4 untuk *burst*, 1,2 untuk *collapse*, dan 3,6 untuk *tension*. Semua nilai tersebut melebihi standar minimum API 5C3 dan API 5CT, sehingga dapat disimpulkan bahwa desain casing aman terhadap seluruh jenis beban operasi. Dengan demikian, perencanaan desain casing pada sumur BH-01 telah memenuhi kriteria teknis dan keselamatan, serta dapat dijadikan acuan dalam pemboran pada lapangan dengan kondisi geologi serupa.

Pendahuluan

Permintaan terhadap minyak dan gas bumi sebagai salah satu sumber energi masih terus bertambah hingga saat ini. Oleh karena itu, diperlukan upaya-upaya yang efisien untuk meningkatkan produksinya serta mencari reservoir baru untuk minyak dan gas bumi. Ini tidak dapat dipisahkan dari kemajuan dan perkembangan teknologi yang terus diperbaharui dalam industri minyak. (AO, 2018)

Untuk menemukan minyak dan gas, kita perlu melalui beberapa tahap, yaitu Survei Geologi, Seismik, Pengeboran, dan Produksi. Desain casing itu termasuk dalam kategori Drilling, Ketika pemboran sumur minyak dan gas telah mencapai kedalaman tertentu, diperlukan pemasangan casing pada sumur tersebut yang kemudian diikuti dengan proses penyemenan. Casing adalah pipa selubung yang berfungsi untuk menjaga stabilitas lubang bor agar tidak roboh, menutupi zona bertekanan abnormal, zona hilang, dan lain-lain. Tujuan utama dari perencanaan casing

adalah untuk memperoleh rangkaian casing yang kokoh guna melindungi sumur selama proses pemboran dan produksi.

Dalam perencanaan pemboran, desain casing sangat krusial karena casing adalah komponen yang perlu disiapkan sebelum operasi pemboran dan berhubungan langsung dengan fluida. Desain casing mencakup conductor casing, surface casing, intermediate casing, production casing, dan liner.

Faktor yang sangat berpengaruh dalam merencanakan casing adalah ukuran casing, tinggi casing, ketahanan tekanan, serta tekanan yang diterima casing. Beban pada casing terdiri dari tiga jenis, yaitu tekanan Burst, Collapse, dan Tension. Setelah mengatur setiap beban untuk mencapai nilai safety factor maksimum, akan didapatkan susunan casing yang terkuat dan paling aman. (AO, 2018)

1.1 Latar Belakang

Casing merupakan pipa baja yang dipasang secara permanen di dalam lubang bor dengan tujuan menjaga kestabilan formasi, melindungi sumur dari runtuh, serta mencegah terjadinya migrasi fluida antar formasi. Proses perencanaan desain casing harus mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain beban mekanis, tekanan formasi, kondisi temperatur, serta kompatibilitas material dengan lingkungan sumur.

Menurut (Drilling, 2017), desain casing terutama pada sumur panas bumi dan bertekanan tinggi memerlukan pendekatan menyeluruh terhadap *burst*, *collapse*, dan *tension load*, karena ketiga beban tersebut menentukan integritas mekanis casing sepanjang umur sumur. Beban *burst* timbul akibat tekanan fluida dari dalam casing yang lebih besar daripada tekanan luar, sedangkan *collapse* terjadi akibat tekanan luar yang lebih besar dibanding tekanan di dalam casing. Sementara itu, *tension* disebabkan oleh berat casing itu sendiri yang tergantung pada kedalaman dan berat per satuan panjang pipa.

Secara umum, desain casing dilakukan secara bertahap mengikuti kedalaman sumur, dengan mempertimbangkan fungsi dan tekanan yang dihadapi pada setiap lapisan. (Azi, 2021) dalam penelitiannya mengenai *Casing Design Using the Maximum Load Method* menjelaskan bahwa metode ini digunakan untuk menentukan kekuatan minimum casing terhadap tiga beban utama—*burst*, *collapse*, dan *tension*—dengan memberikan *safety factor* tertentu, yaitu masing-masing minimal 1.1 untuk *burst* dan *collapse*, serta 1.6 untuk *tension*.

Desain casing juga memperhatikan kondisi lapangan, antara lain profil kedalaman, tekanan formasi, serta gradien fluida. Oleh karena itu, pemilihan *grade* baja (misalnya K-55, N-80, L-80) dan jenis sambungan (*connection type*) seperti BTC atau premium connection, harus disesuaikan dengan tekanan kerja maksimum yang diantisipasi di lapangan.

1.2 Tujuan Penelitian .

Penelitian ini disusun untuk melakukan perancangan casing pemboran berdasarkan parameter teknis, menganalisis beban maksimum yang bekerja pada casing guna mencegah kegagalan operasi, serta menggunakan metode maximum load sebagai dasar evaluasi kekuatan dan keamanan desain casing.

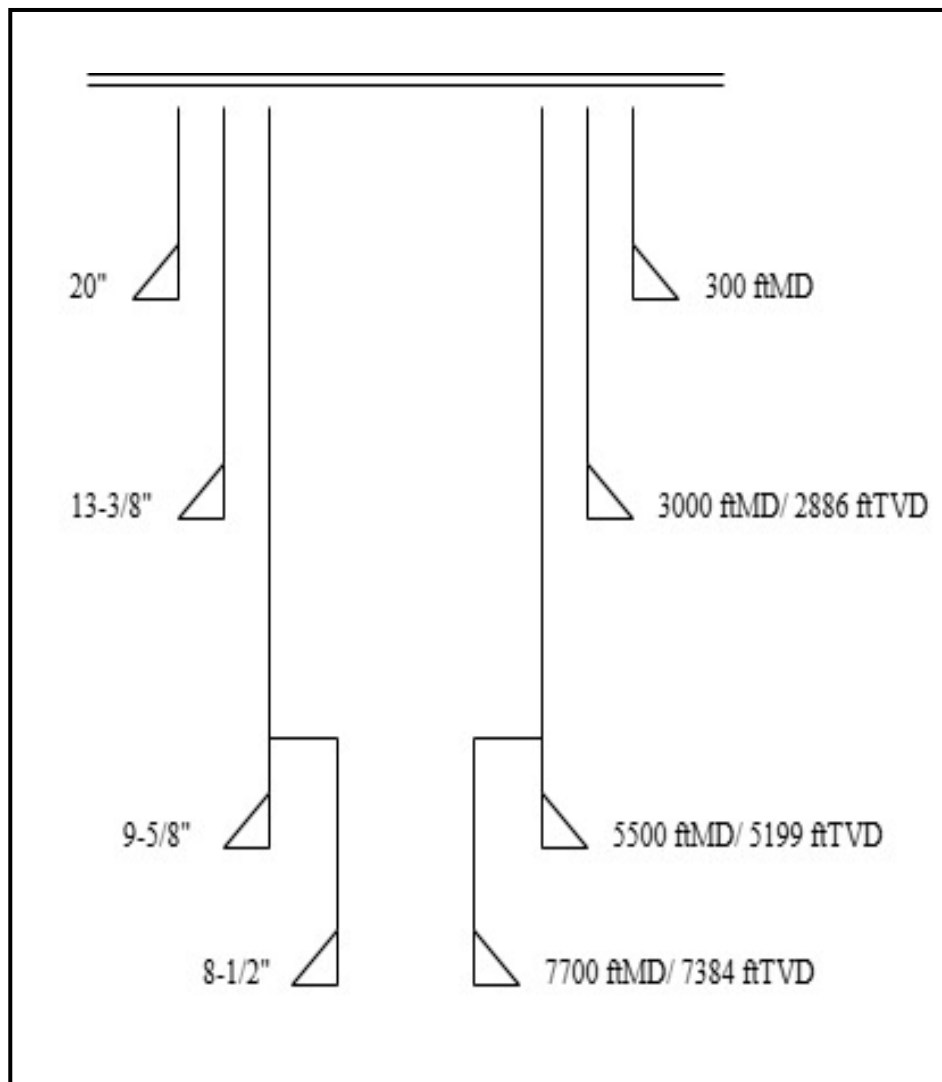
1. Mendesain casing pemboran dengan memperhatikan parameter-parameter teknis yang ada.
2. Mengetahui beban maksimal yang dapat diterima casing agar tidak terjadi kegagalan atau masalah selama operasi pemboran.
3. Menggunakan metode *maximum load* untuk menentukan kekuatan dan keamanan desain casing.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah metode penelitian analisis kuantitatif. Perhitungan design casing, dilakukan dengan menggunakan metode maximum load, dimana untuk semua casing setelah penentuan kedalaman, maka perhitungan semua load atau beban yang akan terjadi pada casing tersebut dihitung berdasarkan beban yang paling besar. Beban tersebut antara lain yang akan dihitung dalam penelitian ini adalah beban *burst*, *collapse*, *tension*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan casing adalah proses menentukan ukuran, jenis, kedalaman, dan kekuatan pipa selubung (casing) yang akan dipasang di sumur bor untuk menjaga stabilitas lubang bor, mencegah runtuh formasi, serta mengisolasi zona bertekanan berbeda selama operasi pengeboran dan produksi. Berikut gambar 1, yang menunjukkan profil well diagram dari sumu BH-01



Gambar 1 Profil Well Diagram Sumur BH-01

Data data yang diperlukan untuk perhitungan metode maximum load dalam desain casing sebagai berikut:

1. Casing data Adalah data data yang terdapat pada rangkaia casing yang digunakan oleh sumur BH-01 data tersebut bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini.
2. Mud data, Adalah mud yang diperoleh pada pemboran well sebelumnya atau sumur terdekat, dapat diliat pada tabel 2.
3. *Cementing* data, Adalah data-data semen yang digunakan pada pemboran well sebelumnya atau sumur terdekat, dapat dilihat pada tabel 2 dibawah.

Tabel 1 *Casing* Data

Tabel 2 *Mud dan Cementing Data*

Ho- le (in- n)	Ca- sin- g (in-)	De- pt- h (ft M- D)	Ca- sin- g Le- ngt h (ft)	Gr- ad- e	We- igh- t (p- pf)	Conn.	J- o- i- n- t T- y- p- e
26	20	700	700	K-55	94	BTC	R3
17 1/2	13 3/8	3000	3000	K-55	54.5	BTC	R3
12 1/4	9 5/8	5500	5500	L-80	43.5	BTC	R3
8 1/2	7	7700	7700	L-80	26	Prem. conn	R3

Casing Program	Bit program/Size/IADC	MUD Program	Cementing Program	Drilling Hazard
@3000 ftMD K-55, 94 PPF R3 BTC KOP @1000 ftMD	17 -1/2" PDC 5 blades	Mud System: 3% KCI-Polymer Weight (ppg):8.9-9.5	Cement to surface, Lead 13.5 ppg and Tail 15.8 ppg	GUMBO

Pada intermediate 13-3/8" dipasang dari permukaan sampai kedalaman 3000 ftMD/2886 ftTVD . Intermediate casing 13-3/8" menggunakan *grade casing* K-55. Berikut ini dibahas mengenai *burst, collapse* dan *tension pressure* pada intermediate casing 13-3/8.

Skenario:

Terjadinya gas kick saat pengeboran di bawah intermediate shoe diikuti oleh penambahan bump pressure saat operasi semen

- Gas kick : tiba tiba menaikkan tekanan internal di dalam casing/ annulus.
- Bump/cementing pressure

Proses perhitungan *Burst*

Langkah awal mencari P.Rekahan dengan rumus yang digunakan sebagai berikut:

Diketahui:

FG = 13,5

TVD = 2886

Konstanta = 0,052

P.rekahan = 0.052 x FG x TVD

= 0,052 x 8,8 x 2886 ftTVD

$$= 320,6 \text{ psi}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan Pressure Injection dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Diketahui:

$$P. \text{Rekahan} = 8,8 \text{ ppg}$$

$$\text{Burst Desain Faktor} = 1,1 \text{ ppg}$$

$$\text{TVD} = 2886 \text{ ftTVD}$$

$$\text{Konstanta} = 0,052$$

Untuk menentukan nilai Pressure Injection, digunakan rumus sebagai berikut:

$$P. \text{ Injection} = (P. \text{Rekahan} + \text{Burst DF}) \times 0,052 \times \text{TVD}$$

$$= (8,8 + 1,1) \times 0,052 \times 2886 \text{ ftTVD}$$

$$= 1485,7 \text{ psi}$$

Untuk menghitung tekanan eksternal (P. Eksternal) pada bagian casing shoe, digunakan rumus sebagai berikut:

Diketahui:

$$SG \text{ (Specific Gravity) Air asin} = 0,465 \text{ (Studi et al., 2017)}$$

$$\text{TVD (True Vertical Depth)} = 2886 \text{ ftTVD}$$

Maka, tekanan eksternal di casing shoe dapat dihitung dengan persamaan:

$$P. \text{ Eksternal di Casing Shoe} = \text{Gradien Salt Water} \times \text{TVD}$$

$$= 0,465 \text{ psi} \times 2886 \text{ ftTVD}$$

$$= 1341,99 \text{ psi}$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan tekanan burst pada casing shoe menggunakan data berikut:

Diketahui:

$$P. \text{ Injeksi} = 2191 \text{ psi}$$

$$P. \text{ Eksternal Casing Shoe} = 1341 \text{ psi}$$

Maka tekanan burst pada casing shoe dapat dihitung sebagai:

$$P. \text{ Burst di Casing Shoe} = (P. \text{Injeksi} - P. \text{eksternal di Casing Shoe})$$

$$= (2191 - 1341)$$

$$= 143,72 \text{ psi}$$

$$P. \text{ Burst di Surface} = (P. \text{ Internal} - P. \text{Eksternal})$$

$$= 2190,3 - 0 = 2190,3 \text{ psi}$$

$$\text{Bump Pressure} = 1800$$

$$P. \text{Burst} = 1800 + 2190$$

$$= 3277,0 \text{ psi}$$

$$\text{Burst Safety Factor} = \text{casing burst} / \text{tekanan burst}$$

$$= 3277,0 / 2735$$

$$= 1,2 > 1,1 \text{ (Aman)}$$

Proses perhitungan *Collapse*

Collapse Pressure (Tekanan dari luar)

Skenario:

Terjadinya Lost circulation jadi internal pressure turun (mendekati nol), sedangkan semen/lumpur di luar tetap berat, tekanan luar melebihi tekanan dalam.

Dik:

$$\text{MW} = 9,5$$

$$\text{konstanta} = 0,052$$

$$\text{TVD} = 2886$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Collapse Mud} &= (MW \times 0,052 \times \text{TVD}) \\ &= 9,5 \times 0,052 \times 2886 \\ &= 1425,6 \text{ psi} \end{aligned}$$

Untuk menghitung pressure lead semen, diketahui parameter-parameter berikut: untuk mencari pressure lead semen di ketahui sebagai berikut ini:

Dik:

$$\begin{aligned} P. \text{ lead} &= 13,5 \\ P. \text{ tail} &= 15,8 \\ \text{konstanta} &= 0,052 \\ \text{TVD} &= 2886 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Lead Semen} &= 0,052 \times P. \text{ Lead} \times \text{TVD} \\ &= 0,052 \times 13,5 \times 2886 \\ &= 2025,9 \text{ psi} \end{aligned}$$

Rumus P. Tail Semen digunakan yaitu:

$$\begin{aligned} P. \text{ Tail Semen} &= 0,052 \times P. \text{ Tail} \times \text{TVD} \\ &= 0,052 \times 15,8 \times 2886 \\ &= 2371,1 \text{ psi} \end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned} P. \text{ Lead Semen} &= 2025,9 \\ P. \text{ Tail semen} &= 2371,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Collapse Semen} &= 2025,9 + 2371,1 \\ &= 4397,1 \text{ psi} \end{aligned}$$

Untuk menentukan tekanan collapse pada casing, digunakan data dan rumus sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} P. \text{ collapse semen} &= 4397,1 \\ P. \text{ collapse mud} &= 1425,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P. \text{ Collapse} &= P. \text{ collapse semen} - P. \text{ collapse mud} \\ &= 4397,1 - 1425,6 \\ &= 2971 \text{ psi} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Collapse Safety Factor} &= \text{casing collapse} / P. \text{ Collapse} \\ &= 3333 / 2971 \\ &= 1,1 > 1,0 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Proses perhitungan *Tension*

Tension Load (gaya Tarik)

Data yang digunakan:

$$\begin{aligned} \text{Berat casing} &= 54,5 \text{ STD API} \\ \text{Bump Pressure} &= 1800 \end{aligned}$$

Proses Perhitungannya Berat Casing di Udara = Kedalaman Casing × Berat Casing

$$\begin{aligned} &= 3000 \text{ ftMD} \times 61 \text{ lb/ft} \\ &= 183000 \text{ lbs} \end{aligned}$$

Adapun perhitungan untuk total tension penyemenan adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned}BP &= 1800 \\ \Pi &= 3,14 \\ ID &= 13,375^2 \\ OD &= 12,615^2\end{aligned}$$

Lalu, rumus yang digunakan yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Load} &= Bp \times \frac{\pi}{4} \times (ID^2 - OD^2) \\ &= 1800 \times \frac{3,14}{4} \times ((13,375^2 - 12,615^2)) \\ &= 1800 \times (0,785) \times (26,08) \\ &= 40225759,52 \text{ lbs}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat baja} &= 65,5 \text{ lb/ft} \\ Mw &= 9,5 \\ BF &= (65,5 - MW) / \text{Berat Baja} \\ &= (65,5 - 9,5) / 65,5 \\ &= 0,85\end{aligned}$$

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Berat casing di udara} &= 183000 \text{ lbs} \\ BF &= 0,85 \\ \text{Tension Load} &= 40225759,52\end{aligned}$$

Total Tension Penyemenan = Berat Casing di Udara × Bouyancy Factor) + Load tension

$$\begin{aligned}&= (163500 \times 0,79) + 40225759,52 \\ &= 40365545,78 \text{ lbs}\end{aligned}$$

Tension resistance nilai berasal dari grade casing K-55 STD API = 655 Mpa di konversi ke satuan kilogram force (kgf) = 6679,14 kgf.

$$= 471,000 \text{ kgf} \times 2,20462 = 1038376,02 \text{ lbf}$$

$$\begin{aligned}\text{Tension Safety Factor} &= \text{Tension Resistance} / \text{Berat Casing di Udara} \\ &= 667914 / 183000 \\ &= 3,6 > 1,3 \text{ (Aman)}\end{aligned}$$

KESIMPULAN

Kajian ini menyoroti perencanaan desain casing dengan menggunakan metode maximum load. Berdasarkan hasil dari Bab I hingga Bab IV, diperoleh

Kesimpulan bahwa:

1. Penentuan grade casing yang optimal

Berdasarkan analisis teknis data lapangan Sumur BH-01, grade casing yang paling sesuai untuk intermediate casing adalah K-55 dengan berat 54,5 ppf dan sambungan BTC. Casing ini memiliki ketahanan yang memadai terhadap tekanan internal dan eksternal pada kedalaman 3.000 ftMD serta memenuhi standar API 5CT, sehingga mampu menjaga integritas sumur terhadap variasi tekanan formasi dan fluida selama operasi pemboran.

2. Hasil perhitungan parameter desain casing

Hasil evaluasi beban utama menunjukkan nilai burst pressure sebesar 3.277 psi (SF 1,4), collapse pressure sebesar 2.971 psi (SF 1,2), dan tension load sebesar 166.658 lbs (SF 3,6). Seluruh nilai tersebut berada di atas batas minimum safety factor API, sehingga desain casing pada setiap section dinyatakan aman dan layak digunakan.

3. Penerapan metode Maximum Load

Metode Maximum Load efektif dalam memastikan kekuatan casing terhadap kondisi beban terburuk (burst, collapse, dan tension). Dengan safety factor yang memadai, metode ini mampu meminimalkan risiko kegagalan mekanis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain casing Sumur BH-01 aman, andal, dan efisien, serta dapat dijadikan acuan untuk sumur dengan karakteristik formasi yang serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aly Rasyid, Edy Soesanto, & Ezrawati Nunut Nababan. (2022). Evaluasi dan Optimasi Desain Casing Sumur Pemboran dengan Metode Maximum Load di Sumur ENN-1 di Lapangan Batuwangi.
- Azi, A. S. (2021). Casing Design using the Maximum Load Method on Offshore Development Wells. *Journal of Engineering and Science*.
- AO, O. (2018). Relevant Information on Oil and Gas Casing Design. *Petroleum & Petrochemical Engineering Journal*.
- Mohamadian, N., Ghorbani, H., Wood, D. A., Mehrad, M., Davoodi, S., Rashidi, S., Soleimanian, A., & Shahvand, A. K. (2021). A geomechanical approach to casing collapse prediction in oil and gas wells aided by machine learning. *Journal of Petroleum Science and Engineering*.
- Maulida. (2019). Penentuan Tekanan Formasi, Tekanan Rekah dan Tipe Bit Menggunakan Metode D-Eksponen dan Eaton pada Sumur MA-01 dan MA-02 Lapangan X.
- Drilling, A. G. H. (2017). *Michał Kruszewski, Sverrir Thorhallsson, Mohsen Assadi, Tomasz Śliwa SLIMHOLE WELL CASING DESIGN FOR HIGH-TEMPERATURE GEOTHERMAL EXPLORATION AND RESERVOIR ASSESSMENT*.