

**PENGUKURAN LIQUID LEVEL DENGAN SONOLOG TEST  
DAN EFEKNYA TERHADAP PERHITUNGAN CADANGAN  
SISA DI PERTAMINA HULU ENERGI NSB NSO**

**TUGAS AKHIR**

**ANAK AGUNG BAGUS PRIHARDIAN SANUBARI  
124.13.021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JULI 2017**

**PENGUKURAN LIQUID LEVEL DENGAN SONOLOG TEST  
DAN EFEKNYA TERHADAP PERHITUNGAN CADANGAN  
SISA DI PERTAMINA HULU ENERGI NSB NSO**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
dari Program Studi Teknik Perminyakan

**ANAK AGUNG BAGUS PRIHARDIAN SANUBARI  
124.13.021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
JULI 2017**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan bahwa judul dan keseluruhan isi dari tugas akhir ini adalah asli karya ilmiah saya dan saya menyatakan bahwa dalam rangka menyusun, berkonsultasi dengan dosen pembimbing hingga menyelesaikan tugas akhir ini tidak pernah melakukan penjiplakan (plagiasi) terhadap karya orang atau pihak lain baik karya lisan maupun tulisan, baik secara sengaja maupun tidak sengaja.

Saya menyatakan bahwa apabila dikemudian hari terbukti bahwa tugas akhir saya ini mengandung unsur jiplakan (plagiasi) dari karya orang atau pihak lain, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, diluar tanggung jawab Dosen Pembimbing saya. Oleh karenanya, saya sanggup bertanggung jawab secara hukum dan bersedia dibatalkan/dicabut gelar kesarjanaan saya oleh Otoritas/Rektor Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Bekasi, 1 Juli 2017

Yang menyatakan,



Anak Agung Bagus Prihardian Sanubari

Nomor telepon / HP : +6285608565097

Alamat email : Bagus.Prihardian@gmail.com

Nama dan alamat orang tua : Desak Nyoman Sithi,

Pondok Timur Mas, Jalan Nilamas 1, Blok H3/21

Kelurahan Jakasetia, Bekasi Selatan, Bekasi

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PENGUKURAN LIQUID LEVEL DENGAN SONOLOG TEST DAN EFEKNYA TERHADAP PERHITUNGAN CADANGAN SISA DI PERTAMINA HULU ENERGI NSB NSO**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik  
dari Program Studi Teknik Perminyakan

**Anak Agung Bagus Prihardian Sanubari**

**124.13.021**

Menyetujui,

Jakarta Selatan, 1 Juli 2017

Pembimbing



Ir. Ketut Sunarka, MIE. MPP.

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, karena berkat Anugrah-Nya saya selaku penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dengan judul:  
**“PENGUKURAN LIQUID LEVEL DENGAN SONOLOG TEST DAN EFEKNYA TERHADAP PERHITUNGAN CADANGAN SISA DI PERTAMINA HULU ENERGI NSB NSO”.**

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, Kakak, dan segenap orang terdekat yang telah mendukung lahir dan batin serta selalu memberikan doanya.
2. Bapak Ir. Ketut Sunarka, MIE. MPP. selaku Dosen Pembimbing sekaligus Mentor di Pertamina Hulu Energi NSB NSO
3. PT. Pertamina Hulu Energi NSB NSO, yang telah memberikan kesempatan dan tempat untuk melaksanakan Tugas Akhir.
4. Bapak Prof. Ari Dermawan Pasek, M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Institut Teknologi dan Sains Bandung.
5. Bapak Prof. Ir. Pudji Permadi, M.Sc., Ph.D. selaku Wakil Ketua Rektor Bidang Kemahasiswaan Institut Teknologi dan Sains Bandung
6. Bapak Ir. Aries Prasetyo, M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Perminyakan Institut Teknologi dan Sains Bandung.
7. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Skripsi ini.

Saya menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menjadikan Tugas Akhir ini menjadi lebih baik. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca.

Bekasi, 1 Juli 2017

Penulis

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan sebagai Ucapan Syukur yang sangat mendalam karena Laporan ini dapat terselesaikan dengan sangat baik terkhusus untuk:

1. Ida Shang Hyang Widhi Wasa yang sangat luar biasa yang memberikan kekuatan dan kemampuan kepada saya.
2. Kombespol (Purn.) Desak Nyoman Sithi, S.Kp., MARS, Ph.D. Ibuku yang sangat kucintai. Terimakasih untuk setiap support dan dukungan yang membuat aku bisa menjadi seperti ini.
3. Almarhum Bapak Prof. Dr. Dr. Drs. Anak Agung Oka Dharmawan S.H., M.Hum., M.Si. Ajung anakmu ini sudah sarjana sekarang.
4. Untuk kakak-kakak terkasih saya, Kak Dika, Mbak Gunggek, dan Nio dan segenap keluarga Rumah Ibu Desak yang selalu siap support kapanpun dimanapun.
5. Bapak Ketut Sunarka, yang sangat sabar mau membimbing saya di PHE NSB NSO, yang sabar menghadapi setiap pertanyaan, Terimakasih bli atas setiap bimbingan dan arahnya. Terima kasih atas bantuannya sampai saya bisa melaksanakan tugas akhir di PHE NSB NSO. Maafkan segala kekurangan saya bli yang sering merepotkan.
6. Aji dan Vido selaku teman seperjuangan di Teknik Perminyakan 2013 selama 4 tahun yang telah membantu dan menemani saya di dalam maupun di luar kegiatan. *You guys are the best!*
7. Terkhusus juga untuk para pembimbing unofficial selama di PHE :
  - a. Pak Sony yang telah mengusulkan judul tugas akhir saya.
  - b. Pak Ari Muladi, Mas Aditya Fajar Utama yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini
  - c. Fany, Qadry, Astrid, Koye, Kinanti, dan Lia selaku teman seperjuangan di PHE Tower. *It's been great knowing you guys, see you on top!*
  - d. Beserta Bapak dan Ibu di PHE NSB NSO yang sudah menerima saya sebagai Mahasiswa Tugas Akhir.

8. Untuk HMTM PETROKIPLUK 2013 yang membuat perkuliahan menjadi menyenangkan.
9. Untuk kalian yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, kalian semua sangat berarti dalam hidupku.

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anak Agung Bagus Prihardian Sanubari  
NIM : 124.13.021  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Fakultas : Teknik dan Desain  
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“PENGUKURAN LIQUID LEVEL DENGAN SONOLOG TEST DAN EFEKNYA TERHADAP PERHITUNGAN CADANGAN SISA DI PERTAMINA HULU ENERGI NSB NSO”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : PHE Tower Lantai 23, Jakarta Selatan

Pada tanggal : 1 Juli 2017

Yang menyatakan



(Anak Agung Bagus Prihardian Sanubari)



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORIGINALITAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Metoda Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Klasifikasi Reservoir Gas Berdasarkan Fasa Fluida .....	5
2.2. Sifat-sifat Fisik Gas Nyata (Real Gas) .....	7
2.2.1. Komposisi Gas .....	9
2.2.2. Densitas Gas .....	10
2.2.3. <i>Spesific Gravity</i> Gas .....	10
2.2.4. <i>Z Factor (Compresibility Factor)</i> .....	11
2.2.4.1. Faktor Kompresibilitas Untuk Gas Campuran ...	11
2.2.4.2. Korelasi <i>Beggs and Brill</i> .....	13
2.2.5. Faktor Volume Formasi Gas .....	13

## DAFTAR ISI

### (Lanjutan)

	<b>Halaman</b>
2.2.6. Viskositas Gas .....	13
2.2.6.1. Viskositas Campuran Gas .....	14
2.2.7. Kompresibilitas Gas .....	16
2.3. Sifat-sifat Fisik Batuan .....	19
2.3.1. Porositas .....	19
2.3.2. Permeabilitas .....	19
2.3.3. Saturasi .....	20
2.3.4. Kompresibilitas Formasi .....	21
2.4. Sonolog Test .....	22
2.4.1. <i>Well Analyzer</i> .....	22
2.4.2. Mengukur Liquid Level .....	25
2.5. Cadangan dan Klasifikasinya .....	29
2.5.1. Cadangan Pasti ( <i>Proven</i> ) .....	29
2.5.2. Cadangan Mungkin ( <i>Probable</i> ) .....	30
2.5.3. Cadangan Harapan ( <i>Possible</i> ) .....	31
2.6. Metoda Perhitungan Cadangan .....	31
2.6.1. Metoda <i>Material Balance</i> .....	32
2.6.1.1. Metoda P/Z VS Gp .....	33
2.7. Penentuan <i>Estimated Ultimate Recovery</i> (EUR).....	34
2.8. Penentuan <i>Recovery Factor</i> (RF) .....	35
2.9. Penentuan Remaining Reserve (RR) .....	35
<b>BAB III ANALISA DAN DATA .....</b>	<b>36</b>
3.1. Data <i>Sonolog Test</i> .....	36
3.2. Data Tekanan, <i>Z Factor</i> , dan Hasil perhitungan P/Z .....	38
3.3. Data Produksi .....	41
3.4. Perhitungan Isi Awal Gas di Tempat (OGIP) Menggunakan Metoda <i>Material Balance</i> (P/Z) dan Perhitungan Cadangan Sisa .....	47

## DAFTAR ISI

(Lanjutan)

	<b>Halaman</b>
3.5. Perhitungan OGIP dan Cadangan Sisa Lapangan A .....	47
3.6. Perhitungan OGIP dan Cadangan Sisa Lapangan B .....	49
3.7. Perhitungan OGIP dan Cadangan Sisa Lapangan C .....	50
3.8. Perhitungan OGIP dan Cadangan Sisa Lapangan D .....	52
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>54</b>
4.1. Pengukuran Liquid Level, perhitungan Tekanan Reservoir, dan Z <i>Factor</i> .....	55
4.2. Perhitungan Isi Awal Gas di Tempat (OGIP) Menggunakan Metoda <i>Material Balance</i> (P/Z) .....	58
4.3. Perhitungan Cadangan Sisa .....	59
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>62</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1.1. Diagram Alir Metodologi.....	4
Gambar 2.1. Diagram Fasa Reservoir Gas Kondensat .....	5
Gambar 2.2. Diagram Fasa Reservoir Gas Kering .....	6
Gambar 2.2. Diagram Fasa Reservoir Gas Basah.....	7
Gambar 2.3. Sifat-Sifat <i>Pseudocritical</i> dari Campuran Gas Alam.....	8
Gambar 2.5. Grafik <i>Compressibility Factor</i> Untuk Gas Bumi.....	12
Gambar 2.6. Viskositas Gas Alam pada 1 atm.....	15
Gambar 2.7. Pengaruh $P_r$ dan $T_r$ pada Viskositas Gas.....	15
Gambar 2.8. Variasi Harga $C_r T_r$ untuk Beberapa Harga $T_r$ dan $P_r$ .....	18
Gambar 2.9. Alat <i>Total Well Management Echometer</i> .....	23
Gambar 2.10. Konfigurasi Umum <i>Well Analyzer System</i> .....	24
Gambar 2.11. Prinsip Kerja Peralatan <i>Sonolog Test</i> .....	24
Gambar 2.12. Contoh Penggunaan <i>Automatic Calculation</i> .....	27
Gambar 2.13. <i>Flowchart</i> Pengukuran <i>Liquid Level</i> .....	28
Gambar 2.13. Plot $P/Z$ vs. $G_p$ .....	34
Gambar 3.1. Faktor Deviasi Gas Lapangan A.....	40
Gambar 3.2. Faktor Deviasi Gas Lapangan B .....	40
Gambar 3.3. Faktor Deviasi Gas Lapangan C .....	40
Gambar 3.4. Faktor Deviasi Gas Lapangan D.....	40
Gambar 3.5. Grafik Produksi Lapangan A.....	43
Gambar 3.6. Grafik Produksi Lapangan B .....	44
Gambar 3.7. Grafik Produksi Lapangan C .....	45
Gambar 3.8. Grafik Produksi Lapangan D.....	46
Gambar 3.9. Plot $P/Z$ vs. $G_p$ Lapangan A.....	47
Gambar 3.10. Plot $P/Z$ vs. $G_p$ Lapangan B .....	49
Gambar 3.11. Plot $P/Z$ vs. $G_p$ Lapangan C .....	51
Gambar 3.12. Plot $P/Z$ vs. $G_p$ Lapangan D .....	52
Gambar 4.1. <i>Liquid Level</i> dengan <i>Manual Calculation</i> .....	57

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1	Data Fluida Reservoir.....36
Tabel 3.2	Data <i>Liquid Level</i> ..... 36
Tabel 3.3	Data Kedalaman ..... 37
Tabel 3.4	Data <i>Density</i> , dan <i>Specific Gravity</i> ..... 37
Tabel 3.5	Hasil Perhitungan Tekanan Reservoir..... 37
Tabel 3.6	Tekanan Reservoir, Z Factor, dan P/Z Lapangan A ..... 38
Tabel 3.7	Tekanan Reservoir, Z Factor, dan P/Z Lapangan B ..... 39
Tabel 3.8	Tekanan Reservoir, Z Factor, dan P/Z Lapangan C..... 39
Tabel 3.9	Tekanan Reservoir, Z Factor, dan P/Z Lapangan D ..... 39
Tabel 3.10	Sejarah Produksi Lapangan A..... 41
Tabel 3.11	Sejarah Produksi Lapangan B ..... 42
Tabel 3.12	Sejarah Produksi Lapangan C ..... 42
Tabel 3.13	Sejarah Produksi Lapangan D..... 46