

**PENGGUNAAN CUSTODY METER SISTEM ORIFICE
TERHADAP PENGARUH KUALITAS GAS ALAM DENGAN
PERUBAHAN PERSENTASE MOL CH₄ DAN CO₂ SERTA
DAMPAKNYA TERHADAP UFG (UNACCOUNTED FOR GAS)
DISUMUR PRODUKSI GAS LAPANGAN X**

TUGAS AKHIR

Agak Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana Teknik

OLEH :

YULIANA SAFITRI
143210058



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**



**PENGOLAHAN CUSTODY METER SISTEM ORIFICE
TERHADAP PENGARUH KUALITAS GAS ALAM DENGAN
PERUBAHAN PERSENTASE MOL. CH₄ DAN CO₂, SERTA
DAMPAKNYA TERHADAP UFG (UNACCOUNTED FOR GAS)
DARI UMUR PRODUKSI GAS LAPANGAN X**

TUGAS AKHIR

Ditujukan guna Melengkapi Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana Teknik

Oleh :

**MULIANA SARTIRI
142210022**



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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : Yuliana Safitri

NPM : 143210058

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Pengaruh *Custody* Meter Sistem *Orifice* Terhadap Pengaruh Kualitas Gas Alam Dengan Perubahan Persentase Mol CH_4 dan CO_2 Serta Dampaknya Terhadap UFG (Unaccounted For Gas) Disumur Produksi Gas Lapangan X

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 I : Richa Melysa, ST., MT (.....)

Penguji I : Ir. H. Ali Musnal, MT (.....)

Penguji II : Idham Khalid, ST., MT (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 20 Desember 2019

Disahkan Oleh:

UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK
DEKAN
Ir. H. MUSLIM ZAINI, MT., MS., TR

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK PERMINYAKAN

Dr. Eng. Muslim, ST., MT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalam 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.

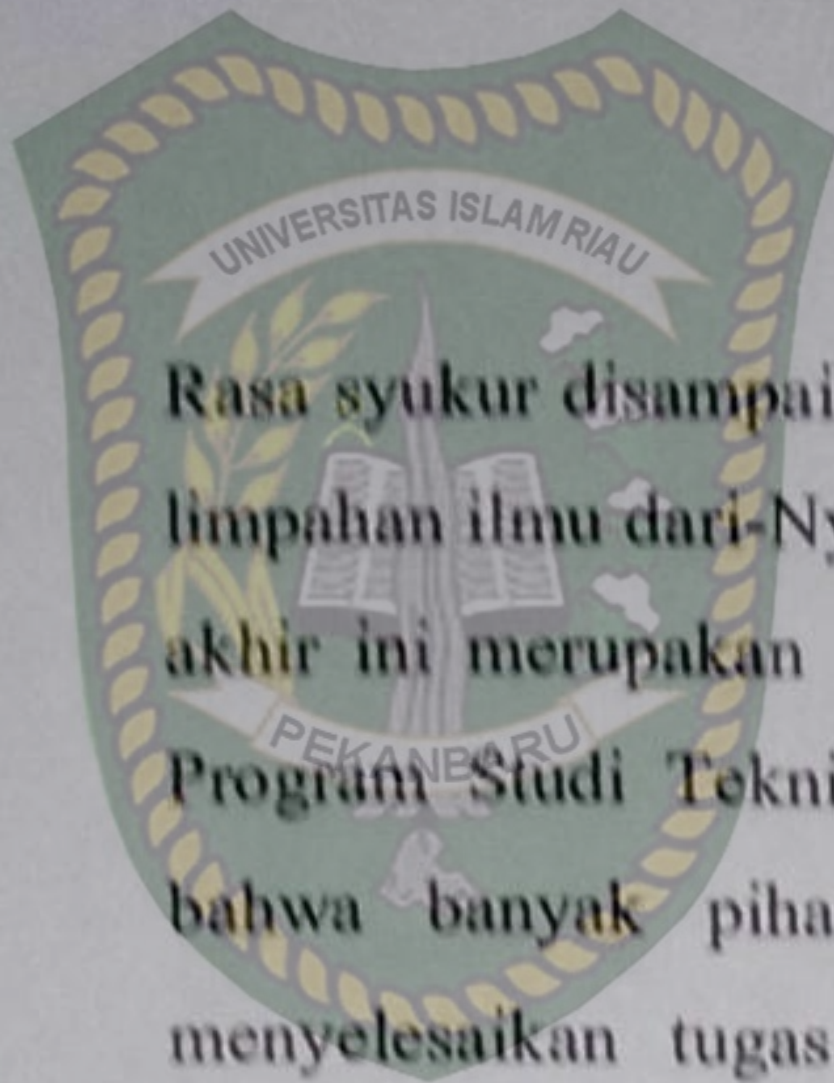
Pekanbaru, 29 November 2019



Yuliana Safitri

NPM 143210058

Universitas Islam Riau



KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa 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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Richa Mellysa, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Dadi Mulyadi, ST selaku Pembimbing lapangan yang telah banyak menyediakan waktu, pikiran dan perhatiannya kepada penulis serta memberikan data-data lapangan yang penulis butuhkan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir.H. Ali Musnal, MT dan bapak Idham Khalid, ST., MT selaku dosen penguji yang sudah meluangkan waktu, tenaga dan memberikan ilmu serta masukan dalam perbaikan tugas akhir ini.
4. Ketua dan Sekretaris Prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, dan dukungan yang telah diberikan.
5. Kedua orang tua saya Salmi Amri dan Yeni Susanti, adik saya Febi Riski Arjuna dan Robby Muhammad I. serta keluarga besar atas segala doa dan kasih sayang, dukungan moril maupun materil yang selalu diberikan sampai penyelesaian tugas akhir ini.
6. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan UIR yang telah memberi semangat kepada saya, terutama untuk *Energy Class* (PE 2014 A) dan sahabat seperjuangan tugas akhir yaitu Aderani Amriva, Oktavia Pretty A., Putri Rahmi A. dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Teriring doa saya, semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.



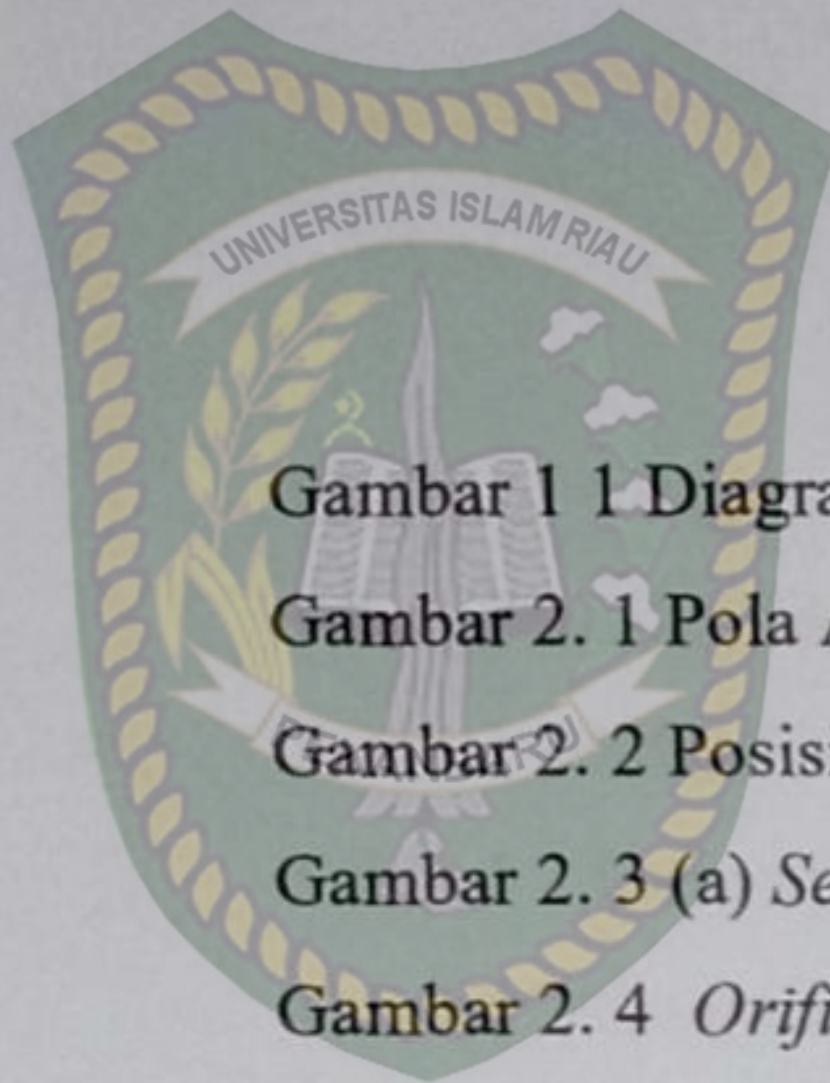
DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR ISI (LANJUTAN) | vi |
| DAFTAR GAMBAR | vii |
| DAFTAR TABEL | viii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ix |
| DAFTAR SIMBOL | x |
| DAFTAR SINGKATAN | xi |
| ABSTRAK | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 TUJUAN PENULISAN | 3 |
| 1.3 BATASAN MASALAH | 3 |
| 1.4 METODOLOGI PENELITIAN | 3 |
| 1.5 SISTEMATIKA PENULISAN | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 MENURUT PANDANGAN ISLAM DAN UNDANG-UNDANG MENGENAI PRODUKSI GAS BUMI | 6 |
| 2.2 METER <i>ORIFICE</i> | 9 |
| 2.2.1 <i>Differensial Pressure Flow Meter</i> | 10 |
| 2.2.2 <i>Pelat Orifice</i> | 11 |
| 2.2.3 <i>Faktor Konstanta Orifice</i> | 15 |
| 2.3 PRINSIP KERJA METER <i>ORIFICE</i> | 17 |
| 2.4 <i>FLOW COMPUTRER</i> | 19 |
| 2.5 <i>PRODUCTION GAS</i> | 20 |
| 2.5.1 <i>Natural Gas</i> | 21 |
| 2.5.2 <i>Reservoir Gas</i> | 22 |



DAFTAR ISI (LANJUTAN)

| | |
|--|-----------|
| 3.3.1 Sifat Fisik Gas..... | 24 |
| BAB III TINJAUAN UMUM LAPANGAN..... | 29 |
| 3.1 LETAK GEOGRAFIS..... | 29 |
| 3.2 GEOLOGI LAPANGAN..... | 30 |
| 3.2.1 Stratigrafi Lapangan..... | 31 |
| 3.3 KARAKTERISTIK RESERVOIR LAPANGAN X..... | 34 |
| 3.4 SEJARAH PRODUKSI EMP BENTU..... | 35 |
| 3.4.1 Operasional Produksi..... | 36 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 41 |
| 4.1 PROSEDUR PENELITIAN..... | 41 |
| 4.2 DATA OPERASIONAL..... | 41 |
| 4.2.1 Data Produksi..... | 41 |
| 4.2.2 Data Komposisi Gas..... | 42 |
| 4.2.3 Data Spesifikasi Meter <i>Orifice</i> | 42 |
| 4.3 PERHITUNGAN KARAKTERISTIK FLUIDA..... | 43 |
| 4.3.1 Menghitung nilai <i>Specific Gravity</i> (<i>Sg</i>) Gas..... | 44 |
| 4.4 PERHITUNGAN LAJU ALIR GAS..... | 46 |
| 4.4.1 Menghitung <i>Hw</i> dan <i>Pf</i> | 46 |
| 4.4.2 Menghitung <i>Constanta</i> meter <i>Orifice</i> | 47 |
| 4.4.3 Menghitung Laju Alir Gas..... | 48 |
| 4.5 KORELASI <i>Sg</i> dan <i>Qg</i> | 48 |
| 4.5.1 Pengaruh <i>Specific Gravity</i> terhadap <i>Gross Heating Value</i> (<i>GHV</i>)..... | 49 |
| 4.6 DAMPAK <i>UNACCOUNTED FOR GAS</i> (<i>UFG</i>)..... | 50 |
| BAB V PENUTUP..... | 52 |
| 5.1 KESIMPULAN..... | 52 |
| 5.2 SARAN..... | 52 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 53 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1 1 Diagram alir penelitian..... | 5 |
| Gambar 2. 1 Pola Aliran melewati <i>Orifice Plate</i> | 10 |
| Gambar 2. 2 Posisi pressure tap pada <i>orifice flow meter</i> (Munson et al., 2002) ... | 10 |
| Gambar 2. 3 (a) <i>Senior Orifice</i> (b) <i>Junior Orifice</i> | 11 |
| Gambar 2. 4 <i>Orifice Plate</i> EMP Bentu Ltd..... | 12 |
| Gambar 2. 5 skema getaran pusaran <i>orifice meter</i> dalam representasi 3 dimensi . | 13 |
| Gambar 2. 6 <i>cross-sectional</i> dari getaran pusaran melalui <i>orifice plate</i> | 13 |
| Gambar 2. 7 Peralatan <i>Orifice meter</i> (Junas,2015)..... | 19 |
| Gambar 2. 8 <i>Flow computer</i> (Produk Daniel) | 20 |
| Gambar 2. 9 Diagram Fasa Reservoir Gas Kering (Tarek Ahmed, 2001)..... | 23 |
| Gambar 2. 10 Diagram Fasa Reservoir Gas Basah (Tarek Ahmed, 2001) | 24 |
| Gambar 2. 11 Diagram Fasa Reservoir Gas Kondensat (Tarek Ahmed, 2001)..... | 24 |
| Gambar 3. 1 Peta Lokasi Lapangan S. Arsip EMP Divisi Geologi (2006) | 29 |
| Gambar 3. 2 Struktur Geologi Regional Sumatera Tengah | 30 |
| Gambar 3. 3 Stratigrafi Cekungan Sumatra Tengah..... | 33 |
| Gambar 3. 4 Kondisi Reservoir Lapangan X..... | 34 |
| Gambar 3. 5 Proses diagram aliran gas EMP Bentu Ltd. | 37 |
| Gambar 3. 6 Diagram alir produksi EMP Bentu Ltd. | 38 |
| Gambar 3. 7 (a) <i>Three Pen Recording</i> dan (b) <i>Chart</i> | 39 |
| Gambar 3. 8 (a) <i>printout omni</i> dan (b) <i>flow computer</i> | 40 |
| Gambar 4 1 <i>Report Of Analysis</i> komposisi Gas EMP Bentu Ltd | 42 |
| Gambar 4 2 Gambar <i>Chart</i> pada <i>Three pen recorder</i> Emp Bentu Ltd. | 46 |
| Gambar 4 3 Grafik Korelasi SG dan Qg..... | 49 |

DAFTAR TABEL

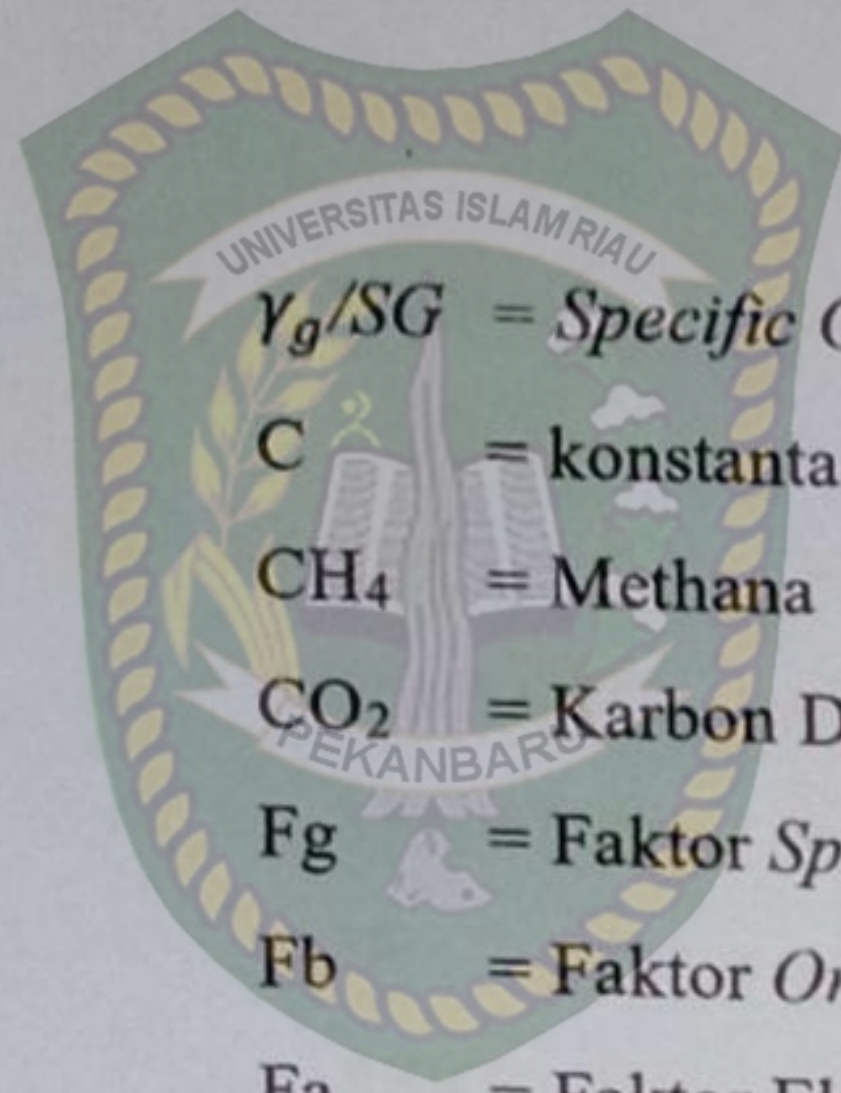
| | |
|---|----|
| Tabel 2 1 <i>Composition of a Typical Natural Gas</i> (Guo and Ghalambor,2005)..... | 22 |
| Tabel 3 1 Sifat Fisik Batuan..... | 35 |
| Tabel 3 2 Sifat Fisik Fluida..... | 35 |
| Tabel 4 1 Range Data Produksi pada <i>Orifice Meter</i> | 41 |
| Tabel 4 2 Spesifikasi <i>Orifice Meter</i> | 43 |
| Tabel 4 3 Nilai karakteristik fluida EMP Bentu Ltd..... | 43 |
| Tabel 4 4 Komposisi Mol Gas Plant..... | 44 |
| Tabel 4 5 Persentase Mol Komposisi Natural gas (ASTMD-1945)..... | 45 |
| Tabel 4 6 Skenario Perubahan nilai komposisi Mol gas terhadap nilai SG..... | 46 |
| Tabel 4 7 Data Rata-rata Produksi Lapangan X..... | 47 |
| Tabel 4 8 Nilai <i>Constanta</i> pada lapangan X..... | 47 |
| Tabel 4 9 Nilai <i>Specific Gravity</i> dan <i>Quantity Gas</i> | 48 |
| Tabel 4 10 Perbandingan input data pada <i>Flowcomputer</i> dan Laboratorium..... | 51 |
| Tabel 4 11 Perhitungan Besaran Nilai UFG pada lapangan X..... | 51 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| LAMPIRAN 1 Perhitungan Karakteristik Fluida | 56 |
| LAMPIRAN 2 Perhitungan Simulasi Persentase Komposisi Mol CH ₄ Dan CO ₂ Terdapat SG | 58 |
| LAMPIRAN 3 Perhitungan Simulasi Skenario Besaran Nilai Laju Alir Gas | 62 |
| LAMPIRAN 4 Data Analisis Report Uji Laboratorium Bulanan EMP Bentu..... | 65 |
| LAMPIRAN 5 <i>Printout FlowComputer</i> EMP Bentu-PLN Pekanbaru..... | 66 |
| LAMPIRAN 6 Ikatan Kimia..... | 67 |
| LAMPIRAN 7 Perhitungan Faktor-Faktor <i>Constanta Orifice</i> | 69 |
| LAMPIRAN 8 Tabel <i>Flange Tap</i> , Fb..... | 72 |
| LAMPIRAN 9 Tabel <i>Value Reynolds flange taps</i> , Fr | 73 |
| LAMPIRAN 10 Tabel <i>Expansion Factor flange taps</i> , Y | 74 |

DAFTAR SIMBOL



γ_g/SG = *Specific Gravity*

C = konstanta

CH₄ = Methana

CO₂ = Karbon Dioksida

F_g = Faktor *Specific Gravity*

F_b = Faktor *Orifice* Dasar

F_a = Faktor Ekspansi Termal *Orifice*

F_{pb} = Faktor Tekanan Dasar

F_m = Faktor Manometer

F_r = Faktor Bilangan *Reynolds*

F_{tf} = Faktor Suhu Aliran

F_l = Faktor lokasi Pengukuran

F_{tb} = Faktor Temperatur Dasar

F_{pv} = Faktor Super Kompresibilitas

Y = Faktor Ekspansi

FQ = *Flow Quantity*, MMBTU/D

H_w = *Differensial Static*, in H₂O

P_f = *Pressure Static*, Psig

Q_g = Laju Alir Gas, SCF/Hours

GHV = *Gross Heating value*

μ_g = Viskositas Gas

C_g = Kompresibilitas Gas

Z_f = Faktor Kompresibilitas Gas

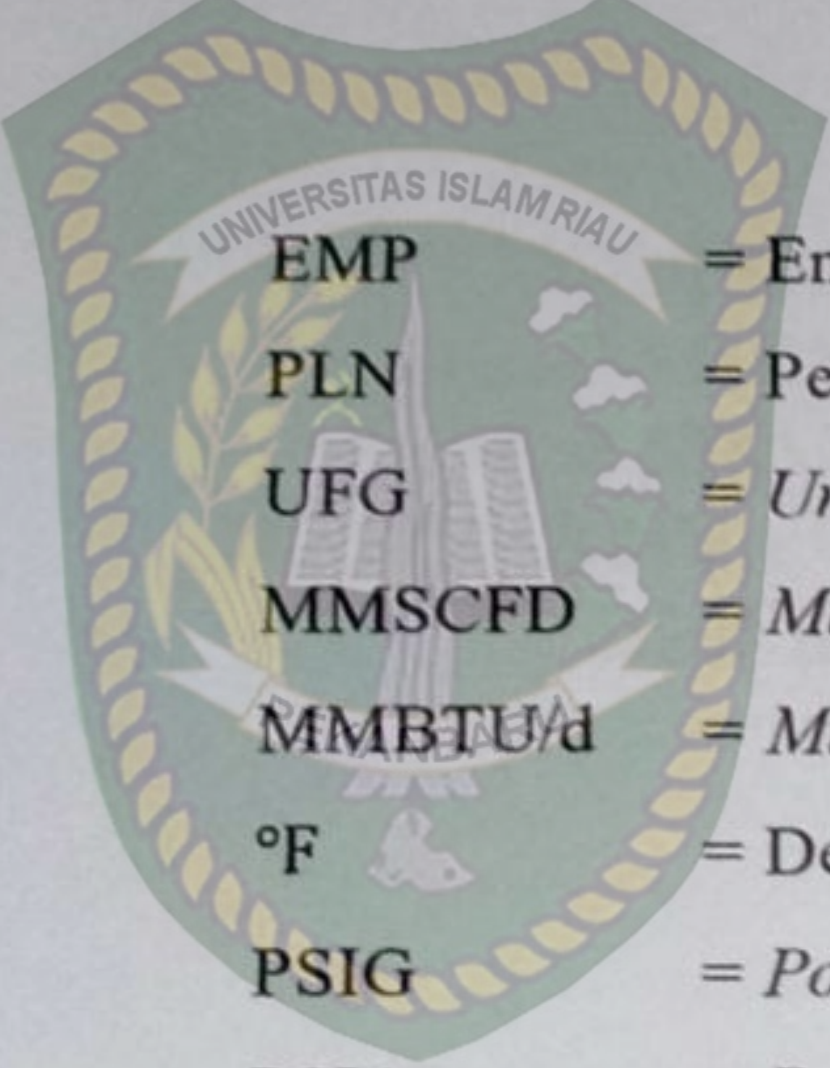
ρ_g = Densitas Gas

B_g = Faktor volume formasi gas

M_a = Berat molekul tampak

y_i = Fraksi mol komponen ke-i dalam suatu campuran gas

M_i = Berat molekul untuk komponen ke-i dalam campuran gas

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|--------------------|---|
| EMP | = Energi Mega Persada |
| PLN | = Perusahaan Listrik Negara |
| UFG | = <i>Unaccounted for Gas</i> |
| MMSCFD | = <i>Million Standard Cubic Feet per Day</i> |
| MMBTU/d | = <i>Million British Thermal Unit per Day</i> |
| °F | = <i>Derajat Fahrenheit</i> |
| PSIG | = <i>Pound Per Square Inch Gauge</i> |
| PSIA | = <i>Pound Per Square Inch Absolute</i> |
| Cuft | = <i>cubic feet</i> |
| lb | = <i>Pound</i> |
| lb/ft ³ | = <i>Pound per cubic foot</i> |
| cP | = <i>centipoise</i> |



ABSTRAK

PENGGUNAAN *CUSTODY* METER SISTEM *ORIFICE* TERHADAP PENGARUH KUALITAS GAS ALAM DENGAN PERUBAHAN PERSENTASE MOL CH₄ dan CO₂ SERTA DAMPAKNYA TERHADAP UFG (*UNACCOUNTED FOR GAS*) DISUMUR PRODUKSI GAS LAPANGAN X

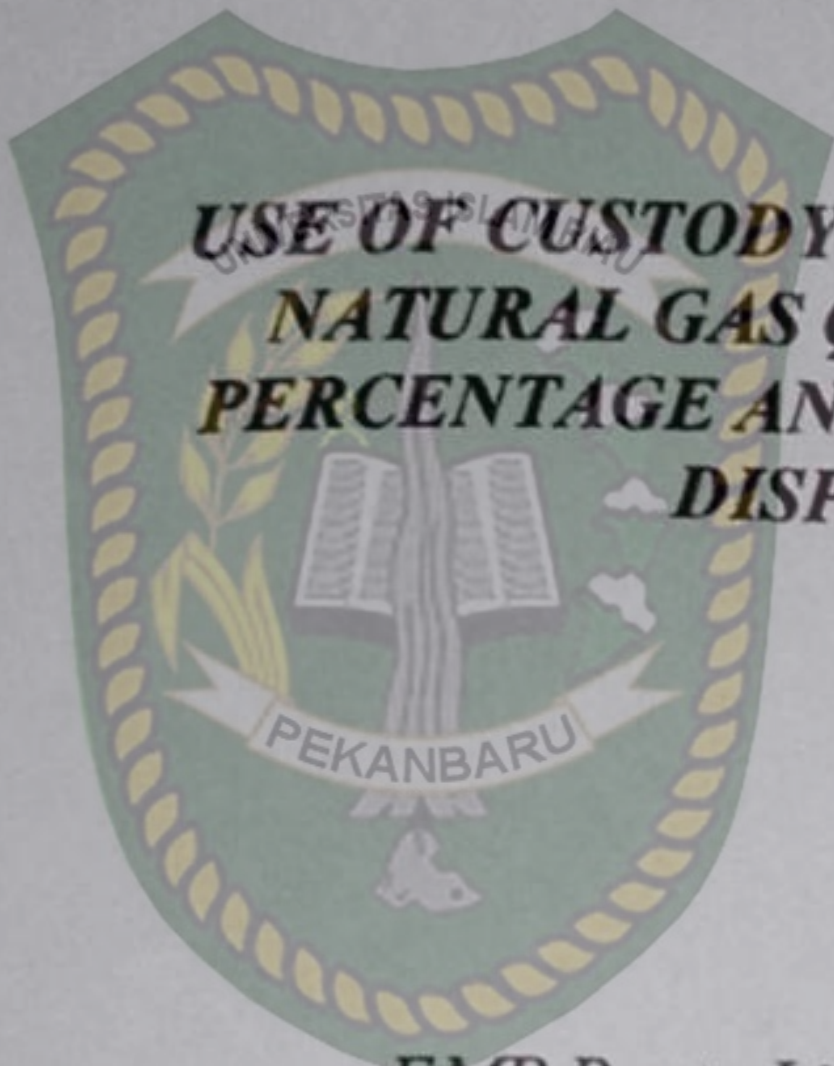
YULIANA SAFITRI
143210058

EMP Bentu Limited merupakan anak perusahaan PT. Energi Mega Persada (PT. EMP) yang bergerak dalam bidang eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi di wilayah Provinsi Riau. Dengan menjalin kerjasama penjual/belian Gas dengan PLN Pekanbaru, EMP Bentu Ltd. menggunakan meter *orifice* sebagai *custody* meter dalam pengukuran laju alir gas dan *flowcomputer* sebagai pengukuran secara online. Meter *orifice* bekerja menggunakan prinsip *Bernoulli* dengan mengukur beda tekanan antara tekanan tinggi dan tekanan rendah yang di akibatkan oleh penyempitan aliran di *orifice plate* dan kemudian di konversi menjadi laju alir.

Unaccounted for Gas (UFG) merupakan perbedaan antara gas dibeli/diterima dan gas dijual/dikirim. Penyebab *unaccounted gas*, secara luas dikategorikan menjadi 3 yaitu kebocoran, pencurian dan kesalahan dalam pengukuran gas. Ketepatan faktor-faktor sangat dibutuhkan agar pengukuran laju alir gas akurat. Salah satunya adalah kualitas gas/komposisi gas. Perubahan kualitas gas dapat menyebabkan berubahnya relatif *density* gas dan dapat menimbulkan *Unaccounted for Gas* (UFG).

Semakin besar nilai *specific gravity* gas maka semakin kecil pula nilai *flow quantity* gas yang didapat. Dengan tidak diupdatenya data *specific gravity* gas di *flowcomputer* berdasarkan hasil analisa laboratorium bulanan, maka terjadi *unaccounted for gas* sebesar 0,02 MMSCFD = 20,1 MMBTU/d dan terjadi selisih nilai komersial sebesar \$ 100,5/day atau bila dikonversikan kerupiah sebesar Rp 1.419.155/day.

Kata Kunci: *Custody Meter, Orifice Meter, Flowcomputer, Orifice plate, Bernoulli, Unaccounted For Gas, specific gravity, flow quantity.*



ABSTRACT

USE OF CUSTODY METER SYSTEM ORIFICE TO THE INFLUENCE OF NATURAL GAS QUALITY WITH CHANGES OF MOL CH₄ AND CO₂ PERCENTAGE AND ITS IMPACT ON UFG (UNACCOUNTED FOR GAS) DISPURES OF GAS FIELD PRODUCTION X

YULIANA SAFITRI
143210058

EMP Bentu Limited is a subsidiary of PT. Energi Mega Persada (PT. EMP) which is engaged in the exploration and exploitation of oil and gas in the area of Riau Province. By establishing a gas seller / purchase agreement with PLN Pekanbaru, EMP Bentu Ltd. using orifice meters as custody meters in measuring gas flow rates and flowcomputers as online measurements. The orifice meter works using the Bernoulli principle by measuring the pressure difference between high pressure and low pressure which results in narrowing of the flow in the orifice plate and then converted to flow rate.

Unaccounted for Gas (UFG) is the difference between gas bought / received and gas sold / sent. The causes of unaccounted gas are broadly categorized into 3, namely leakage, theft and errors in gas measurement. The accuracy of the factors is needed so that the measurement of the gas flow rate is accurate. One of them is gas quality / gas composition. Changes in gas quality can cause changes in relative density of gas and can cause Unaccounted for Gas (UFG).

The greater the value of specific gravity gas, the smaller the value of the obtained gas flow quantity. With no specific gravity gas data being updated in the computer based on the results of monthly laboratory analysis, an unaccounted for gas of 0.02 MMSCFD = 20.1 MMBTU / d and a difference in commercial value of \$ 100,5 / day or when converted to a rupiah of Rp 1.419.155 / day.

Keywords: *Custody Meter, Orifice Meter, Flow Computer, Orifice plate, Bernoulli, Unaccounted For Gas, specific gravity, flow quantity.*



UNIVERSITAS ISLAM RIAU



BAB I PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Zaman modern saat sekarang ini gas memegang peranan penting, baik dalam dunia perminyakan maupun dalam bidang industri, transportasi, dan konsumsi rumah tangga. Hal inilah yang menyebabkan gas merupakan suatu aset yang berharga (Aryadharma,2016). Dengan alasan tersebut eksplorasi dan eksploitasi gas sekarang sudah banyak dilakukan terutama didaerah Sumatera dan Kalimantan dan yang terbesar sekarang masih berada di wilayah sumatera. Dengan semakin banyaknya perusahaan dan industry yang bergantung dengan gas, maka dibutuhkan banyak peralatan yang mendukung pengoperasian gas tersebut salah satunya adalah alat penghitung aliran gas atau meter gas (Junas,2015).

Pentingnya pengukuran akurat jumlah gas yang dikirim, berbagai masyarakat teknis telah menggabungkan upaya mereka untuk mencapai standar dan prosedur kuantitatif pengukuran gas yang dapat diterima bersama untuk pembeli dan penjual produk gas. Juga, ada minat pada *orifice* meter di seluruh industri secara umum *The American Gas Association (AGA), the American Society of Mechanical Engineers (ASME), the California Natural Gasoline Association (CNGA), and the Natural Gasoline Association of America (NGAA)* telah mensponsori program penelitian dan uji lapangan yang didukung oleh organisasi dan perusahaan anggota mereka dan telah berupaya untuk menetapkan standar pengukuran gas untuk industri secara keseluruhan. Upaya-upaya ini telah mencapai puncaknya dalam *Orifice Metering of Natural Gas*, Laporan Komite Pengukuran Gas AGA, yang diterbitkan pada tahun 1955 (katz,1959).

Meter gas banyak macamnya mulai dari *turbine* meter, *orifice* meter, *ultrasonic* meter dan lain sebagainya. Gas alam adalah campuran hidrokarbon yang terjadi dalam bentuk gas pada suhu kamar dan tekanan. Metana adalah konstituen utama

tetapi mungkin juga mengandung etana, propana, butana, pentana, heksana, heptana dan oktan serta *impurities* sebagai pengotor gas.

Sebagai transaksi jual beli gas, *orifice* meter disebut *custody* meter yang diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan pada titik serah terima, dimana hasil pencatatan dari metering digunakan sebagai pengukuran secara komersial.

Dalam proses pengukuran gas komersial bisa terjadi *Unaccounted for Gas* (*Unaccounted for Gas* (UFG)). (UFG) merupakan perbedaan antara gas dibeli/diterima dan gas dijual/dikirim. Banyak yang mengira UFG selalu mengenai kebocoran gas, namun tidak demikian karena hal ini hanya salah satu dari banyak faktor lain yang berkontribusi pada UFG.

Penyebab *unaccounted gas*, secara luas dikategorikan menjadi 3 yaitu kebocoran, pencurian dan kesalahan dalam pengukuran gas. Kehilangan gas karena ketidakakurasian pengukuran sering megecoh dan sangat sulit untuk dideteksi. Biaya dan pengaruh UFG terkadang diterima saja oleh konsumen, tetapi banyak perusahaan berusaha untuk mengelola pengaruh UFG untuk konsumen mereka.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran gas diantaranya kualitas gas, kebutuhan instalasi, profil aliran, kalibrasi dan *maintenance*. Ketepatan faktor-faktor sangat dibutuhkan agar pengukuran laju alir gas akurat. Salah satunya adalah kualitas gas/komposisi gas. Perubahan kualitas gas dapat menyebabkan berubahnya relatif *density* gas dan dapat menimbulkan UFG. Bila terjadi deviasi 1% saja dapat mengakibatkan deviasi sekian milyar rupiah.

Perhitungan gas sistem *orifice* menggunakan standard AGA 3. Dalam AGA 3 tersebut dipengaruhi oleh *Relative density* gas, dan *relatif density* sangat dipengaruhi oleh kualitas gas. Oleh karena itu, skripsi ini akan membuat studi pengaruh dari kualitas gas perubahan komposisi metana dan CO₂ terhadap perhitungan gas alam dan dampaknya terhadap *Unaccounted For Gas*.

1.2 TUJUAN PENULISAN

Tujuan penulisan laporan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perubahan nilai *specific gravity* akibat perubahan komposisi gas metana dan karbon dioksida.
2. Mengetahui dampak *unaccounted for gas* akibat tidak diupdatenya data SG pada pengukuran laju alir gas.

1.3 BATASAN MASALAH

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Penggunaan *Custody Meter* Sistem *Orifice* Terhadap Pengaruh Kualitas Gas Alam Dengan Perubahan Persentase Mol CH_4 dan CO_2 serta Dampaknya Terhadap UFG (*Unaccounted For Gas*) Disumur Gas lapangan X” ini hanya membahas mengenai perhitungan perubahan *specific gravity* pada komposisi gas Methana dan Karbondioksida, menganalisa pengaruh Faktor *gravity* pada *Flow Quantity* dan dampak UFG pada lapangan X, dengan menggunakan metode arsip data dan metode pengamatan langsung.

1.4 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini, peneliti dilakukan dengan beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Mengumpulkan referensi, paper jurnal ataupun informasi yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. Mengumpulkan data yang akan diolah dalam penelitian ini.
3. Mengolah data yang dengan memasukkan pada perhitungan.
4. Menganalisis perubahan SG akibat perbedaan persentase mol CH_4 dan CO_2 pada gas alam.
5. Menarik suatu kesimpulan dari hasil penelitian.

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tugas akhir ini dirangkum dalam beberapa bab, dimana setiap bab menjelaskan bagian-bagian dari penulisan tugas akhir yakni :

BAB I : Menerangkan tentang latar belakang maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II : Membahas tentang tinjauan pustaka mengenai teori meter *orifice*.

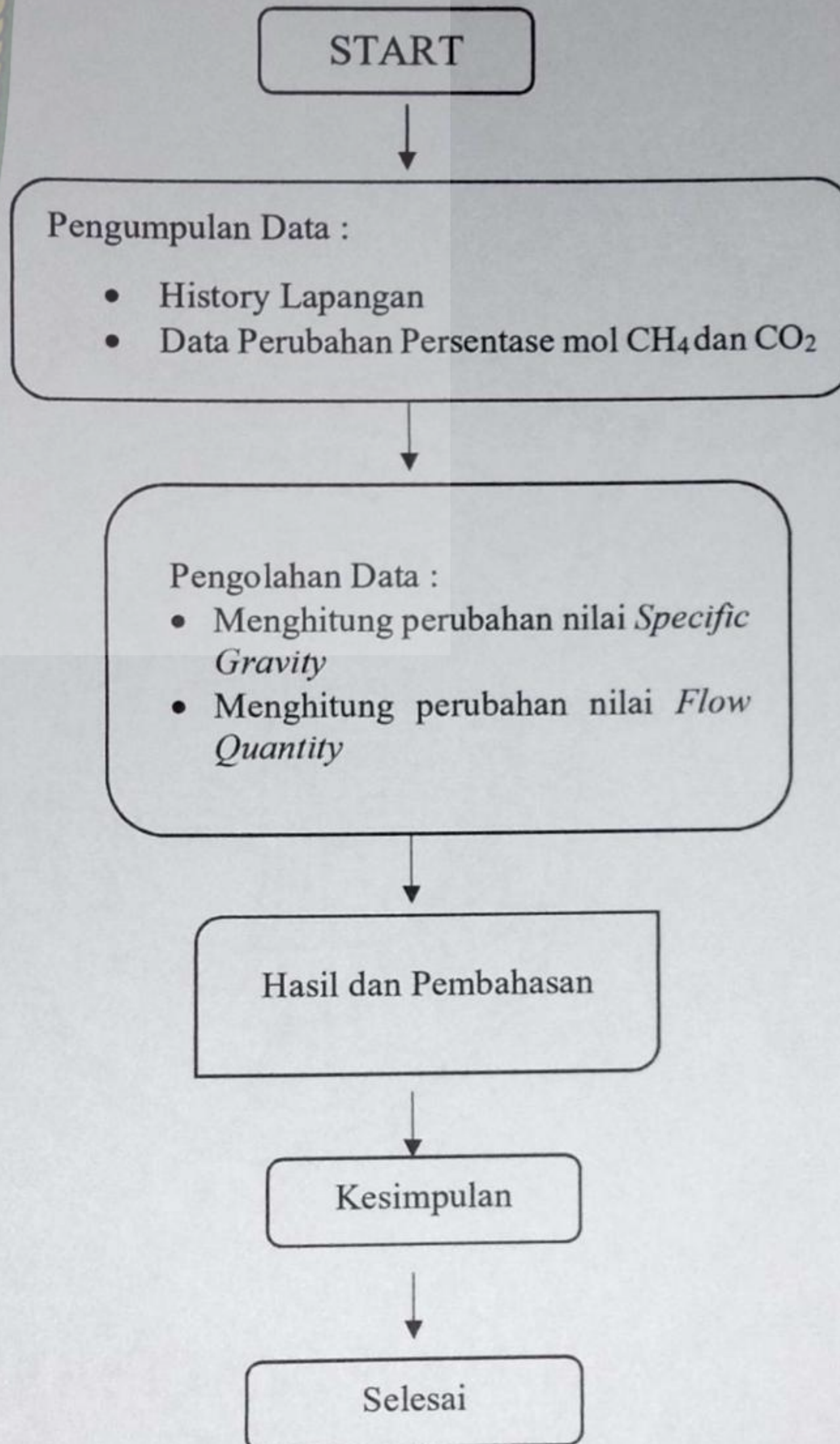
BAB III : Membahas tentang pengolahan data yang berisi perhitungan dari hasil perubahan persentase mol CH_4 dan CO_2 .

BAB IV : Membahas hasil dari analisa data perubahan persentase mol CH_4 dan CO_2 serta dampak *Unaccounted For Gas* nya.

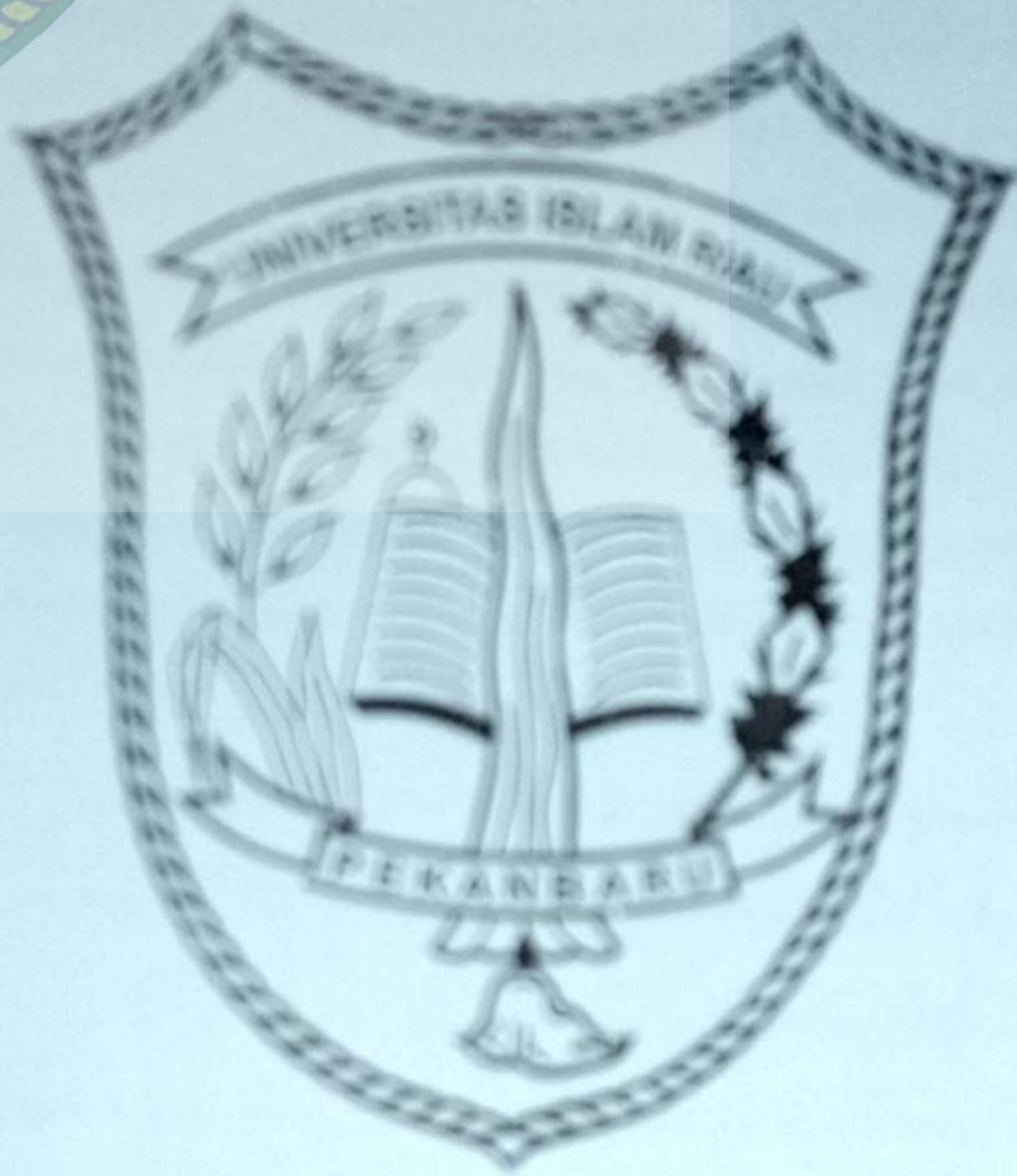
BAB V : Membahas tentang kesimpulan dan saran.



DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 1 1 Diagram alir penelitia



UNIVERSITAS ISLAM RIAU



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 MENURUT PANDANGAN ISLAM DAN UNDANG-UNDANG MENGENAI PRODUKSI GAS BUMI

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang mayoritas penduduknya muslim terbesar di dunia, memiliki sumber daya alam yang luar biasa, baik di darat maupun di laut. Hal ini membuat banyaknya ilmu terapan dan teknologi dikembangkan untuk mengelola kekayaan sumber daya alam tersebut. Contohnya seperti ilmu terapan dalam perminyakan. Melakukan eksplorasi minyak dan gas bumi untuk mengambil dan mengelolah migas bumi yang berada dibawah permukaan bumi dengan menggunakan teknologi pemboran.

Menurut pandangan islam tindakan ini tentu saja sudah ada tertuang jelas dalam Al-Quran. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Al-Quran surat Al Hadid ayat 4 yakni :

هُوَ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ فِي سِتَّةِ أَيَّامٍ ثُمَّ اسْتَوَىٰ عَلَى
الْعَرْشِ يَعْلَمُ مَا يَلِجُ فِي الْأَرْضِ وَمَا يَخْرُجُ مِنْهَا وَمَا يَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَمَا
يَعْرُجُ فِيهَا وَهُوَ مَعَكُمْ أَيْنَ مَا كُنْتُمْ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ بَصِيرٌ ﴿٤﴾

Artinya: Dialah yang menciptakan langit dan bumi dalam enam masa: Kemudian Dia bersemayam di atas 'Arsy. Dia mengetahui apa yang masuk ke dalam bumi dan apa yang keluar dari padanya dan apa yang turun dari langit dan apa yang naik kepada-Nya. Dan Dia bersama kamu di mana saja kamu berada. Dan Allah Maha Melihat apa yang kamu kerjakan (Q.S Al Hadid (57) : 4).

Pada ayat ini sudah terlihat jelas bahwa Allah SWT sudah menggambarkan penggunaan teknologi pemboran untuk mengeluarkan gas dan minyak dari dalam bumi bahkan jauh sebelum teknologi ini ditemukan. Apapun yang dilakukan manusia, baik mengelola sumber daya alam, pola kehidupan, politik, ekonomi, dan

teknologi tak lepas dari pedoman dan petunjuk yang tertuang dalam Al-Quran.

Sebagaimana Sabda Nabi Muhammad SAW :

الْقُرْآنُ حُجَّةٌ لَكَ أَوْ عَلَيْكَ

Dan Al-Qur'an itu bisa menjadi hujjah (kenikmatan bagimu) atau bisa menjadi malapetaka bagimu.

Islam sebagai Din sempurna yang memiliki seperangkat aturan yang khas terutama dalam pengelolaan sumber daya alam. Dalam konsepsi ekonomi Islam sumber daya alam yang termasuk milik umum seperti air, api, padang rumput, hutan dan barang tambang harus dikelola hanya oleh negara yang hasil dari pengelolaan sumberdaya alam tersebut harus dikembalikan untuk kesejahteraan rakyat. Islam memandang bahwasanya pengelolaan minyak dan gas bumi termasuk kepemilikan umum yang didasarkan pada sebuah hadis Nabi Muhammad SAW :

الْمُسْلِمُونَ شُرَكَاءُ فِي ثَلَاثٍ فِي الْمَاءِ وَالْكَلاِ وَالنَّارِ

Kaum muslim berserikat pada tiga hal : air, padang rumput dan api " (HR., Ibnu Majah)

Dalam kegiatan usaha minyak dan gas bumi terdapat dua sektor pengaturan yakni kegiatan hulu dan hilir. Sektor hulu mencakup penanganan eksplorasi dan eksploitasi (kontrak kerjasama). Sedangkan sektor hilir mencakup pengolahan, pengangkutan, penyimpanan dan niaga (izin usaha). Penyelenggaraan kegiatan usaha hilir dilakukan melalui mekanisme persaingan usaha yang wajar, sehat dan transparan (UU 22 tahun 2001, pasal 7 ayat 2).

Dalam proses pengukuran gas komersial bisa terjadi *Unaccounted for Gas* (UFG). *Unaccounted for Gas* (UFG) merupakan perbedaan antara gas dibeli/diterima dan gas dijual/dikirim. Penyebab *unaccounted for gas*, secara luas dikategorikan menjadi 3 yaitu kebocoran, pencurian dan kesalahan dalam pengukuran gas. Kehilangan gas karena ketidak akurasian pengukuran sering mengecoh dan sangat sulit untuk dideteksi. Biaya dan pengaruh UFG terkadang diterima saja oleh konsumen, tetapi banyak perusahaan berusaha untuk mengelola

pengaruh UFG untuk konsumen mereka. Bila terjadi deviasi 1% saja dapat mengakibatkan deviasi sekian milyar rupiah. Dalam perihal ini tertuang pada UU 22 tahun 2001 pasal 46 ayat 1 yang menyatakan bahwa Pengawasan terhadap pelaksanaan penyediaan dan pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Pengangkutan Gas Bumi melalui pipa dilakukan oleh Badan Pengatur sebagaimana dimaksud dalam Pasal 8 ayat (4).

Menurut pandangan islam dalam kasus seperti ini sudah tertuang jelas didalam Al-Quran surat An-nisa' : 29

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَأْكُلُوا ءَمْوَالِكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ اِلَّا اَنْ
تَكُوْنَ بَٰجِرَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوْا اَنْفُسَكُمْ اِنَّ اللّٰهَ كَانَ بِكُمْ

رَحِيْمًا ﴿٢٩﴾

Artinya : Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu; sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu (Q.S An-Nisa' : 29)

2.2 METER ORIFICE

Metering station adalah salah satu bagian industri hilir pengolahan gas yang berkaitan erat dengan pengukuran debit. Sistem ini mendistribusikan gas sebagai komoditi jual. Proses tersebut dikenal dengan istilah *custody transfer* dimana debit dan energi diukur secara akurat sehingga tidak menimbulkan kesalahpahaman maupun kecurangan antara pihak penjual dan pembeli. Oleh karena itu maka dibutuhkan sistem instrumentasi pengukuran yang tepat dan dapat memonitor pengukuran di lapangan (Masera,Dio 2013). Salah satu jenis alat akurat laju fluida yang digunakan di skala industri minyak dan gas bumi adalah jenis meter *orifice* yang di gunakan oleh Energi Mega Persada pada *metering* penjualan ke PLN.

Meter *orifice* adalah suatu set peralatan yang diletakkan di suatu pipa untuk menghambat aliran fluida dan menimbulkan *pressure drop*. Pengukuran laju alir (*flow rate*) didapat dari perbedaan tekanan karena adanya *pressure drop* tersebut. Metode pengukuran ini disebut inferential *flow rate* meter dimana meter *orifice* tidak langsung mengukur jumlah fluida. Namun mengukur parameter – parameter yang ada yaitu *differential pressure transmitter*, *pressure transmitter* dan *temperaratur transmitter* yang kemudian dikonversi menjadi laju alir fluida (Toni,2017).

Aliran dalam produksi dan transportasi gas bumi biasanya diukur oleh meter *orifice* karena desainnya yang sederhana dan praktik yang telah lama dilakukan. Pemasangan meter lubang dan prosedur pengukuran untuk *custody transfer* gas alam umumnya mengikuti spesifikasi dalam standar API 2530 / AGA 3. Profil kecepatan dalam sebuah meter *orifice* diketahui mempengaruhi akurasi pengukuran laju aliran. Dengan demikian, AGA 3 membutuhkan aliran dalam meter *orifice* untuk sepenuhnya dikembangkan dan bebas dari distorsi serius (Shen Joseph Js,1991). Kelebihan alat meter *orifice* adalah konstruksinya sederhana, Rancangannya mudah,harganya relatif murah, mudah dikalibrasi, tingkat ketelitian cukup baik. Sedangkan kekurangannya adalah penurunan tekanan sedang-tinggi (toni,2017).

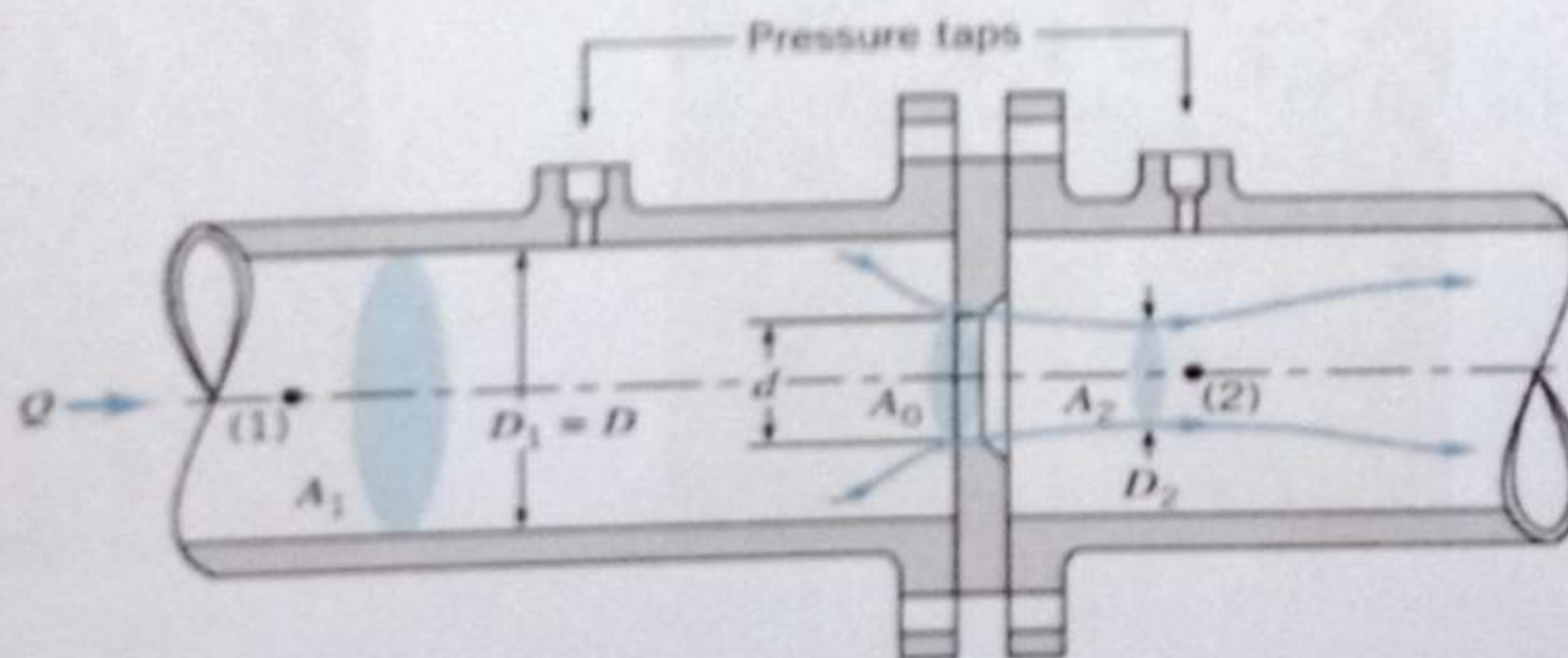
Meter *orifice* bekerja dengan mengukur beda tekanan antara tekanan tinggi dan tekanan rendah yang di akibatkan penyempitan aliran di *orifice* plate dan kemudian di konversi menjadi laju alir (Amril dkk, 2017).



Gambar 2. 1 Pola Aliran melewati *Orifice* Plate

2.2.1 Differential Pressure Flow Meter

Pengukuran tekanan diferensial adalah yang teknologi tertua dan yang pertama kali dipelajari dan disetujui untuk menjadi *custody* meter untuk gas alam. DP meter dapat beroperasi di lingkungan yang sangat keras dan juga memiliki tingkat kekokohan dan keandalan yang tinggi (Emerie dupuis,2014). *Orifice* meter kadang-kadang disebut perangkat utama penghasil diferensial. Tekanan diferensial melintasi pelat *orifice* diukur menggunakan *pressure taps* statis; dan transduser yang tepat. Dua konfigurasi *pressure taps* populer disebut *taps* flensa dan *taps* pipa. Pelat lubang konsentris dengan *pressure taps* mengarah adalah konfigurasi yang biasa ditemukan di Amerika Serikat untuk pengukuran gas alam (Paul R. Ludtke,1986).



Gambar 2. 2 Posisi *pressure tap* pada *orifice* flow meter (Munson et al., 2002)

Sistem *orifice metering* terdiri dari alat untuk mengukur penurunan tekanan yang disebabkan oleh perubahan kecepatan gas ketika melewati suatu pembatasan yang ditempatkan di dalam pipa (Beggs, 1984). Meter ini terdiri dari pelat datar tipis dengan lubang melingkar yang dikerjakan secara akurat yang berpusat pada sepasang *flensa* atau alat penahan pelat lainnya di bagian lurus dari pipa (Ikoku, 1992).

2.2.2 Pelat Orifice

Pelat *Orifice* merupakan elemen utama dari *orifice*, adapun jenisnya terdiri dari: *concentric*, *eccentric* dan *segmental*. Pemasangan *orifice plate* di lakukan dengan dua cara yakni di jepit dengan *flange* dan di masukkan ke dalam *orifice plate casing (fitting)*. Jenis yang sering yang di gunakan adalah *senior orifice fitting*, karena jenis ini dalam penggantian *orifice plate* tidak perlu mematikan aliran di karenakan *senior orifice plate* mempunyai 2 *chamber*, sehingga tidak memerlukan *by-pass*. Sedangkan untuk jenis *simplex* dan *flange* harus mematikan aliran dan memerlukan *by-pass*. Elemen kedua dari *orifice* adalah *chart recorder* yang berfungsi merekam *pressure drop* dan *static pressure* yang di timbulkan dari *orifice*. Dan yang mencatat data aliran gas selama waktu yang di perlukan (Wiryawan, 2016).



(a)



(b)

Gambar 2. 3 (a) Senior Orifice (b) Junior Orifice

Pelat *orifice* merupakan pelat yang tipis memiliki lubang di tengah. Pelat *orifice* pada umumnya dibuat dengan sudut lingkaran yang tajam siku-siku dan

dipasang konsentris dengan pipa. Pelat *orifice* memiliki banyak kelebihan, yaitu: geometri yang tersusun rapat, ekonomis, tidak adanya bagian yang bergerak, dan cocok untuk nilai laju aliran yang besar (Singh & Tharakan, 2015). Pelat *orifice* juga dapat digunakan sebagai disipasi energi pada aliran (He & Zhao, 2010). Walaupun demikian, tingkat akurasi pengukuran menggunakan pelat *orifice* masih rendah (Boom, 1991).



Gambar 2. 4 *Orifice Plate* EMP Bentu Ltd

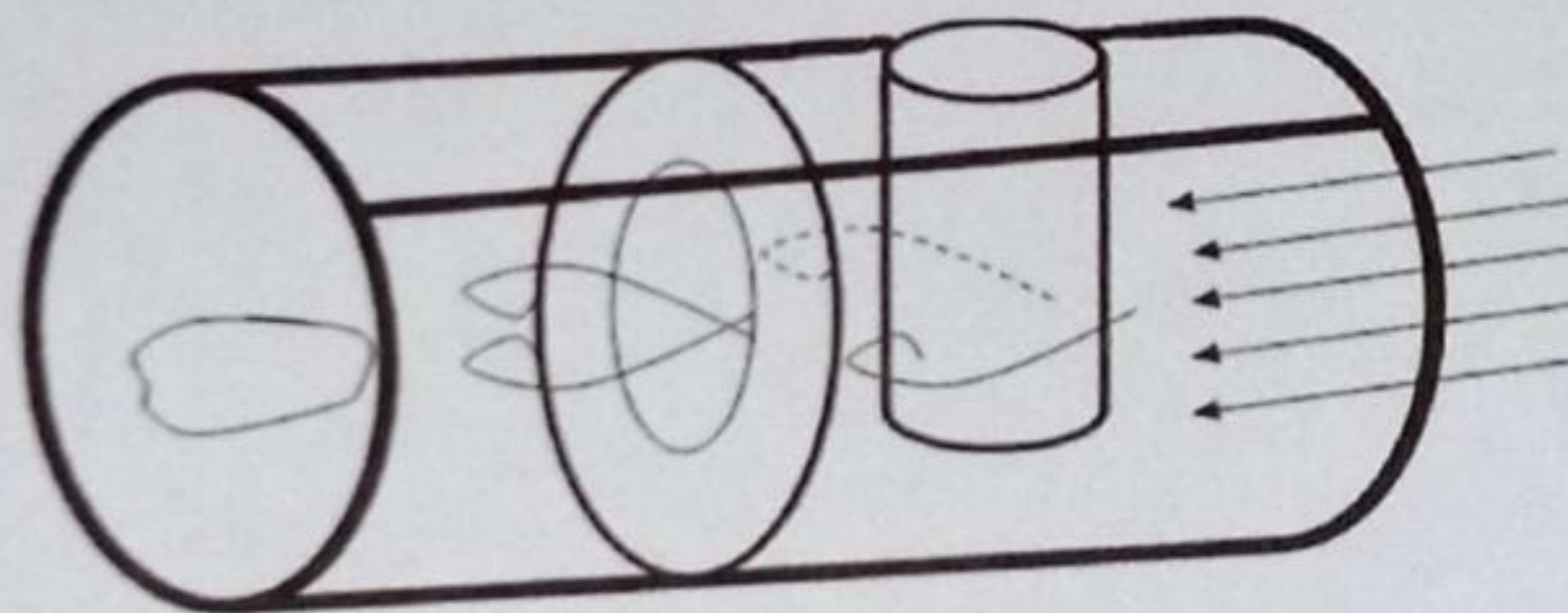
Untuk memastikan pengukuran aliran yang akurat, fluida harus memasuki pelat *orifice* dengan profil aliran yang dikembangkan sepenuhnya, bebas dari pusaran atau vortisitas. Kondisi seperti itu paling baik dicapai melalui penggunaan pengkondisi aliran dan panjang pipa lurus yang cukup sebelum dan sesudah pelat *orifice* (AGA 3, 1990). Penggunaan pelat *orifice* untuk pengukuran laju aliran membutuhkan saluran hulu lurus yang panjang karena profil kecepatan hulu mempengaruhi koefisien buangan pelat dan juga menginduksi kehilangan tekanan yang besar melalui perangkat (Gan,Guohui 1997). Dalam beberapa implementasi, disediakan *balanced restriction orifice* (BRO) yang seimbang untuk memaksimalkan kehilangan tekanan (Van Buskirk,2015).

Pelat biasanya ditempatkan di antara dua flens pipa, dan Meteran lubang terdiri dari pelat tipis dengan lubang (biasanya konsentris) di dalamnya dan taps pressure di setiap sisi pelat. Tepi depan lubang bor selalu memiliki sudut yang tajam, sedangkan tepi yang tertinggal atau hilir terkadang miring. Pelat lubang

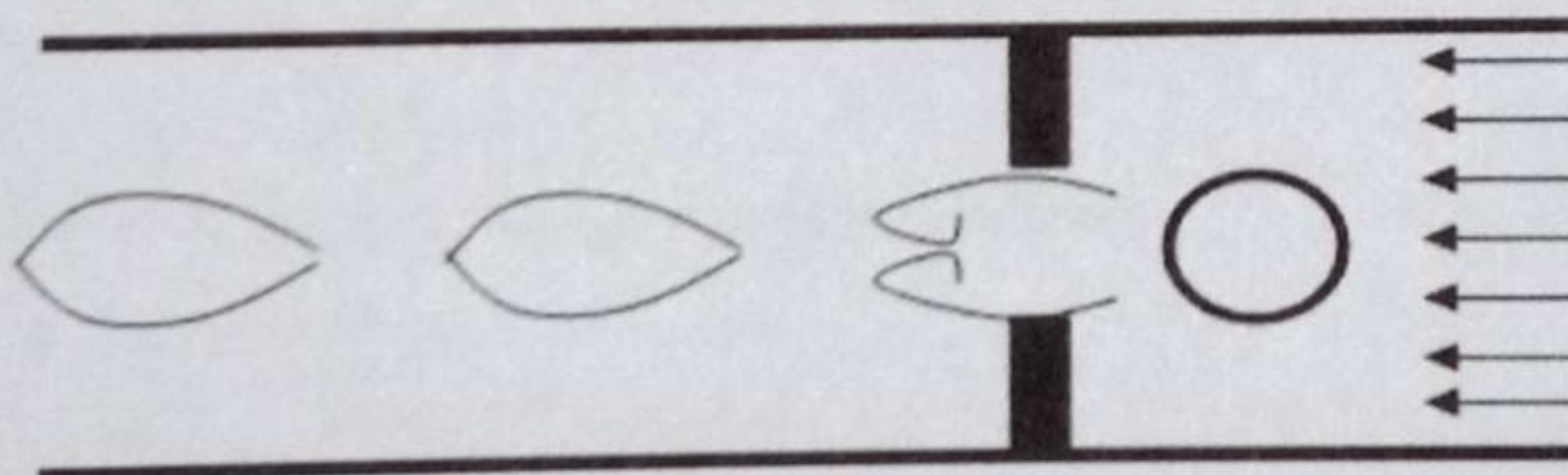
ditempatkan dengan aman dalam pipa sehingga bidang pelat tegak lurus terhadap sumbu aliran (Paul R. Ludtke,1986).

Dalam pengukuran aliran, pelat *orifice* diperkenalkan untuk membuat penurunan tekanan yang dapat kemudian diukur untuk berhubungan dengan laju aliran volumetrik. Dalam aplikasi kontrol aliran, pelat *orifice* digunakan untuk membatasi aliran fluida dengan menentukan penurunan tekanan yang dibutuhkan dalam lubang. Tujuan dasar dari pelat *orifice* yang berbeda untuk pengukuran dan aplikasi kontrol. Dalam kedua aplikasi, ukuran dari ukuran *bore orifice plate* didasarkan pada prinsip Bernoulli (Wasnik,2017).

Pada prinsipnya pelat *orifice* beroperasi dengan prinsip *Bernoulli*, kehadiran lubang di tengah aliran pipa menciptakan pengurangan di daerah aliran *cross sectional* dan karena itu penurunan tekanan balik pada pelat. Pengukuran perbedaan tekanan hulu dan hilir dari pelat langsung berkorelasi dengan total aliran massa yang mengalir melalui *orifice* (Noui-Mehidi,2017).



Gambar 2. 5 skema getaran pusaran *orifice* meter dalam representasi 3 dimensi



Gambar 2. 6 *cross-sectional* dari getaran pusaran melalui *orifice plate*

Berdasarkan persamaan Bernoulli dan kontinuitas, kecepatan fluida akan mencapai nilai tertinggi dan tekanannya terendah pada *vena contracta*. Setelah

melewati peralatan pengukur dan *vena contracta* akan terjadi penurunan kecepatan sampai pada level sebelum melewati penghalang. *Vena contracta* adalah luasan minimum yang terjadi pada bagian terdapan hilir aliran setelah penghalang oleh *orifice*. Tekanan akan kembali naik namun lebih rendah dari tekanan sebelum melewati penghalang. Keadaan ini menambah *headloss* yang terjadi dalam aliran (Nata Septiadi, Wayan, 2008).

Persamaan keseimbangan energi dapat dikurangi menjadi yang berikut saat semua istilah yang tidak berlaku dihilangkan:

$$p_1V_1 - p_2V_2 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g} \dots\dots\dots(1)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

di mana kondisi 1 dan 2 merujuk ke kondisi di pipa dan kondisi di restriksi atau lubang, masing-masing. Dengan anggapan bahwa $V_1 = V_2 = V$, menyatakan kecepatan dalam hal laju aliran, $v = q / A$ dan menyatakan perubahan tekanan dalam kepala fluida mengalir menghasilkan :

$$q = \frac{A_2}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{2 \times g \times h} \dots\dots\dots(2)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

Dimana :

q = laju aliran volumetrik

A_2 = area lubang orifis

$\beta = d_2/d_1$

g = percepatan gravitasi

h = penurunan tekanan melintasi kepala lubang,

d_1 = diameter pipa, dan

d_2 = lubang atau diameter restriksi.

Persamaan 2 dapat dimodifikasi dengan menentukan kondisi tekanan dan suhu dimana laju aliran diukur, menyatakan h dalam inci air dan termasuk faktor untuk memperhitungkan fakta bahwa kehilangan yang tidak dapat dikembalikan /diabaikan.

$$q_{sc} = 218,44 K_o d_2^2 \frac{P_f T_{sc}}{P_{sc} T_f} \left(\frac{h_w T_f}{P_f \gamma_g} \right)^{0.5} \dots\dots\dots(3)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

Dimana :

q_{sc} = laju aliran gas pada P_{sc} , T_{sc} , scf/jam,

d_2 = ukuran lubang, in.,

P_f = tekanan mengalir, psia

T_f = Temperatur aliran, °R

h_w = tekanan diferensial melintasi lubang, inci air,

γ_g = spesifik gravitasi gas (udara = 1), dan

K_o = faktor efisiensi

Modifikasi lebih lanjut biasanya dilakukan dengan menggabungkan istilah, dengan asumsi $\gamma_g = 1$, $P_{sc} = 14.73$, dan $T_{sc} = 60^\circ\text{F}$ untuk mendapatkan :

$$Q = C' \times (\sqrt{h_w \times p}) \dots\dots\dots(4)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

Dimana :

Q = standar volume per waktu

C' = konstanta,

h_w = penurunan tekanan di lubang, in

p = tekanan statis di baris, psia

'Istilah C' dikenal sebagai konstanta *orifice*, nilainya tergantung terutama pada faktor *orifice* dasar $F_b = 338,17$. Banyak istilah lain yang diabaikan atau dasarnya sama dengan satu. Nilai untuk sebagian besar konstanta ini ditabulasi untuk berbagai ukuran lubang dan kondisi aliran. Faktor-faktor F_b ditentukan secara empiris dan diperbarui secara berkala oleh AGA (Beggs, 1984).

2.2.3 Faktor Konstanta *Orifice*

American Gas Association (AGA) mendefinisikan konstanta aliran *orifice* sebagai laju aliran gas dalam cuft/jam pada kondisi dasar dimana h_w P_f sama

dengan satu. Kondisi dasar untuk temperature 60°F dan untuk tekanan 14,73 psia.

Besarnya Konstanta aliran *orifice* dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C' = F_b F_{pb} F_{tb} F_g F_{tf} F_{tb} F_r F_{pv} F_l F_m Y \dots\dots\dots(5)$$

(Sumber : ikoku, 1992)

Unsur-unsur dalam konstanta aliran *orifice* adalah sebagai berikut :

a. Faktor *Orifice* Dasar, (Fb)

Faktor *Orifice* Dasar (Fb) adalah bilangan yang menunjukkan jumlah udara tiap jam yang mengalir melalui *orifice* dalam suatu saluran tertentu, dimana tekanan dalam saluran tadi satu psia dengan beda tekanan seberang-menyeberang *orifice* adalah satu inchi tekanan air dan suhu aliran udara 60°F. Fb dapat diperoleh dari Tabel A.22 atau *flens taps* dan Tabel A.27 untuk ukuran diameter dalam pipa yang dipublikasikan (Ikoku, 1992).

b. Faktor Bilangan *Reynolds*, (Fr)

Faktor bilangan *Reynolds* (Fr) adalah faktor yang digunakan sebagai dasar untuk menghubungkan keadaan yang sebenarnya dengan kondisi yang dipakai dalam menentukan faktor *orifice* dasar.

c. Faktor Ekspansi, (Y)

Faktor ekspansi (Y) adalah faktor yang digunakan untuk mengoreksi persamaan laju aliran gas akibat perbedaan densitas gas pada waktu melewati *orifice* yaitu dari daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah.

d. Faktor Tekanan Dasar, (Fpb)

Faktor tekanan dasar (Fpb) adalah faktor yang digunakan untuk mengoreksi persamaan laju aliran gas ke kondisi tekanan dasar. Persamaan empirisnya :

$$F_{pb} = \frac{14,73}{P_b} \dots\dots\dots(6)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

e. Faktor Suhu Aliran, (Ftf)

Faktor suhu aliran (Ftf) adalah faktor korelasi untuk suhu aliran sebenarnya dari gas. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_{tf} = \sqrt{\frac{520}{T_f + 46}} \dots\dots\dots(7)$$

(Sumber : Ikoku, 1992)

f. Faktor Spesifik Gravity, (Fg)

Faktor berat jenis spesifik (Fg) adalah faktor koreksi untuk gas yang berat jenis spesifikasinya berbeda dengan udara. Dapat dihitung dengan persamaan:

$$Fg = \sqrt{\frac{1}{\gamma_g}} \dots\dots\dots(8)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

g. Faktor Suhu Dasar, (Ftb)

Faktor suhu dasar (Ftb) adalah factor yang digunakan untuk mengoreksi persamaan laju aliran gas ke kondisi suhu dasar. Dapat dihitung dengan persamaan :

$$F_{tb} = \frac{T_b}{520} \dots\dots\dots(9)$$

(Sumber : Beggs, 1984)

h. Faktor Super Kompresibilitas, (Fpv)

Faktor super kompresibilitas (Fpv) adalah factor yang digunakan untuk mengoreksi penyimpangan dari keadaan gas ideal.

i. Faktor Manometer, (Fm)

Faktor Manometer (Fm) adalah faktor yang digunakan untuk mengoreksi berat gas diatas kolom air raksa dan perubahan densitas air raksa pada suhu selain 60°F.

j. Faktor Ekspansi Termal *Orifice*, (Fa)

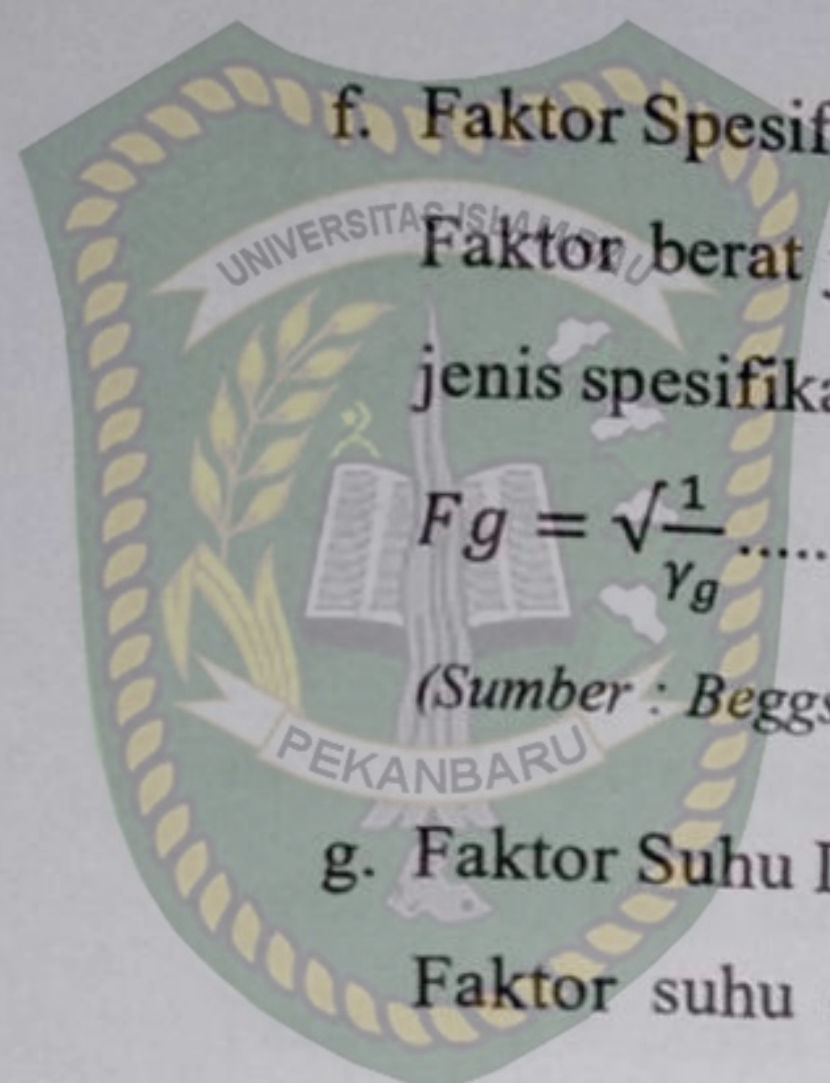
Faktor ekspansi termal *orifice* (Fa) adalah faktor yang digunakan untuk mengoreksi penyimpangan garis tengah *orifice* akibat perubahan suhu ekstrim.

k. Faktor lokasi Pengukuran, (Fl)

Faktor lokasi pengukuran, (Fl) adalah faktor yang digunakan untuk mengoreksi tempat pengukuran selain 45° garis lintang dan permukaan laut.

2.3 PRINSIP KERJA METER *ORIFICE*

Prinsip dari *orifice* adalah dengan menempatkan suatu pembatas yakni pelat *orifice* yang di tempatkan pada pipa. Pelat biasanya ditempatkan di antara dua



fiensa pipa dan statis *pressure taps* terletak di kedua sisi pelat *orifice* untuk mengukur tekanan diferensial di seluruh pelat. Tepi depan lubang bor selalu memiliki sudut yang tajam, sedangkan tepi yang tertinggal atau hilir terkadang miring. Pelat *orifice* ditempatkan dengan aman dalam pipa sehingga bidang pelat tetap lurus terhadap sumbu aliran (Paul R. Ludtke, 1986). *Orifice plate* ini menghalangi sebagian aliran gas, sehingga tekanan sisi sebelum *orifice plate* (*upstream*) akan lebih besar dari tekanan sisi sesudah *orifice plate* (*downstream*). Perbedaan tekanan inilah yang disebut *differential pressure* (Toni, 2017).

Dalam penggunaan *orifice* ini akan menimbulkan erosi akibat adanya fluktuasi dari kecepatan dimana aliran tersebut berubah kecepatan secara mendadak sehingga menimbulkan aliran turbulenta (Miftah alif, 2018). Ketika fluida melewati pelat *orifice*, tekanan sedikit bertambah di daerah *upstream* (Linford, 1961). Saat fluida melewati lubang pelat *orifice*, aliran tersebut dipaksakan untuk melalui saluran sempit. Kecepatan aliran menjadi bertambah dan tekanan berkurang sesuai persamaan *Bernoulli* (Adithya, 2017).

Sedikit bergeser ke daerah *downstream* aliran fluida mencapai tekanan minimum dan kecepatan fluida mencapai kecepatan maksimum. Pada *vena contracta* terjadi *secondary flow*. Aliran fluida kembali memenuhi pipa pada *reattachment point*. Posisi *vena contracta* dan *reattachment point* merupakan fungsi dari geometri pelat *orifice* (Eiamsa-ard et al., 2008).

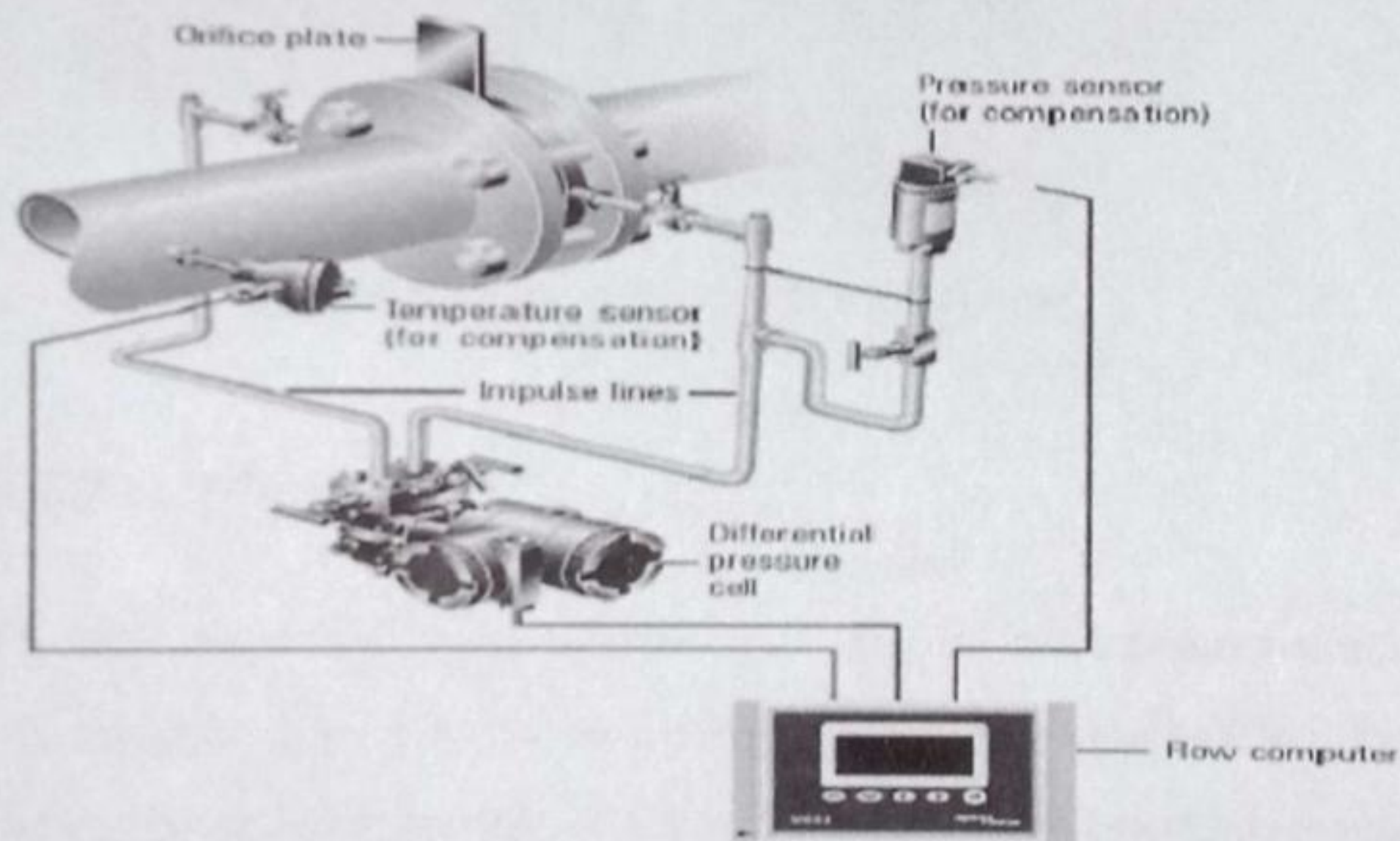
Orifice meter normal dilengkapi dengan perekam dua pena untuk mengukur tekanan statis dan diferensial. Pena diferensial biasanya digerakkan melalui sistem mekanis menggunakan manometer merkuri atau *bellow*. Dengan yang sebelumnya sedikit perubahan laju aliran mengubah level dalam manometer merkuri. Sebuah *float* besar bertumpu pada tingkat perubahan merkuri yang sesuai dan mentransmisikan gerakan ini ke pena grafik melalui sistem tuas. Meteran jenis *bellow* terdiri dari dua *bellow* yang diisi dengan beberapa cairan seperti glikol (begs, 1984).

Saat diferensial tekanan berubah, cairan ini bergerak di antara *bellow* melalui perangkat peredam, menyebabkan *bellow* mengembang atau berkontraksi. Pena digerakkan oleh batang tengah yang terhubung ke ujung bebas dari *bellow*. *Bellow*



kecil berisi cairan yang terletak di sisi tekanan tinggi berfungsi sebagai perangkat ekspansi untuk mengoreksi perubahan suhu sekitar. Kedua jenis instrumen dilengkapi dengan *valves* periksa untuk melindunginya dari tekanan diferensial yang melebihi kisaran instrumen (begs, 1984).

Ini lebih merupakan masalah dengan meter merkuri, karena tekanan diferensial yang berlebihan dapat mengeluarkan merkuri keluar dari meter, yang dapat merusak kalibrasi. katup-katup periksa yang duduk dengan lembut mencegah aliran cairan di antara *bellow*. Maka *bellow* tidak mungkin pecah karena mereka didukung secara internal oleh cairan yang terkandung di dalamnya (begs,1984). Selain itu pada meter *tube* tepatnya pada sisi *down stream* dipasang *temperature transmitter* (TT) untuk mengetahui besar suhu aliran gas yang lewat pada meter *tube* tersebut. Hasil data dari ketiga *transmitter* tersebut kemudian masuk ke *flow computer* (Junas,2015). Gambar *orifice* meter dan gambar aliran gas melewati *plate orifice* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 7 Peralatan Orifice meter (Junas,2015)

2.4 FLOW COMPUTRER

Flow Computer didefinisikan sebagai peralatan yang secara elektrik mengubah sinyal dari system pengukuran *flow* fluida menjadi sinyal yang mewakili *flowrate* fluida tersebut. *Firmware Flow Computer* memiliki kemampuan melakukan

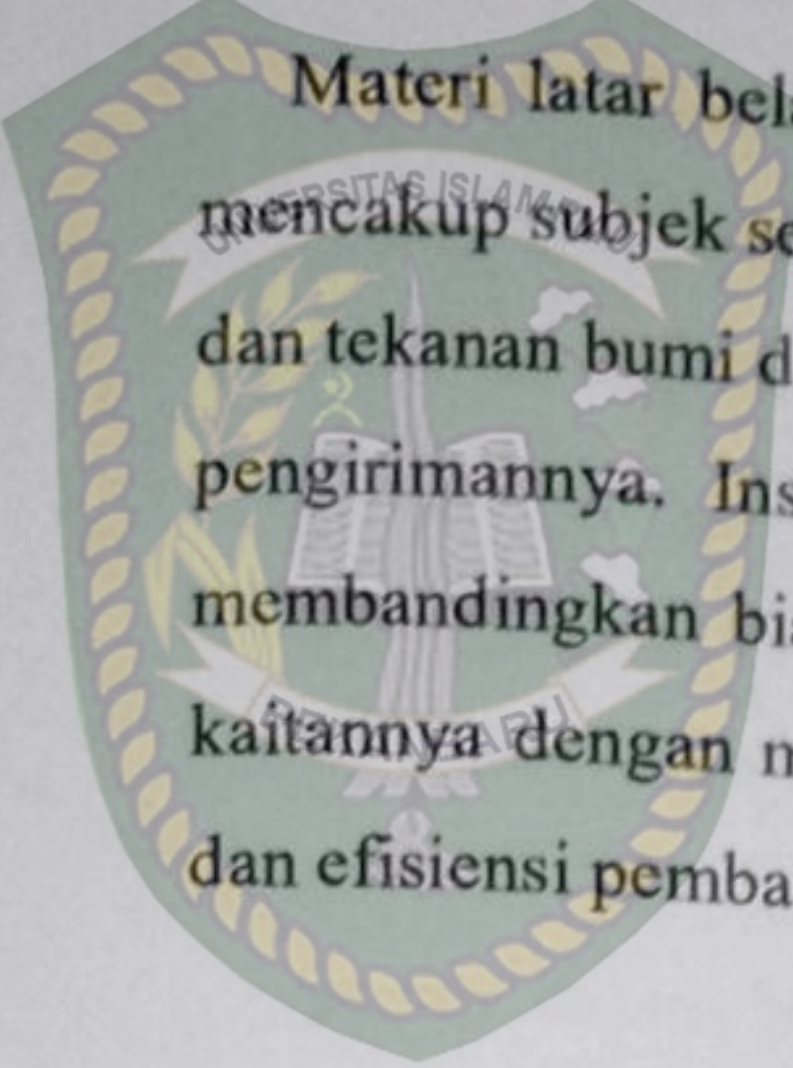
perhitungan *Orifice Flow* AGA 3 atau Perhitungan *Pulse Flow* AGA 7 menggunakan *compressibilitas* AGA 8. Juga melakukan perhitungan *flow* ISO 5167. *Flow Computer* memiliki kemampuan berintegrasi dengan sistem *Telemetry*, SCADA, DCS dan PLC. *Flow computer* memonitor dan merecord hitungan per-jam, per-hari atau per-bulan. Data *flow* dapat tersedia secara eksternal melalui *interface electronic* sehingga *computer* lain dapat mendownload informasi untuk tujuan Supervisi, Akunting atau Auditing. Contoh *flow computer* adalah Daniel 2522 *flow Computers* (Edi,2016) :



Gambar 2. 8 Flow computer (Produk Daniel)

2.5 PRODUCTION GAS

Gas alam telah digunakan secara komersial sebagai bahan bakar selama lebih dari seratus tiga puluh tahun di Amerika dan selama berabad-abad di Cina. Produksi dan distribusi gas bumi telah menjadi segmen penting dari ekonomi domestik kita. Metode teknik telah dikembangkan untuk merancang fasilitas untuk menghasilkan gas dari bumi, untuk memisahkannya dari hidrokarbon cair, dan untuk mengirimkan bahan bakar gas unggul ini ke pasaran (Katz,1959). Teknik produksi adalah bagian dari teknik perminyakan yang berupaya memaksimalkan produksi (atau injeksi) dengan biaya yang efektif (Micheal J, 2013).



Materi latar belakang yang penting bagi para insinyur di industri gas bumi mencakup subjek seperti geologi dan kejadian gas bumi. Pengetahuan tentang suhu dan tekanan bumi diperlukan untuk memprediksi kandungan gas reservoir dan laju pengirimannya. Insinyur yang bekerja di industri gas sering dipanggil untuk membandingkan biaya bahan bakar. Nilai gas alam sebagai bahan bakar dalam kaitannya dengan minyak dan batu bara ditemukan dari perbandingan nilai kalor dan efisiensi pembakaran serta konversi harga ke basis umum (Katz, 1959).

2.5.1 Natural Gas

Natural Gas adalah subkategori minyak bumi yang merupakan campuran hidrokarbon kompleks yang terjadi secara alami, dengan sejumlah kecil senyawa anorganik. Ahli geologi dan ahli kimia setuju bahwa minyak bumi berasal dari tumbuhan dan sisa-sisa hewan yang menumpuk di dasar laut / danau bersama dengan sedimen yang membentuk batuan sedimen. Proses dimana bahan organik induk diubah menjadi minyak bumi tidak dipahami. Faktor-faktor yang berkontribusi dianggap tindakan bakteri; tekanan geser selama pemadatan, panas, dan distilasi alami pada kedalaman; kemungkinan penambahan hidrogen dari sumber sedalam; adanya katalis; dan waktu (Allison dan Palmer, 1980).

Awalnya, Natural gas hanya digunakan di daerah di mana ia diproduksi, dengan kelebihan produksi dibuang ke udara atau dibakar. Ini terutama berlaku untuk gas yang diproduksi bersama dengan minyak di ladang minyak (beggs, 1984). Natural Gas komponen utama terdiri dari metana (CH_4) dengan sejumlah kecil keluarga hidrokarbon parafin, etana (C_2H_6), propana (C_3H_8), dan butana (C_4H_{10}). Konstituen non-hidrokarbon termasuk nitrogen, hidrogen sulfida, karbon dioksida, helium, dan uap air. Meskipun natural gas terjadi sebagai gas di bawah tekanan pada batuan berpori di bawah permukaan bumi, seringkali gas itu berada dalam larutan dengan minyak mentah atau kondensat. Maka dapat digambarkan sebagai bagian *volatile* dari minyak bumi (Katz, 1959).

Akumulasi natural gas dalam perangkap geologi dapat diklasifikasikan sebagai reservoir, lapangan, atau genangan. Reservoir adalah formasi bawah tanah yang berpori dan permeabel yang mengandung kumpulan hidrokarbon individu yang dibatasi oleh hambatan batuan atau air yang tidak dapat ditembus dan dicirikan oleh sistem tekanan alami tunggal. *Field* adalah area yang terdiri dari satu atau lebih reservoir yang semuanya terkait dengan fitur struktural yang sama. Kolam berisi satu atau lebih reservoir dalam struktur yang terisolasi. Sumur dalam bidang yang sama dapat diklasifikasikan sebagai sumur gas, sumur kondensat, dan sumur minyak. Sumur gas adalah sumur dengan produksi gas-minyak-ransum (GOR) lebih besar dari 100.000 scf / stb; sumur kondensat adalah yang memproduksi GOR lebih kecil dari 100.000 scf / stb tetapi lebih besar dari 5.000 scf / stb; dan sumur dengan GOR yang diproduksi kurang dari 5.000 scf / stb diklasifikasikan sebagai sumur minyak (Guo dan Ghalambor,2005).

Tabel 2 1 *Composition of a Typical Natural Gas* (Guo and Ghalambor,2005)

| Compound | Mole Fraction |
|----------------------|---------------|
| Methane | 0.8407 |
| Ethane | 0.0586 |
| Propane | 0.0220 |
| i-Butane | 0.0035 |
| n-Butane | 0.0058 |
| i-Pentane | 0.0027 |
| n-Pentane | 0.0025 |
| Hexane | 0.0028 |
| Heptanes and Heavier | 0.0076 |
| Carbon Dioxide | 0.0130 |
| Hydrogen Sulfide | 0.0063 |
| Nitrogen | 0.0345 |
| Total | 1.0000 |

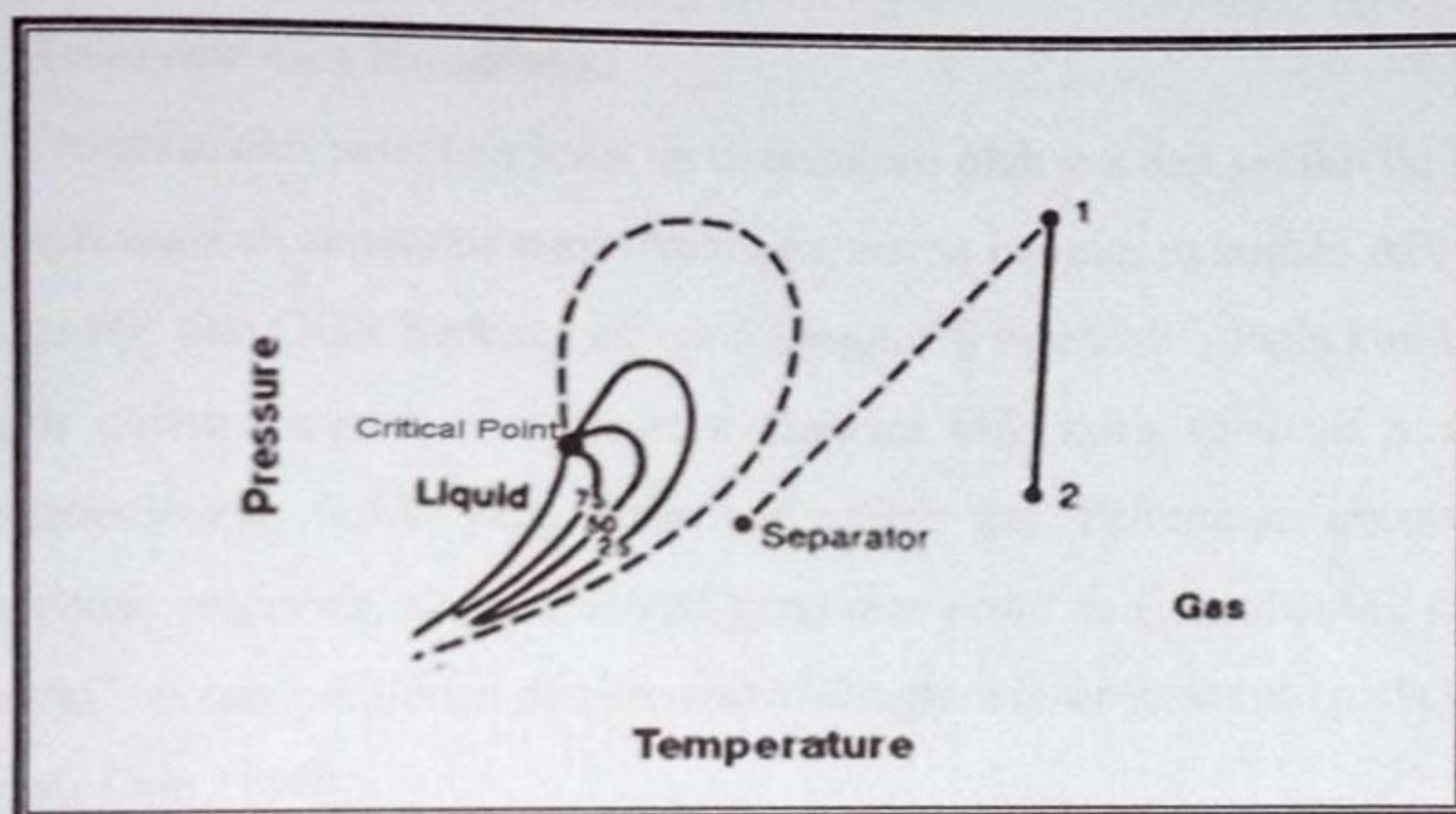
2.5.2 Reservoir Gas

Menurut fasanya, reservoir gas dibedakan secara garis besar menjadi tiga kategori, yaitu reservoir gas kering (*dry gas reservoir*), reservoir gas basah (*wet*

gas reservoir) dan reservoir gas kondensat. Klasifikasinya berdasarkan pada kondisi tekanan dan temperatur reservoir dalam hubungannya pada sistem dua fasa (gas atau liquid) didalam diagram fasa tekanan dan temperatur.

a. Reservoir Gas Kering (*Dry Gas Reservoir*)

Gas kering adalah yang paling mudah ditangani karena tidak ada cairan yang mengembun dari gas ketika bergerak dari *reservoir* ke permukaan. Komposisi gas permukaan sama dengan komposisi gas di *reservoir*, dan spesifik gravitasi gas permukaan sama dengan spesifik gravitasi gas *reservoir*. Dengan demikian, sampel gas yang diambil di permukaan dapat dianalisis dan komposisi yang dihasilkan atau spesifik gravitasi yang digunakan dalam korelasi untuk menentukan sifat-sifat gas di reservoir (McCain, 1990).

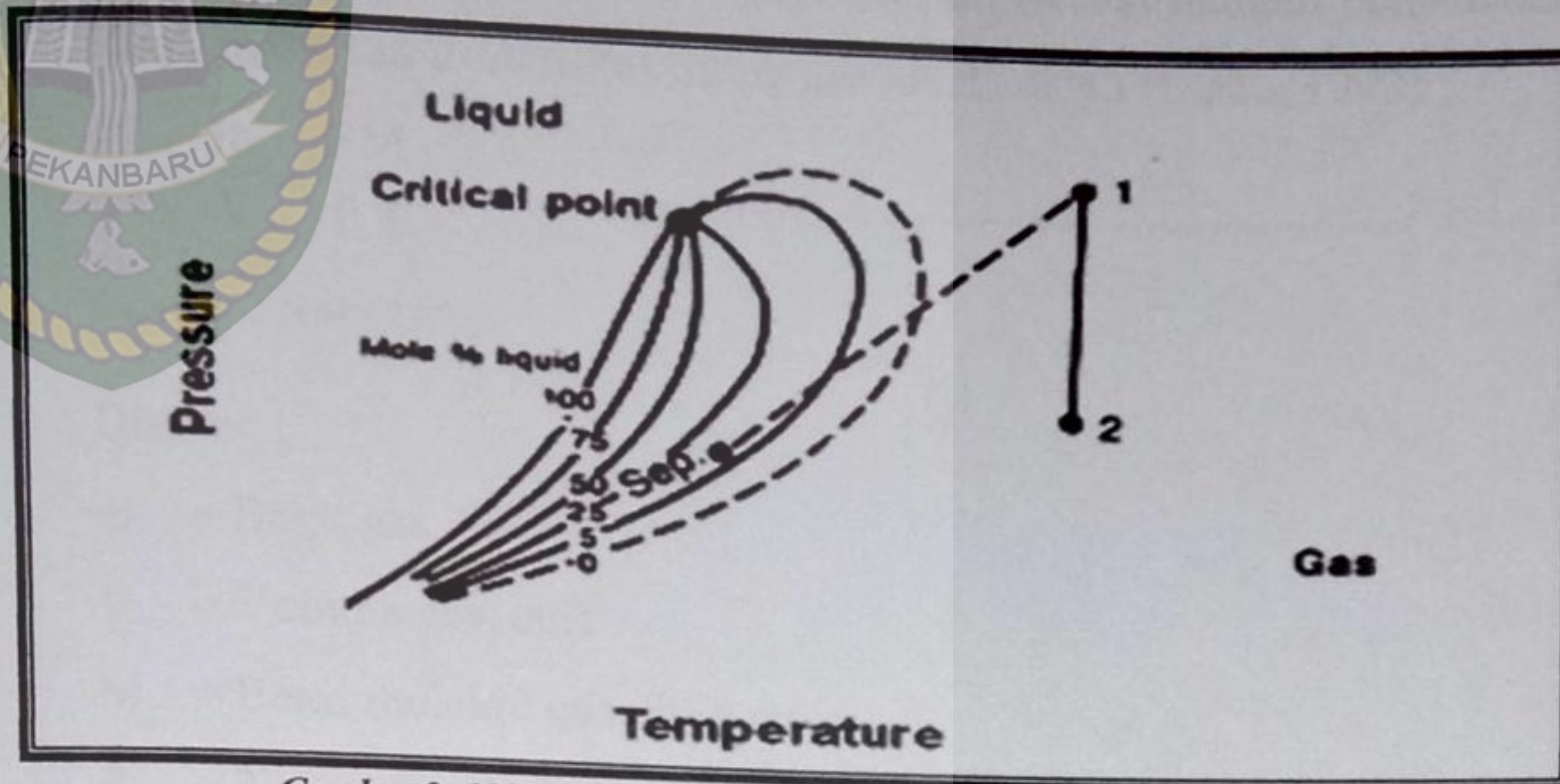


Gambar 2. 9 Diagram Fasa Reservoir Gas Kering (Tarek Ahmed, 2001)

b. Reservoir Gas Basah (*Wet Gas Reservoir*)

Secara normal reservoir gas basah akan mengandung komponen (fraksi) berat lebih besar dibandingkan *reservoir* gas kering. Jenis fluida pada kondisi *reservoir* ini adalah berupa fasa gas dan tetap dalam fasa gas pada penurunan tekanan pada temperatur *reservoir*, sehingga selama proses produksi di permukaan, temperatur mengalami penurunan yang menyebabkan kondensasi di sistem pemipaan dan separator permukaan menghasilkan campuran dua fasa,

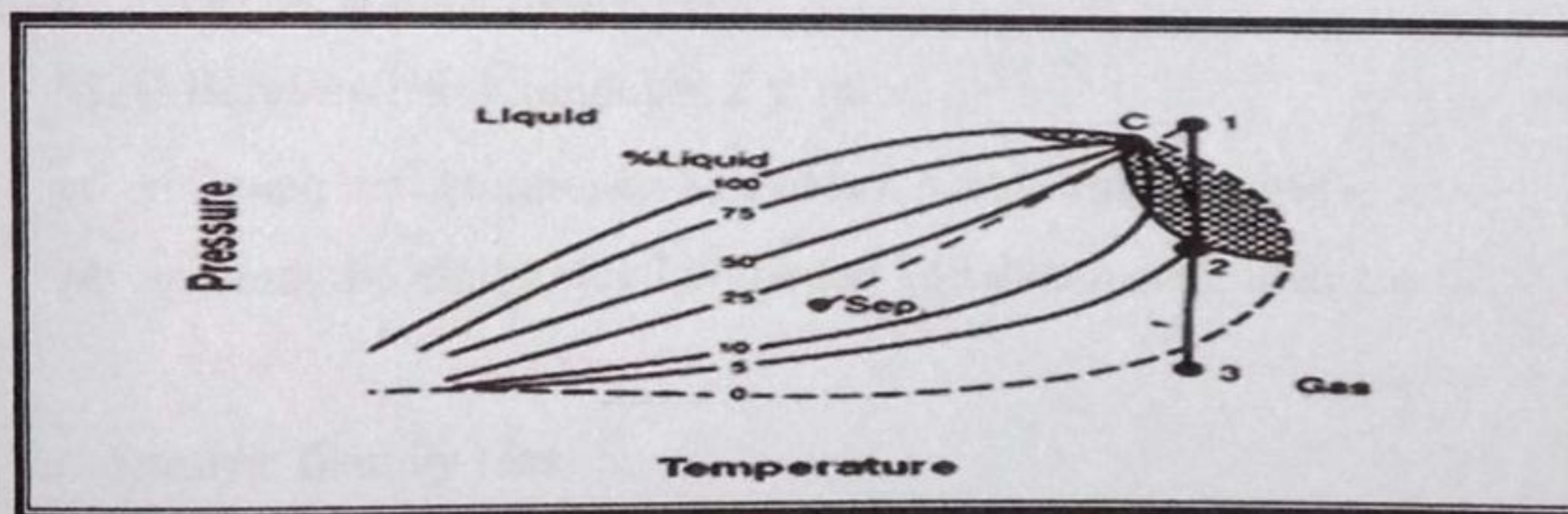
yang mengandung molekul-molekul hidrokarbon tingkat menengah. Dari Gambar 2.5 menunjukkan contoh diagram fasa untuk reservoir jenis ini (McCain,1990).



Gambar 2. 10 Diagram Fasa Reservoir Gas Basah (Tarek Ahmed, 2001)

c. Reservoir Gas Kondensat

Produksi dari reservoir jenis ini didominasi oleh gas dan sedikit liquid yang terkondensasi di separator permukaan, berwarna bening, memiliki API *gravity* hingga 60° dan GOR berkisar antara 5 hingga 70 mscf/stb¹). Pada kondisi awal seperti dalam diagram fasa terletak diantara titik kritis (*critical point*) dan *cricondentherm*, fluida yang terbentuk adalah gas. Penurunan tekanan pada temperatur reservoir, akan melewati garis *dew point* dan membentuk cairan di reservoir, sistem pemipaan dan separator. Diagram fasanya seperti pada Gambar 2.7 (McCain,1990).



Gambar 2. 11 Diagram Fasa Reservoir Gas Kondensat (Tarek Ahmed, 2001)

2.5.3 Sifat Fisik Gas

Adapun sifat-sifat fisik gas yang akan ditentukan yaitu sebagai berikut :

a. Densitas Gas

Densitas didefinisikan sebagai massa tiap satuan volume dan dalam hal ini massa dapat diganti oleh berat gas, m . Sesuai dengan persamaan gas ideal, maka rumus densitas untuk gas ideal adalah (Ikoku, 1992) :

$$\rho_g = \frac{m}{V} = \frac{PM}{RT} \dots\dots\dots (10)$$

(Sumber : Ikoku, 1992)

Dimana :

m = Berat gas, lb

V = Volume gas, cuft

M = Berat molekul gas, lb/lb mole

P = Tekanan *reservoir*, psia

T = Temperatur, °R

R = Konstanta gas = 10.73 psia cuft/lbmole °R

Rumus diatas hanya berlaku untuk gas berkomponen tunggal. Sedangkan untuk gas campuran digunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho_g = \frac{PM_a}{zRT} \dots\dots\dots (11)$$

(Sumber : Ikoku, 1992)

Dimana :

z = Faktor kompresibilitas gas

M_a = Berat molekul tampak = $\sum y_i m_i$

y_i = Fraksi mol komponen ke- i dalam suatu campuran gas

M_i = Berat molekul untuk komponen ke- i dalam campuran gas

b. *Specific Gravity Gas*

Specific gravity gas didefinisikan sebagai perbandingan antara densitas gas dengan udara pada kondisi temperatur dan tekanan yang sama. Dapat diturunkan sebagai:

$$\gamma_g = \frac{\rho_g}{\rho_{udara}} = \frac{M_a}{29} \quad (12)$$

(Sumber : McCain, 1973)

jika gas didefinisikan sebagai fraksi mol, maka SG gas dapat dirumuskan sebagai berikut

$$S_g = \frac{MW_t}{28.964} \quad (13)$$

(Sumber : Ikoku, 1992)

dimana :

γ_g = Specific Gravity

ρ_g = Densitas Gas, lb/ft³

ρ_{udara} = Densitas Udara, lb/ft³

MW_t = berat molekul komposisi gas

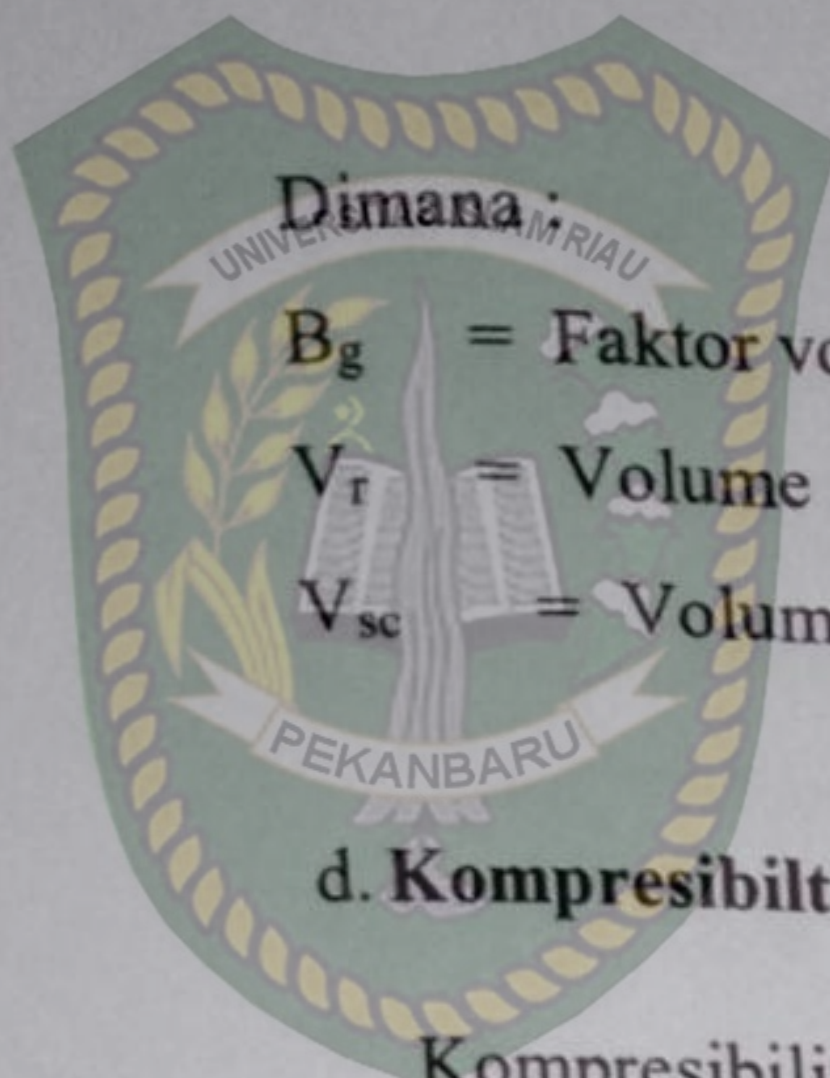
di mana MW_t adalah berat molekul komponen i, dan N_c adalah jumlah komponen. Berat molekul senyawa (MW_t) (McCain, 1973). Reservoir gas ringan adalah reservoir yang terutama mengandung metana dengan beberapa etana. Metana murni akan memiliki gravitasi sama dengan $(16.04 / 28.97) = 0,55$. Reservoir gas kaya atau berat mungkin memiliki gravitasi sama dengan 0,75 atau dalam beberapa kasus yang jarang, lebih tinggi dari 0,9 (Guo dan Ghalambor, 2005).

c. Faktor Volume Formasi Gas

Faktor volume formasi gas (B_g) didefinisikan sebagai volume dalam *barrel* pada kondisi *reservoir* yang ditempati oleh satu *standard cubic feet* (SCF) gas. Hal ini dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara volume yang ditempati oleh gas pada kondisi *reservoir* dengan sejumlah gas yang sama pada kondisi standar (14.7 psi, 60 °F). Jadi bentuk matematisnya adalah :

$$B_g = \frac{V_r}{V_{sc}} \quad (14)$$

(Sumber : McCain, 1973)



Dimana :

B_g = Faktor volume formasi gas, Cuft/SCF

V_r = Volume gas pada kondisi reservoir, Cuft

V_{sc} = Volume gas pada kondisi standar, SCF

d. Kompresibilitas Gas

Kompresibilitas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume actual yang ditempati suatu massa gas pada tekanan dan temperatur tertentu terhadap volume idealnya pada kondisi yang sama, sehingga :

$$C_g = \frac{C_{pr}}{P_{pc}} \dots \dots \dots (15)$$

(Sumber : Dadang, 2012)

Dimana :

C_g = Kompresibilitas Gas, $Psia^{-1}$

C_{pr} = Compresibility Pseudoreduced, $Psia^{-1}$

P_{pc} = Pseudocritical Pressure, $Psia$

Z disebut juga sebagai daya mampat yang merupakan besaran *empiric* yang ditentukan dengan eksperimen. Untuk gas ideal Z berharga 1 sedang untuk gas nyata Z dapat berharga lebih kecil atau lebih besar dari 1 juga dapat berharga 1, tergantung dari tekanan dan suhu yang mempengaruhinya. Faktor Z dapat dicari dengan metode CNGA yaitu sebagai berikut (Rukmana, dkk. 2012) :

$$Z_f = \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{P_{avg} \times 344400 \times 10^{(1.758 \times S_g)}}{T_f^{3.825}} \right) \right]} \dots \dots \dots (16)$$

(Sumber : Dadang, 2012)

Dimana :

Z_f = Faktor Kompresibilitas Gas

P_{avg} = Tekanan Rata – rata Gas, $Psia$

T_f = Temperature rata – rata Gas, °R

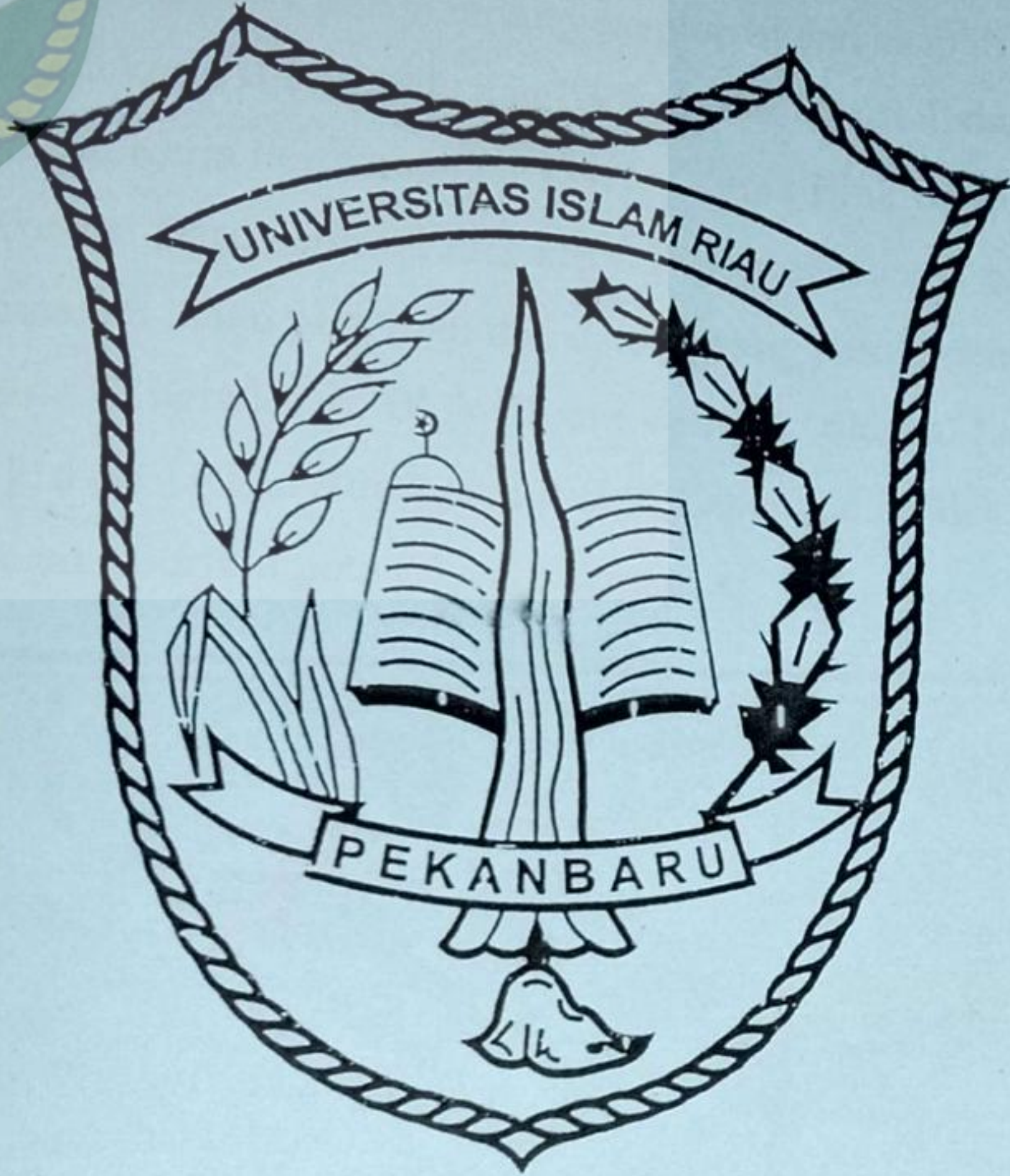
SG = Specific gravity Gas

e. Viskositas Gas

Untuk viskositas gas jika diketahui viskositas kinematik, maka akan diketahui nilai viskositas dengan persamaan sebagai berikut (Menon, E.Shashi, 2005) :

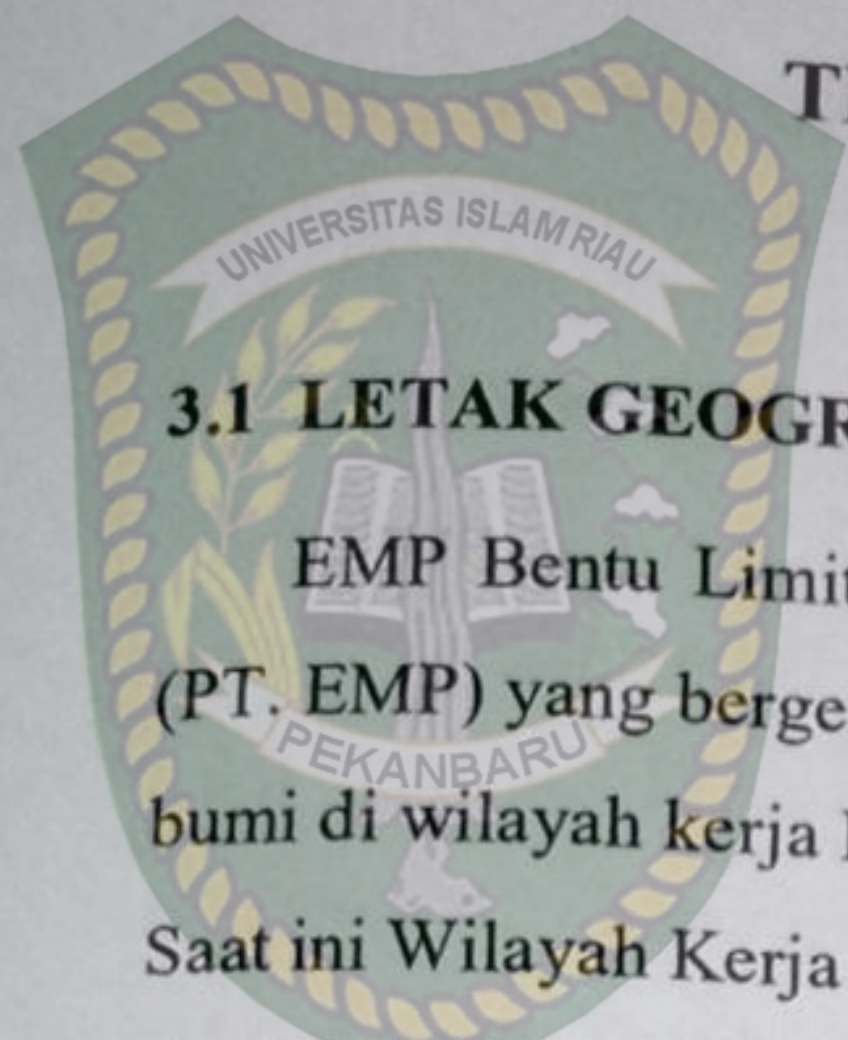
$$\mu = \frac{\sum \mu_i X_i M_i^{0.5}}{\sum X_i M_i^{0.5}} \dots\dots\dots(17)$$

(Sumber : Menon, E.Shashi, 2005)



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

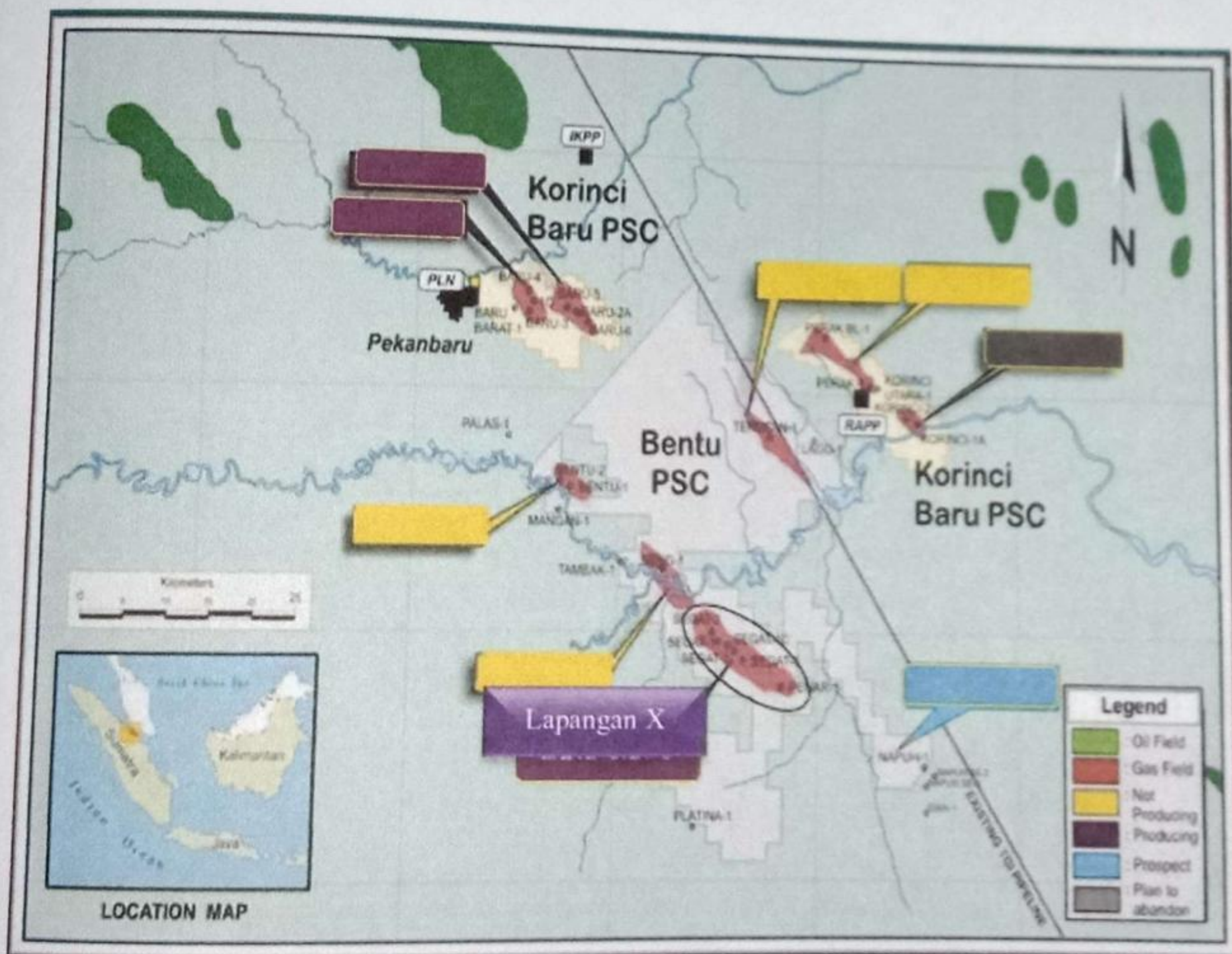
BAB III TINJAUAN UMUM LAPANGAN



3.1 LETAK GEOGRAFIS

EMP Bentu Limited merupakan anak perusahaan PT. Energi Mega Persada (PT. EMP) yang bergerak dalam bidang eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi di wilayah kerja Blok Bentu dan Blok Korinci Baru di daratan Provinsi Riau. Saat ini Wilayah Kerja Pertambangan (WKP) untuk Blok Bentu seluas 1,042.6 km² dan Blok Korinci Baru seluas 252.2 km². Topografi daerah relative datar, daerah sekitar merupakan lahan pertanian dan daerah yang jarang penduduknya.

Lapangan X berada di Blok Bentu terletak didesa Langgam, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. Ada 7 sumur aktif Lapangan X Blok Bentu, yakni Sumur Seng dan Segat. Berikut peta lokasi lapangan x:



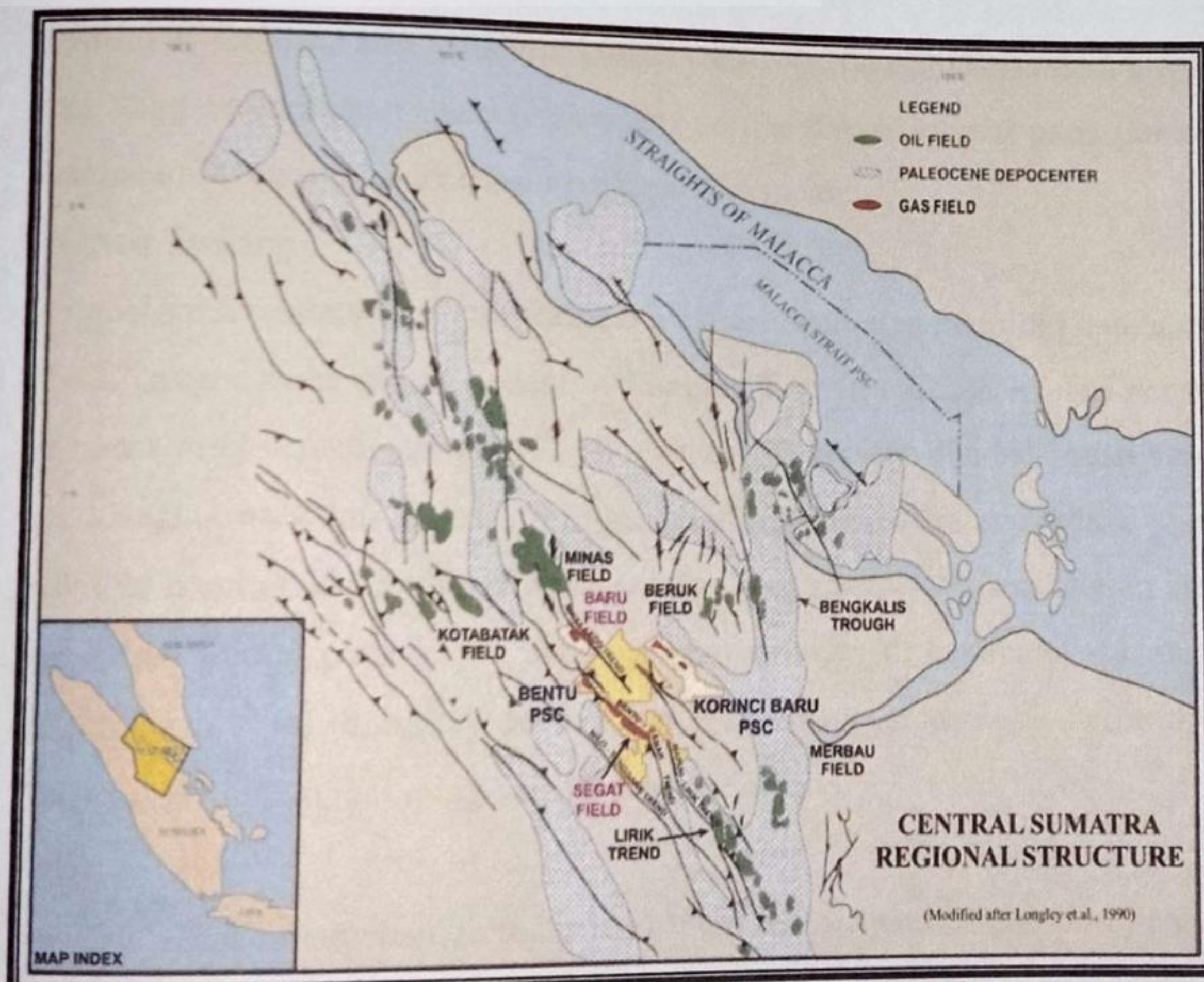
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Lapangan S.Sumber : Arsip EMP Divisi Geologi (2006)

3.2 GEOLOGI LAPANGAN

Geologi Lapangan S dapat dilihat secara teliti dengan mengetahui struktur geologi lapangan dan stratigrafi lapangannya.

3.2.1 Struktur Geologi Regional

Area Bentu PSC merupakan wilayah yang secara geologis terletak di Sumatera tengah (*central sumatera basin*). Blok ini menempati lebih kurang 30 km barat laut dari Pegunungan Barisan. Struktur pada Cekungan Sumatra Tengah terbentuk dari beberapa fase yang berbeda, mulai dari kurun Mesozoikum sampai akhir zaman Tersier. Pada kurun Mesozoikum Tengah terjadi deformasi yang menyebabkan batuan Paleozoikum termetamorfosakan, terpatahkan, terlipatkan dan disertai intrusi granit. Pada Kapur Akhir hingga Tersier Awal terbentuk struktur akibat gaya tarik dan menghasilkan graben – graben berarah relatif ke utara – selatan.



Gambar 3. 2 Struktur Geologi Regional Sumatera Tengah

Cekungan Sumatra Tengah terbentuk oleh terjadinya proses-proses tektonik. Oleh karena itu episode tektonik dalam pembentukan Cekungan Sumatra Tengah

menjadi faktor pengontrol utama pengendapan di daerah ini. Perkembangan struktur di Cekungan Sumatra Tengah terlihat dengan membagi sesar dan lipatan yang ada menjadi 4 (empat) episode pembentukan, yaitu :

- A. Episode F0 (Pra-Tersier)
- B. Episode F1 (26 Ma – 50 Ma)
- C. Episode F2 (13 Ma – 26 Ma)
- D. Episode F3 (13 Ma – Recent)

3.2.2 Stratigrafi Lapangan

Lapangan Sini terdiri dari 2 formasi gas produktif, yaitu : formasi Binio dan formasi Tualang. Dibawah ini merupakan kelompok formasi yang memiliki umur pengendapan dari yang paling tua sampai yang paling muda adalah sebagai berikut:

1. Formasi Lakat

Formasi ini tersusun atas batu pasir kuarsa yang relatif bersih dan lapisan serpih tipis yang terendapkan pada lingkungan neritik dalam sampai garis pantai. Ketebalan formasi ini bervariasi mencapai 336 meter.

2. Formasi Tualang

Formasi ini terendapkan diatas formasi lakat ini umumnya memiliki ketebalan 61-122 meter pada bagian selatan cekungan. Formasi ini terdiri dari serpih karbonat yang berselingan dengan batu lanau glaukonitan dan batu pasir yang tipis. Bagian atas dari formasi ini juga menunjukkan reflektor seismik yang baik dan menunjukkan adanya batas sekuen yang mendefinisikan bagian atas dari *basal wedge* pada siklus pengendapan sedimen di cekungan sumatera tengah. Formasi ini seringkali diinterpretasikan sebagai satuan ekuivalen waktu litologi dengan batu gamping basal Formasi Telisa.

3. Formasi Telisa

Formasi telisa merupakan formasi yang penyebaran paling luas dari semua tersier lainnya dan terendapkan pada masa tranStresi laut maksimum pada cekungan. Litologi yang menjadi ciri khas formasi ini yaitu serpih laut berfosil yang mengandung lapisan kecil batu gamping glaukonitan. Formasi ini

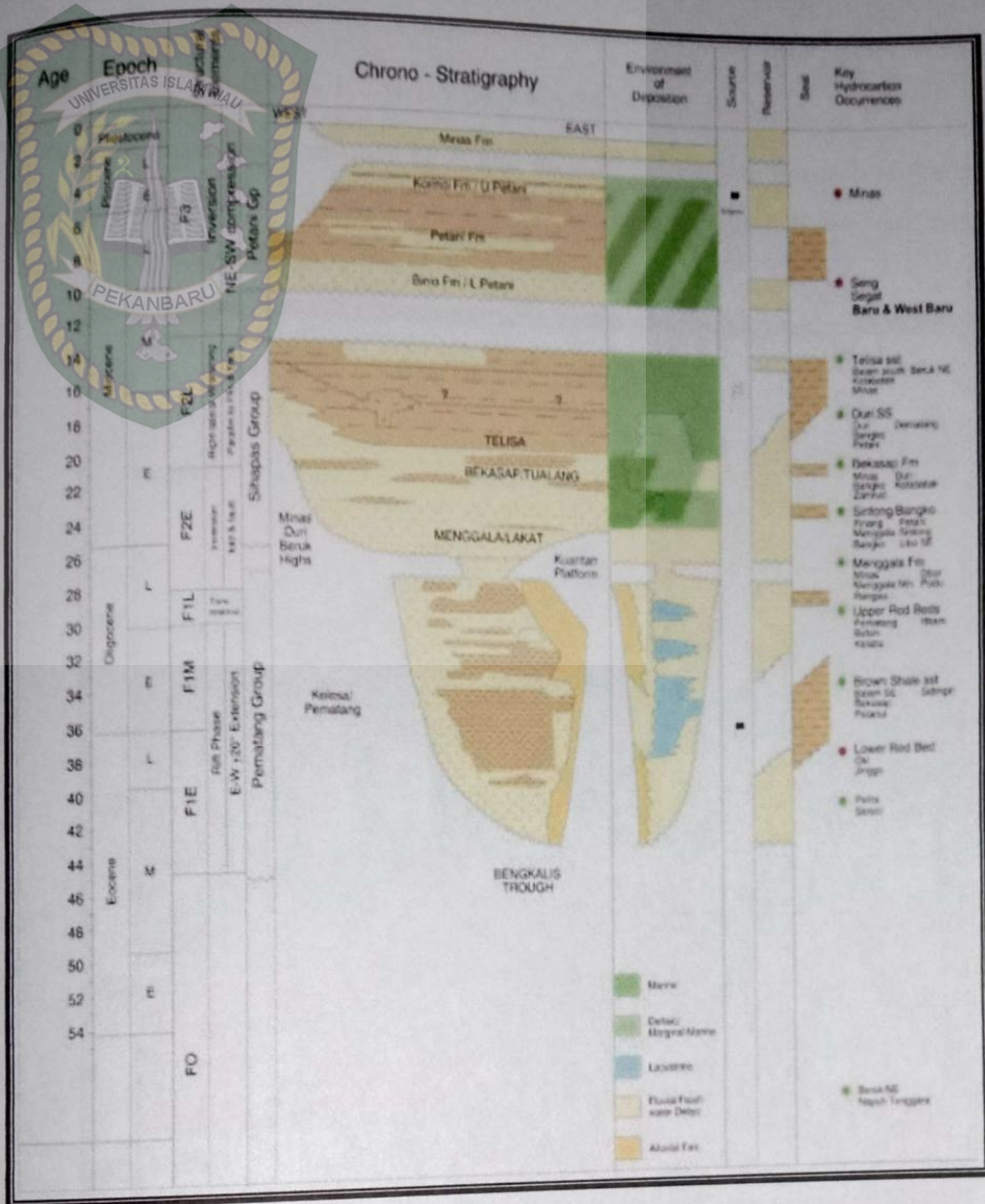
terendapkan diatas Formasi Tualang dan sebagian ujung cekungannya terendapkan langsung diatas batuan pra tersier.

4. Formasi Binio

Litologi dari formasi ini tersusun dengan batu pasir glaukonitan dan batu gamping dengan lingkungan pengendapan neritik yang semakin keatas bergradasi menjadi lingkungan laut. Bagian bawah dari formasi dan kontaknya dengan formasi korinci merupakan kontak litologi berdasarkan reflektor seismik yang kuat dan dapat dipetakan pada daerah yang luas. Formasi ini memiliki ketebalan yang sangat variasi dan relatif terhadap posisinya dalam cekungan dan memiliki tebal rata – rata 1000–1500 meter.

5. Formasi Korinci

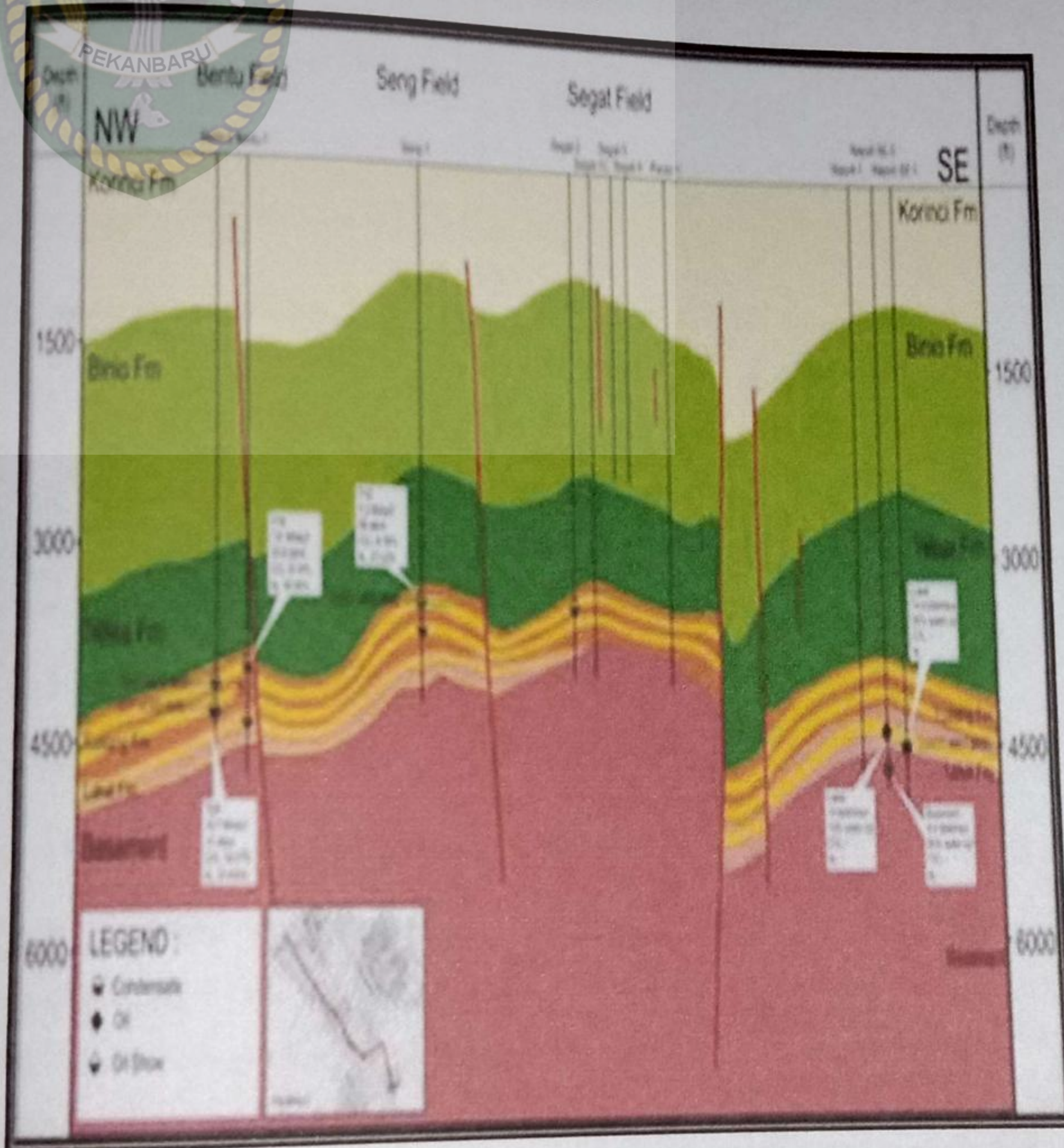
Bagian bawah formasi ini terendapkan pada laut dangkal. Pendefisian korinci sebagai suatu formasi didasarkan atas kriteria litologi. Kontak formasi ini dengan formasi binio dipilih pada korelasi log dan batuan dan dengan batubara umumnya reflektor seismik yang baik.



Gambar 3. 3 Stratigrafi Cekungan Sumatra Tengah
 Sumber : Arsip EMP Divisi Geologi (2006)

3.3 KARAKTERISTIK RESERVOIR LAPANGAN X

Jenis batuan reservoir pada lapangan ini adalah *sandstone* yang terdapat pada Formasi Binio dan Tualang. Kondisi reservoir pada lapangan X terdapat adanya patahan yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 3. 4 Kondisi Reservoir Lapangan X
Sumber : Arsip EMP Divisi Geologi(2006)

Fluida reservoir Lapangan X Lapisan Binio dan Tualang merupakan gas yang tergolong gas *Methane*. Formasi Binio merupakan target utama yang terbukti mengandung gas biogenik yang memiliki atom C_1 dengan rumus kimia C .

3.3.1 Karakteristik Batuan Lapangan S

Tabel 3 1 Sifat Fisik Batuan

| Parameter | Formasi | Nilai | Satuan |
|----------------------|---------|-------|--------|
| Porositas (ϕ) | Binio | 0,32 | % |
| Permeabilitas (k) | | 860 | mD |
| Saturasi Gas (Sg) | | 0,86 | % |

Sumber : EMP (2010)

3.3.2 Karakteristik Fluida Lapangan S

Tabel 3 2 Sifat Fisik Fluida

| Parameter | Nilai | Satuan |
|--------------------------------|-------|---------|
| Viskositas Gas | 0,012 | cp |
| Faktor Volume Formasi Gas (Bg) | 50 | SCF/STB |

3.4 SEJARAH PRODUKSI EMP BENTU

EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, merupakan anak perusahaan Energi Mega Persada, Ltd (EMP) yang bergerak dalam bidang eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi di wilayah kerja blok Bentu dan blok Korinci Baru di daratan Provinsi Riau. Sebagai Kontraktor Kontrak Kerja Sama (KKKS / *Production Sharing Contract* (PSC)) dengan pemerintah / SKKMIGAS, EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, telah mengoperasikan kedua PSC tersebut sejak awal 2004.

Untuk mengoptimalkan operasi dan pemanfaatan potensi cadangan gas secara efisien, kedua blok dioperasikan secara terintegrasi. Pada 2006 EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, telah membangun fasilitas produksi gas berkapasitas 30 MMSCFD. Sejak tahun 2004 EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, terus melakukan

upaya pengembangan pasar ke segmen konsumen yang potensial, sampai saat ini terus dilakukan pengeboran sumur serta kerja ulang (*work over*) sumur-sumur yang ada dan membangun fasilitas produksi untuk memasok keperluan konsumen.

EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, memprioritaskan produksi gas dalam upaya memasok kebutuhan pasar gas di wilayah provinsi Riau dan sekitarnya. EMP Bentu mulai memproduksi untuk memenuhi kebutuhan Perusahaan Listrik Negara (PLN) Pekanbaru pada 2007. Selain itu pasokan gas diproduksi bagi industri seperti pabrik kertas dan industri lainnya. EMP Bentu dan Korinci baru Ltd, secara agresif akan berusaha meningkatkan nilai aset cadangan gas dikedua blok tersebut, agar dapat menjadi pemasok gas utama di wilayah Riau dan sekitarnya. Hal ini diharapkan juga bisa memberikan kontribusi positif terhadap percepatan industri dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) provinsi Riau maupun Pendapatan Nasional.

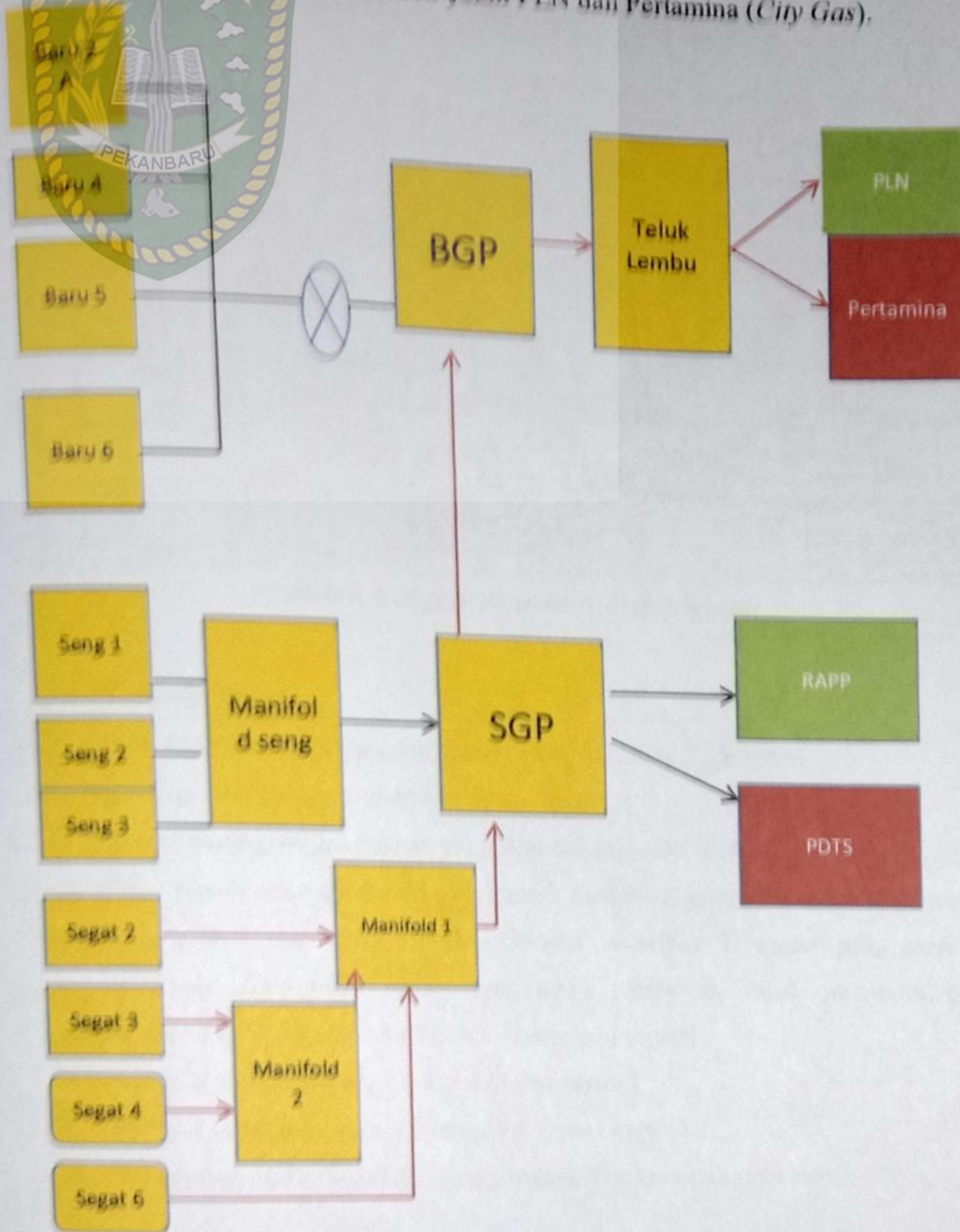
3.4.1 Operasional Produksi

EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, merupakan anak perusahaan EMP yang bergerak dalam bidang eksplorasi dan eksploitasi gas bumi di provinsi Riau. EMP Bentu dan Korinci Baru Ltd, terdiri atas 2 blok wilayah kerja yaitu blok Korinci Baru dengan luas 252 km² dan blok Bentu dengan luas 1043 km². Saat ini blok yang beroperasi dan menghasilkan gas bumi berasal dari blok Bentu.

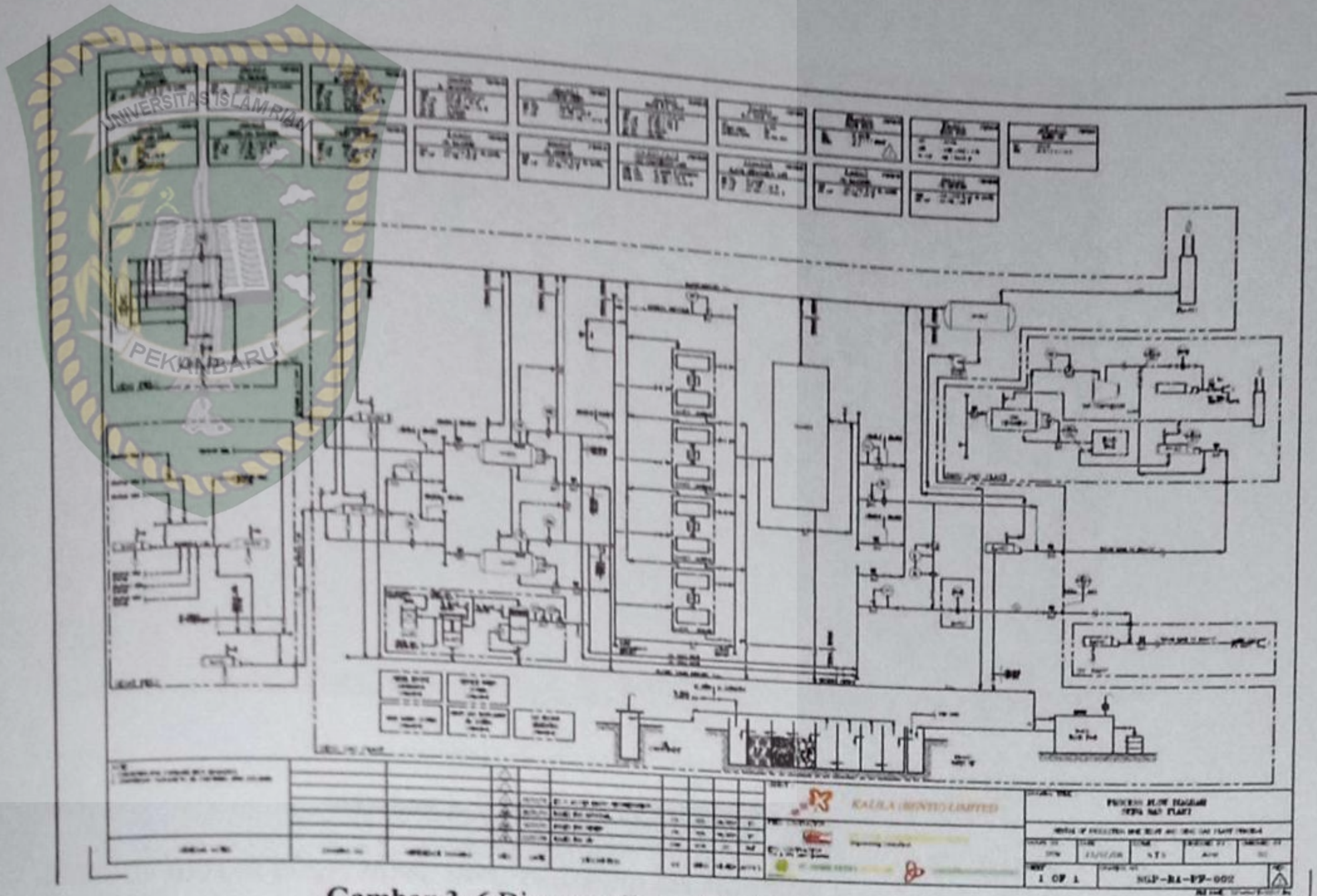
Blok Bentu memiliki 7 sumur produksi. 4 sumur berada di lapangan segat dan 3 sumur di lapangan seng. Aliran gas bumi dari 7 sumur ini dialirkan menuju *plant Seng Gas Plant (SGP)*.

Di area Lapangan SGP merupakan tempat pengumpulan gas yang berasal dari 7 *well*. 7 *well* tersebut ialah seng 1, seng 2, seng 3, segat 2, segat 3, segat 4, segat 6 yang dikumpulkan oleh *manifold* yang kemudian mengalirkannya ke SGP untuk mulai dipisahkan dari 2 fasa yaitu *liquid* dan gas dengan menggunakan 2 *separator* yang berbeda. Dari 7 *well* tersebut SGP menghasilkan gas sebanyak 52 MMSCFD, Yakni 22 MMSCFD yang berasal dari 3 sumur lapangan seng dikirim ke konsumen RAPP dan PDTS, Sedangkan 30 MMSCFD yang berasal dari 4 sumur di lapangan segat dikirim ke lapangan Baru Gas *Plant (BGP)* melalui *trunkline* 10" dengan panjang 52.000 meter dan

mengalami pemisahan kembali di *separator* untuk diteruskan ke Teluk Lembu
 Platform di mana pada konsumen yakni PLN dan Pertamina (*City Gas*),



Gambar 3, 5 Proses diagram aliran gas EMP Bentu Ltd.



Gambar 3. 6 Diagram alir produksi EMP Bentu Ltd.

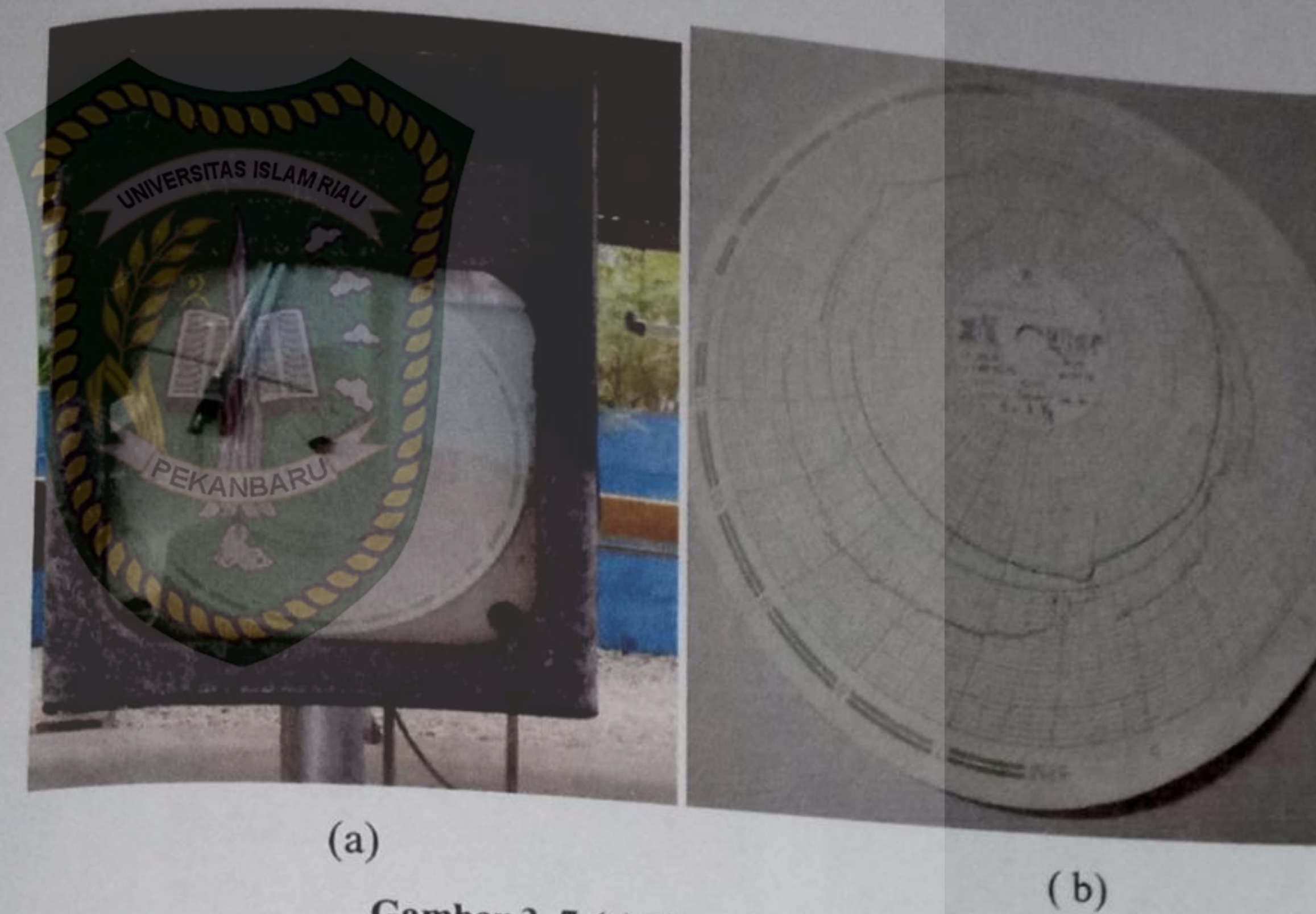
3.4.2 Custody Meter

Pada EMP Bentu Ltd, *custody* meter yang digunakan ada yakni :

A. Secara manual menggunakan *three pen recorder*.

Suatu perangkat *flow* meter yang digunakan untuk mengukur volume aliran gas (Q_g). *Barton chart* merupakan alat untuk membaca parameter seperti tekanan, temperatur, dan laju aliran fluida. Dimana memiliki 3 warna *pen*, merah menunjukkan *differensial*, biru menunjukkan tekanan, hijau menunjukkan temperatur. Di dalam *chart* barton ada komponen seperti :

- Range alat (Range yang terdapat di alat barton)
- Range *Chart* (Range yang terdapat di kertas barton)
- Satuan dari *chart* itu sendiri (yang sedang dipakai satuannya Psi)



Gambar 3. 7 (a) Three Pen Recording dan (b) Chart

Cara membaca *chart three pen recording* secara linier :

1. Sebelum membaca *chart*, terlebih dahulu lihat skala range peralatan pada alat *three pen recording*. Berapa range skala *differensial*, skala temperatur, skala tekanan.
2. Setelah itu, lihat *range* pada *chart* itu sendiri.
3. Perhatikan garis yang dibuat oleh 3 *pen* yang menggores di *chart*. Seperti pada umumnya warna parameter yang terukur berbeda beda, seperti warna merah untuk *differensial*, warna hijau untuk temperatur, warna merah untuk tekanan *static*.
4. Bacalah skala *chart* yang tersinggung oleh *pen* tersebut.
5. Kemudian masukkan kedalam rumus :

$$\text{skala yang terbaca pada chart} \times \frac{\text{Skala pada range three pen recording}}{\text{Skala pada chart}}$$
6. Misal garis warna hijau itu berada pada range skala 60. Lalu range *chart* temperature pada skala *three pen recording* itu sendiri dari 0-200. Sementara skala pada *chart* itu sendiri adalah 0-100. Maka nilai temperatur yang terbaca adalah

$$60 \times \frac{200}{100} = 120 \text{ } ^\circ\text{F}$$

B. Secara otomatis dengan cara menggunakan Komputer (*flow computer*).
Tertiary element / flow computer adalah komponen akhir dari sistem *orifice*
meter yang bekerja sebagai pengolah / penghitung parameter yang dideteksi
oleh *transmitter* menjadi volume *flow rate*.



(a)



(b)

Gambar 3. 8 (a) printout omni dan (b) flow computer



UNIVERSITAS ISLAM RIAU



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 PROSEDUR PENELITIAN

Dalam mengevaluasi pengaruh perubahan komposisi mol CH_4 dan CO_2 pada laju alir gas menggunakan *custody meter system orifice* serta dampak *unaccounted for gas (UFG)* yang ditimbulkan akibat perubahan F_g terhadap F_Q tersebut, ada beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya adalah :

1. Perhitungan karakteristik fluida
2. Perhitungan dan pembacaan nilai *differential pressure* (H_w) dan *pressure* (P_f) pada *three pen reorder* dan *flow computer*.
3. Perhitungan nilai *Constanta*.
4. Perhitungan laju alir gas (Q_g).
5. Mengkorelasikan nilai SG dan F_Q
6. Menganalisa dampak UFG yang terjadi akibat base case pada data real dilapangan X.

4.2 DATA OPERASIONAL

Data operasi yang diambil dan diolah dalam penelitian ini adalah data operasi periode tahun 2011-2017 dimana data-data nya sebagai berikut :

4.2.1 Data Produksi

Data harian produksi yang tercatat parameter terukur alat meter *orifice* adalah : *Differential Pressure* (inH₂O), *Pressure static* (Psig), *Temperature* (°F).

Tabel 4 1 Range Data Produksi pada Orifice Meter

| Data Produksi | Range Nilai |
|---|-------------|
| <i>Differential Pressure</i> (inH ₂ O) | 0-300 |
| <i>Pressure static</i> (Psig) | 0-500 |
| <i>Temperature</i> (°F) | 0-200 |

4.2.2 Data Komposisi Gas

Gambar 4 1 Report Of Analysis komposisi Gas EMP Bentu Ltd

REPORT OF ANALYSIS

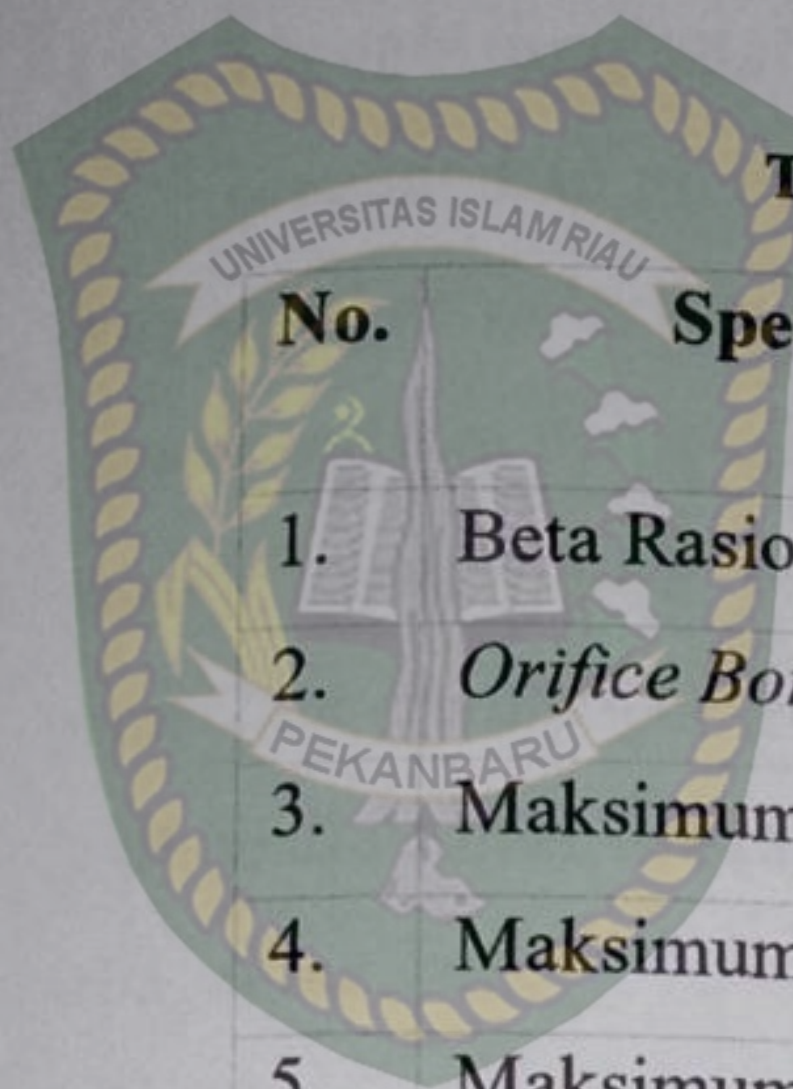
| Parameters | Units | Results | Methods |
|--|-----------|---------------------|-------------|
| - Hydrocarbon Analysis | | | |
| - Carbon Dioxide (CO ₂) | % mol | 0.280 | |
| - Nitrogen (N ₂) | % mol | 0.791 | GPA 2261-00 |
| - Methane | % mol | 98.739 | GPA 2261-00 |
| - Ethane | % mol | 0.153 | GPA 2261-00 |
| - Propane | % mol | 0.010 | GPA 2261-00 |
| - i- Butane | % mol | 0.004 | GPA 2261-00 |
| - n – Butane | % mol | 0.003 | GPA 2261-00 |
| - i – Pentane | % mol | 0.002 | GPA 2261-00 |
| - n – Pentane | % mol | 0.001 | GPA 2261-00 |
| - Hexanes | % mol | 0.017 | GPA 2261-00 |
| - Heptanes | % mol | 0.000 | GPA 2261-00 |
| - Octanes | % mol | 0.000 | GPA 2261-00 |
| - Nonanes | % mol | 0.000 | GPA 2261-00 |
| - Decanes | % mol | 0.000 | GPA 2261-00 |
| - Undecanes | % mol | 0.000 | GPA 2261-00 |
| Total | % mol | 100.000 | GPA 2261-00 |
| - Compressibility Factor (Z) | - | 0.9980 | Calculation |
| - Gas Gravity (air = 1.000) | - | 0.5613 | Calculation |
| - Heating Value, Gross (Ideal) | BTU/cuft | 1001.40 | Calculation |
| - Heating Value, Net (Ideal) | BTU/cuft | 901.73 | Calculation |
| - Hydrogen Sulfide | ppm | 0.25 | ASTM D 4810 |
| - Moisture Content (at 1 atm, 60 °F) | Lbs/mmscf | 24 (DP = - 27 °C) | Dew Point |

Sampling Point Pressure : 193 psig
 Outgoing Gas Pressure : 193 psig
 Sampling Temperature : 20°C
 Sampling Time : 10.30 WIB
 Sampling Date : December 02, 2011
 Sampling Location : Gas Metering Skid Teluk Lembu, KALILA (KORINCI BARU) LIMITED

Sumber : EMP (2011)

4.2.3 Data Spesifikasi Meter Orifice

Spesifikasi ijin penggunaan alat dari teknis meter *orifice* terpasang tersedia pada tabel 4.2. berikut :



Tabel 4 2 Spesifikasi Orifice Meter

| No. | Spesifikasi | Unit | Meter Orifice Teluk Lembu |
|-----|-------------------------|--------------------|------------------------------|
| 1. | Beta Rasio | | 0.54 |
| 2. | Orifice Bore Diameter | inchi | 4.8610 |
| 3. | Maksimum DPT | inH ₂ O | 200 |
| 4. | Maksimum PT | Psig | 600 |
| 5. | Maksimum TT | °F | 150 |
| 6. | Inside Pipe Diameter | inchi | 7,981 |
| 7. | Material Pipe | | Carbon still |
| 8. | Material Plate | | Stainles still |
| 9. | Type Of Meter | | Flange taps |
| 10. | Orifice Plate Thickness | inchi | 0.285 |
| 11. | Kapasitas Maksimum | MMscfd | |

Sumber : EMP (2017)

4.3 PERHITUNGAN KARAKTERISTIK FLUIDA

Dalam menentukan laju alir gas, perhitungan karakteristik fluida seperti *Specific gravity* gas, kompresibilitas gas dan viskositas gas perlu diketahui. Nilai tersebut digunakan pada persamaan perhitungan laju alir pada meter *orifice*. Perhitungan karakteristik fluida kompresibilitas dan viskositas gas dapat dilihat pada lampiran 1, nilai karakteristik fluida dapat dilihat pada Tabel dibawah.

Tabel 4 3 Nilai karakteristik fluida EMP Bentu Ltd

| Karakteristik Fluida | Nilai |
|----------------------|---------|
| Kompresibilitas | 0.964 |
| Viskositas | 0.01 cp |

4.3.1 Menghitung nilai *Specific Gravity* (Sg) Gas

Menentukan nilai *Specific Gravity* gas merupakan salah satu faktor yang akan dibahas dalam tugas akhir ini untuk menentukan nilai konstanta. Nilai konstanta dapat berpengaruh menentukan nilai besaran Q dalam pengukuran alat *custody meter orifice*. Faktor *Specific Gravity* yang akan dihitung yakni hanya persentase perubahan fraksi mol CH₄ (metana) dengan gas pengotornya CO₂ (karbon dioksida). Maka nilai SG gas metane dan karbon dioksida dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 4 4 Komposisi Mol Gas Plant

| Komponen | Komposisi Fraksi Mol (Y _i) | Berat Molekul Mol (M _i) | Σ Y _i M _i |
|--|--|-------------------------------------|---------------------------------|
| Hydrogen Sulfida (H ₂ S) | 0 | 34.08 | 0 |
| Carbon Dioksida (CO ₂) | 0.0024 | 44.01 | 0.105624 |
| Nitrogen (N ₂) | 0.0091 | 28.02 | 0.254982 |
| Methane (CH ₄) | 0.9841 | 16.04 | 15.78496 |
| Ethane (C ₂ H ₆) | 0.0026 | 30.07 | 0.078182 |
| Propane (C ₃ H ₈) | 0.0007 | 44.10 | 0.03087 |
| iso- Butane (i-C ₄ H ₁₀) | 0.0003 | 58.12 | 0.017436 |
| n- Butane (n- C ₄ H ₁₀) | 0.0002 | 58.12 | 0.011624 |
| Iso- Pentane (i-C ₅ H ₁₂) | 0.0002 | 72.15 | 0.01443 |
| n- Pentane (n-C ₅ H ₁₂) | 0.0001 | 72.15 | 0.007215 |
| Xehane (C ₆ H ₁₄) | 0.0004 | 86.00 | 0.0344 |
| Jumlah | 1 | | 16.339723 |

Sumber : EMP(2013)

Setelah mendapatkan berat molekul gas campuran adalah sebesar 16.339723 maka nilai dari SG gas dapat dicari dengan menggunakan persamaan 12 sebagai berikut :

$$\gamma_g = \frac{M_a}{29}$$

$$\gamma_g = \frac{16.339723}{29}$$

$$\gamma_g = 0,5634387 \text{ (SG Real data lapangan)}$$

A. Simulasi Perubahan komposisi gas CH₄ dan CO₂ terhadap SG

Simulasi skenario perubahan persentase mol komposisi gas CH₄ (methane) dan CO₂ (karbon dioksida) sebagai zat pengotornya ini dilakukan untuk menunjukkan ada/tidaknya perubahan pada SG gas dan nanti akan dapat terlihat perubahan SG gas tersebut berdampak atau tidaknya dalam perubahan Fg dan nilai *constant* itu sendiri. Skenario ini dilakukan untuk menganalisa Ketepatan faktor-faktor sangat dibutuhkan agar pengukuran laju alir gas akurat. Salah satunya adalah kualitas gas/komposisi gas. Perubahan kualitas gas dapat menyebabkan berubahnya relatif *density* gas dan dapat menimbulkan UFG. Berikut range persentase mol komposisi natural gas menurut ASTM-D1945 :

Tabel 4 5 Persentase Mol Komposisi Natural gas (ASTMD-1945)

| Component | Mol % |
|------------------|-------------|
| Helium | 0.01 to 10 |
| Hydrogen | 0.01 to 10 |
| Oxygen | 0.01 to 20 |
| Nitrogen | 0.01 to 100 |
| Carbon dioxide | 0.01 to 20 |
| Methane | 0.01 to 100 |
| Ethane | 0.01 to 100 |
| Hydrogen sulfide | 0.3 to 30 |
| Propane | 0.01 to 100 |
| Isobutane | 0.01 to 10 |
| n-Butane | 0.01 to 10 |
| Neopentane | 0.01 to 2 |
| Isopentane | 0.01 to 2 |
| n-Pentane | 0.01 to 2 |
| Hexane isomers | 0.01 to 2 |
| Heptanes+ | 0.01 to 1 |

Berdasarkan *range* tabel diatas, maka penulis mengasumsikan skenario perubahan persentase mol komposisi CH₄ mengalami penurunan 5 % dari data real lapangan dan CO₂ mengalami kenaikan 5 %. Namun tidak melewati dari patokan *table* komposisi natural gas diatas. Untuk perhitungan nilai dari simulasi SG nya dapat dilihat pada lampiran 2. Maka didapat lah hasil perubahan SG seperti terlihat pada table berikut :

Tabel 4 6 Skenario Perubahan nilai komposisi Mol gas terhadap nilai SG

| Skenario | CH ₄ (%) | CO ₂ (%) | SG |
|---------------|---------------------|---------------------|-------|
| Base case (0) | 98,41 | - | 0.564 |
| 1 | 93,41 | 5 | 0.611 |
| 2 | 88,41 | 10 | 0.659 |
| 3 | 83,41 | 15 | 0.707 |

4.4 PERHITUNGAN LAJU ALIR GAS

Untuk menghitung besar nilai laju alir gas menggunakan meter *orifice* seperti pada persamaan 4, maka harus diketahui hal sebagai berikut ini :

4.4.1 Menghitung Hw dan Pf

Untuk nilai Hw dan Pf didapat dari pembacaan dan perhitungan pada *chart* yang terdapat pada *three pen recorder* yang mengukur laju gas pada meter *orifice*.



Gambar 4 2 Gambar *Chart* pada *Three pen recorder* Emp Bentu Ltd.

Dimana Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{skala yang terbaca pada chart} \times \frac{\text{Skala pada range three pen recording}}{\text{Skala pada chart}}$$

Dari Rumus diatas, maka kita dapat mengambil nilai rata-rata pada data real dilapangan X sebagai berikut :

Tabel 4 7 Data Rata-rata Produksi Lapangan X

| Data Produksi | Nilai Rata-rata |
|---|------------------------------|
| Differential Pressure (inH ₂ O) (Hw) | 70,4776 |
| Pressure static (Psig) + 14,27 (Pf) | 321,67 + 14,27 = 335.94 psia |

Sumber : EMP (2013)

4.4.2 Menghitung Constanta meter Orifice

Untuk menghitung nilai Q pada custody meter sistem Orifice ini menggunakan rumus pada persamaan 4. Namun sebelum menghitung nilai Qg terlebih dahulu mencari nilai Constanta. Untuk mencari nilai constanta maka dapat menggunakan persamaan 5. Sebelum Mencari nilai constanta terlebih dulu kita mencari nilai Fg. Maka nilai Fg dapat dihitung sebagai berikut :

Tabel 4 8 Nilai Constanta pada lapangan X

| | | | | | | | | | | |
|-----------|----|----|-----|-------|-------|------|------|--------|---------|--------|
| Fb | Fm | Fi | Ftb | Fpb | Ftf | Fg | Fr | Fa | Y | Fpv |
| 3368,6152 | 1 | 1 | 1 | 1.005 | 0.981 | 1.33 | 1.00 | 1.0002 | 0.99619 | 1.0185 |

Sumber : EMP (2013)

Cari nilai Fg dengan persamaan 4 seperti berikut :

$$Fg = \sqrt{\frac{1}{\gamma_g}}$$

$$Fg = \sqrt{\frac{1}{0,5634387}}$$

$$Fg = 1.33222219051$$

Setelah nilai Fg diketahui, carilah nilai konstanta dengan persamaan 5 seperti berikut :

$$C = F_b \times F_m \times F_i \times F_{pb} \times F_g \times F_{tf} \times F_{tb} \times F_r \times F_{pv} \times F_a \times Y$$

$$C = 5204,712 \times 1 \times 1,0442 \times 1,3327 \times 0,9232 \times 1,001 \times 1,0002 \times 1,0185 \times 0,9986 \times 0,9981 \times 0,9976$$

$$C = 1074,317354$$

4.4.3 Menghitung Laju Alir Gas

Setelah C diketahui, maka Q dapat dihitung dengan persamaan 4:

$$Qg = C \times (\sqrt{hw} \times Pf)$$

$$Qg = 1074,317354 \times (\sqrt{70,4776} \times 335,94)$$

$$Qg = 165306,1469 \text{ scf/hours}$$

$$Qg = 0,165306 \text{ MMSCF/hours}$$

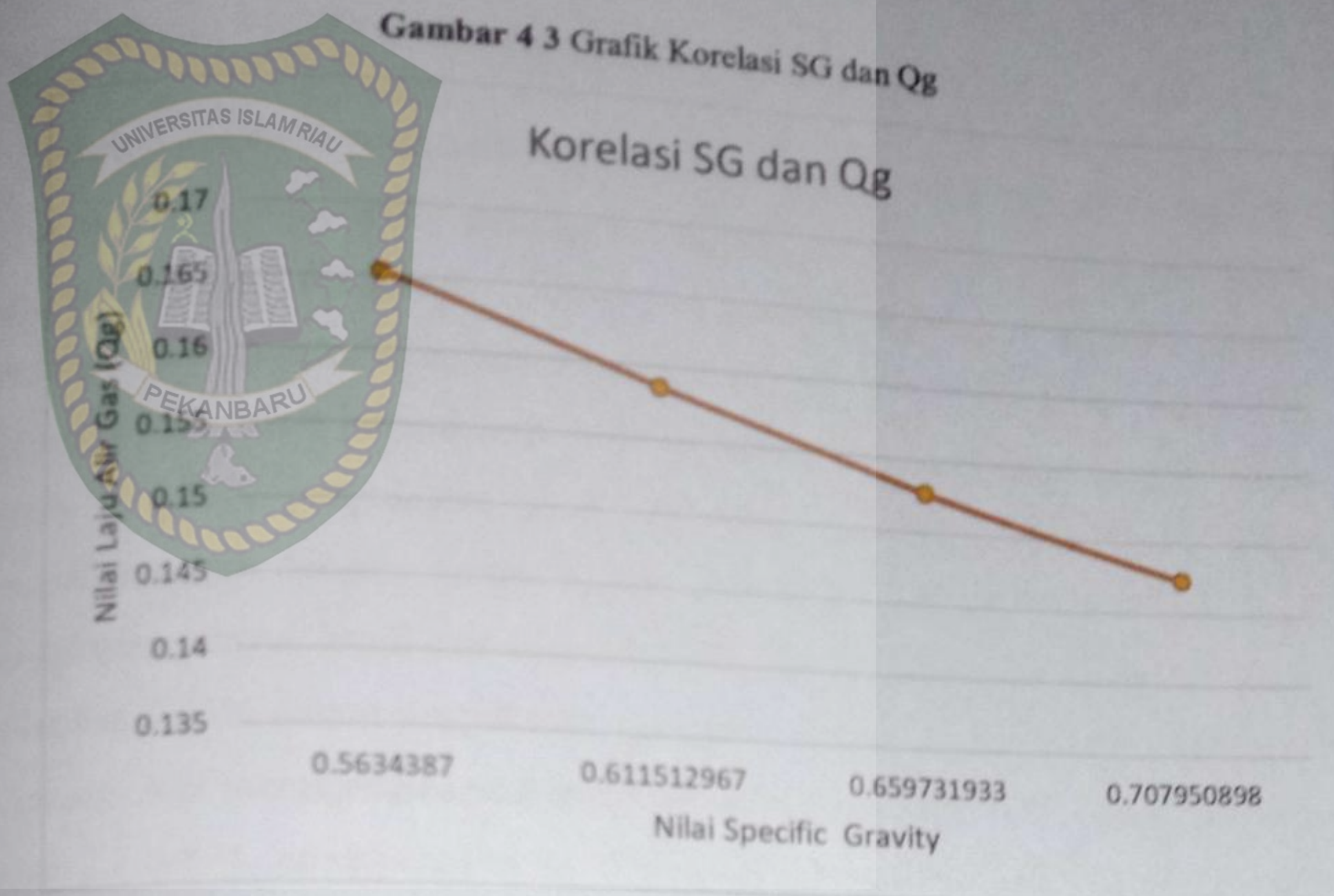
4.5 KORELASI Sg dan Qg

Dari perhitungan sebelumnya didapat lah nilai *Specific Gravity*, Faktor *Gravity*, *Constanta*, dan Qg . Kemudian masukkan nilai *specific gravity* dan Qg tadi seperti table dibawah ini :

Tabel 4 9 Nilai *Specific Gravity* dan *Quantity Gas*

| Skenario | <i>Specific Gravity</i> | Qg |
|---------------|-------------------------|----------|
| Base Case (0) | 0,5634387 | 0,165306 |
| 1 | 0,611512967 | 0,158608 |
| 2 | 0,659731933 | 0,152703 |
| 3 | 0,707950898 | 0,147357 |

Dari data table tersebut dibuatlah sebuah grafik korelasi yang menunjukkan hubungan antara SG dan FQg (laju alir gas) sebagai berikut :



Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *specific gravity* maka semakin kecil pula nilai *flow quantity* yang didapat. Nilai *specific gravity* ternyata memiliki pengaruh dalam besaran nilai Q. Pada table 4.6 dapat dilihat pula jika persentase komposisi gas metana berkurang dan kandungan komposisi CO₂ sebagai zat pengotor meningkat maka akan menyebabkan besarnya nilai *specific gravity* yang didapat.

4.5.1 Pengaruh *Specific Gravity* terhadap *Gross Heating Value* (GHV)


Gross Heating value (GHV) adalah harga panas yang dihasilkan oleh bahan bakar gas. Oleh sebab itu, harga *gross heating value* pada bahan bakar gas menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam menentukan harga dan kualitas bahan bakar gas yang dihasilkan. Harga *gross heating value* yang semakin besar juga sebanding dengan nilai *specific gravity* gas alam tersebut. Untuk nilai *specific gravity* yang semakin tinggi maka *gross heating value* nya juga semakin tinggi. Dengan demikian akan menghasilkan bahan bakar gas yang berkualitas tinggi. Sebaliknya, apabila *specific gravity* yang semakin rendah, maka nilai *gross value* nya semakin rendah yang akan menghasilkan bahan bakar gas yang berkualitas rendah pula (Mestika,2009).

4.6 DAMPAK UNACCOUNTED FOR GAS (UFG)

Sebagai gas alam yang terus semakin dikenal dalam bauran energi global, dan terus dihargai, dan telah datang ke tingkat dimana meningkatkan akurasi pengukuran yang diinginkan. Dalam era peningkatan biaya produk, menjadi penting bahwa langkah-langkah harus diletakkan di tempat untuk mengurangi ketidakpastian dalam pengukuran. Industri ini masih harus menghilangkan sekitar 0,65% - 1,00% pengukuran yang sistematis ketidakpastian intrinsik dalam pengukuran gas dengan sistem *orifice metering*. Diiijinkan kesalahan dalam pengukuran minyak bumi cair adalah 0,05%. Hal ini relevan untuk dicatat bahwa kesalahan 0,65% dalam pengukuran gas (yang sampai sekarang tidak signifikan) sekarang akan menerjemahkan dengan kerugian lebih dari US \$ 20 Juta per tahun dalam 2,8 bcf / kontrak pasokan gas d nominal sebesar US \$ 3,00 / Mscf, dan lebih US \$ 2 (Ogwo,2014).

Dalam proses pengukuran gas komersial bisa terjadi *Unaccounted for Gas* (UFG). *Unaccounted for Gas* (UFG) merupakan perbedaan antara gas dibeli/diterima dan gas dijual/dikirim. Kehilangan gas karena ketidak akurasian pengukuran sering mengecoh dan sangat sulit untuk dideteksi. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pengukuran gas diantaranya komposisi gas. Perubahan kualitas gas dapat menyebabkan berubahnya *relatif density* gas dan dapat menimbulkan UFG. Bila terjadi deviasi 1% saja dapat mengakibatkan deviasi sekian milyar rupiah.

Pada *flowcomputer* EMP Bentu, komposisi gas tidak dikoneksikan dengan online gas *chromatograph* dan analisa gas dilakukan dengan sampel diuji di laboratorium sebulan sekali. Hasil analisa gas ini juga tidak diinput kedalam *flowcomputer* secara rutin, hanya diinput pada masa kalibrasi meter saja (setahun sekali). Seperti yang dibahas diatas perubahan komposisi gas terbukti mempengaruhi SG gas dan juga besaran nilai Qg. Untuk itu lihatlah perbedaan mencolok pada penginputan data pada tabel dibawah ini :

Tabel 4 10 Perbandingan input data pada *Flowcomputer* dan Laboratorium


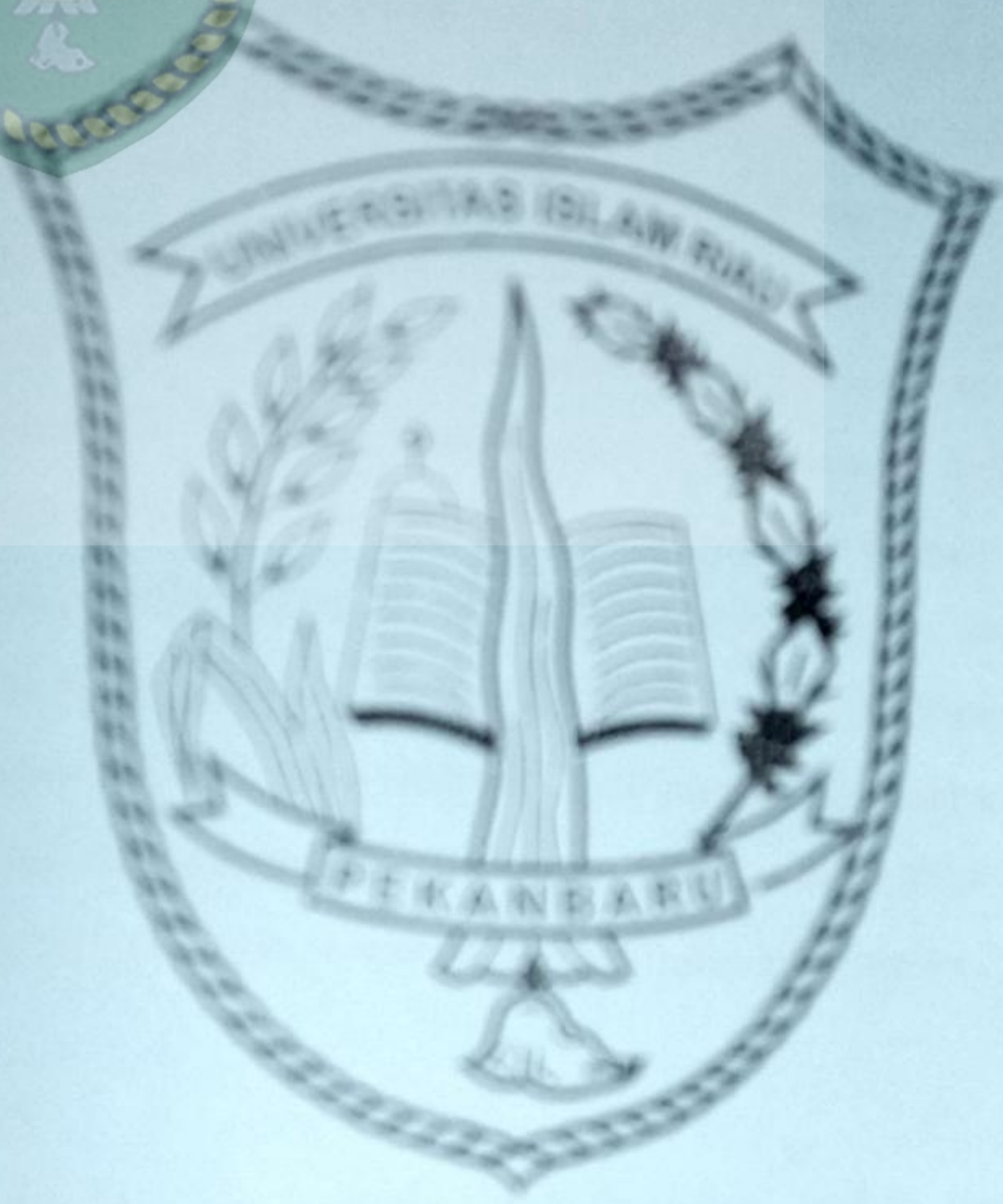
| | Flow Computer | Uji gas di Laboratorium |
|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| % Mol CO ₂ | 0,28 | 0,341 |
| SG | 0,5662 | 0,5639 |
| Constanta | 4497,61963 | 4490,10303 |
| Hw (in H ₂ O) | 70,4776 | 70,4776 |
| Pf (psia) | 336,3717 | 336,3717 |
| Q (scf/h) | 692052,6499 | 690896,0641 |
| Gross Heating value (btu/cuft) | 1005 | 1005 |
| Harga Gas 1 MMBTU | US\$ 5 | US\$ 5 |
| FQ (MMSCF/D) | 16,60 | 16,58 |

Dari tabel 4.10 diatas maka kita dapat mengetahui berapa besar selisih *unaccounted for gas* pada tabel 4.11 berikut ini :

Tabel 4 11 Perhitungan Besaran Nilai UFG pada lapangan X

| | MMSCF/D | MMBTU | US\$ | Total USD/Day |
|-------------|---------|---------|------|---------------|
| FQ 1 | 16,60 | 16683 | 5 | 83415 |
| FQ 2 | 16,58 | 16662,9 | 5 | 83314,5 |
| Selisih UFG | 0,02 | 20,1 | - | 100,5 |

Dengan tidak diupdatenya data SG di *flowcomputer* berdasarkan hasil analisa lab bulanan, maka terjadi UFG sebesar 0,02 MMSCFD = 20,1 MMBTUD dan terjadi selisih nilai komersial sebesar \$ 100,5/day atau bila dikonversikan kerupiah sebesar Rp 1.419.155/day.



UNIVERSITAS ISLAM RIAU

BAB V PENUTUP



5.1 KESIMPULAN

Dari Penelitian tugas akhir ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada *table 4.6* semakin tinggi komposisi kandungan CO₂ dan semakin turunnya komposisi CH₄ menyebabkan nilai SG tinggi. Dengan naiknya nilai SG menyebabkan nilai *flow* Qg pun menurun seiring turunnya *relative density* gas tersebut dan menurunkan kualitas gas yang diproduksi.
2. Dengan tidak diupdatenya data SG di *flowcomputer* berdasarkan hasil analisa lab bulanan, maka terjadi UFG sebesar 0,02 MMSCFD = 20,1 MMBTU/d dan terjadi selisih nilai komersial sebesar \$ 100,5/day atau bila dikonversikan kerupiah sebesar Rp 1.419.155/day. Sehingga Kerugian bisa pada *buyer* dan juga bisa pada *seller*. Apabila SG yang diinput dalam *flow computer* lebih kecil dari SG hasil analisa lab, maka kerugian terjadi pada *buyer*. Sebaliknya jika SG yang diinput dalam *flow computer* lebih besar dari SG hasil lab, maka terjadi kerugian pada *seller*.

5.2 SARAN

Pada bagian ini penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya menggunakan data yang terbaru minimal data 2 tahun kebelakang agar data yang diolah mencapai ke kajian dalam menganalisa keakuratan suatu masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adithya Leopard Z., Reinaldhy. 2017. *Studi Numerik Performa Square Edge dan Quadrant Edge Orifice Flow Meter Dengan Variasi Rasio Diameter*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ahmed, Tarek. 2001. *Reservoir Engineering Hand Book* (2nd ed.). Boston : Gulf Professional Publishing Group.
- Alif Azmi, Miftah, Projek Priyonggo dan Emie Santoso. 2018. *Pengaruh Diameter Orifice Terhadap Laju Erosi Pada Gas Metering Systems* PT. TIP. Surabaya : Teknik Perpipaan politeknik perkapalan Negeri Surabaya.
- Allison, I. S. and D. F. Palmer. 1980. *Geology*. 7th ed. New York: McGraw-Hill.
- Amril, Amril, Desty Aggita Tunggadewi dan Hari Hadi Santoso. 2017. *Perancangan Sistem Monitoring Meter untuk Aplikasi Meter Orifice menggunakan perangkat lunak PI Processbook*. Universitas Nasional Jakarta: Jurnal ilmiah Giga. Vol 20 no 2.
- Beggs, H Dale. 1984. *Gas Production Operations*. Tulsa: Oil & Gas Consultants Internasional Inc.
- Chi Ikoku. 1992. *Natural Gas Production Engineering*. Pennsylvania : The Pennsylvania State University.
- Dupuis, Emerie. 2014. *Oil and Gas Custody Transfer*. Petroleum Africa Magazine, Inc : 24.
- Edi, Unggul Nugroho. 2016. *Sistem Komputer Di Metering System*. Swara Patra, 6(4) [Accessed Online 22/10/2019 : <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/139>]
- Eiamsa-ard, S., Ridluan, A., Somravysin, P., & Promvonge, P. (2008). *Numerical Investigation of Turbulent Flow Through a Circular Orifice*. KMITL Sci. J., 8(1).
- Guo, Buyon dan Ali Ghalambor. 2005. *Natural Gas Engineering Handbook*. Texas: Gulf Publishing Company.

- Haidi, Junas. 2015. *Pengaruh Perhitungan Flow Gas Terhadap Perubahan Suhu Gas Alam Dengan Alat Ukur Orifice Meter*. Universitas Bengkulu, Jurusan Teknik Elektro : 54-61.
- Katz, Donald L., David, Cornell., Riki, Kobayashi., dkk., 1959. *Handbook Of Natural Gas Engineering*. United States America: McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Linford, A. (1961). *Flow Measurement & Meters (2nd ed.)*. London: E. & F. N. Spon.
- Masera, Dio. 2013. *Perancangan Sistem Instrumentasi Pengukuran Pada Gas Metering Station Dalam Aplikasi Custody Transfer Berbasis Orifice*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Mccain, William D. 1990. *The Properties Of Petroleum Fluids (2nd ed.)*. Tulsa: Pennwell Publishing Company.
- Menon, E. Shashi. 2005. *Gas Pipeline Hydraulics*. London : Taylor & Francis Group.
- Mestika Samosir, Susi. 2009. *Pengaruh Specific Gravity (SG), Gross Heating Value (GHV) dan C_6^+ Terhadap Mutu Gas Alam di PT. Pertamina EP REGION Sumatera Field Pangkalan Susu*. Universitas Sumatera Selatan, Jurusan Kimia Industri: 10-39
- Micheal J., A. Daniel Hill, dkk. 2013. *Petroleum Production System Second Edition*. USA : Prentice Hall.
- Nata Septiadi, Wayan. 2008. *Studi Eksperimental Orifice Flow Meter dengan Variasi Tebal dan Posisi Pengukuran Beda Tekanan Aliran Melintasi Orifice Plate*. Bali : Universitas Udayana Jurusan Teknik Mesin hal 62.
- Noui-Mehidi, Mohamed N., Talha J Ahmad, dan Jana Jindan. 2017. *Lattice Boltzmann Analysis Of Orifice Plates With Slotted Rim For Improved Wet Gas Metering*. Paper SPE 188659 Presented at The Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference Held in Abu Dhabi, UEA, 13-16 November 2017.
- Noui-Mehidi, Mohamed N., Michael J. Black. 2014. *Multiphase Flow Measurement Modelling Of an Oil-Water Flow Through an Orifice Plate*. Paper

SPE 172237 Presented at The SPE Saudi Arabia Section Annual Technical Symposium and Exhibition Held in Al-Khobar, Saudi Arabia, 21-24 April 2014.

O.U.J Ogwo, 2014. *Engineering Design and Calibration Of Gas Metering Systems In Era Of Increasing Product Cost*. Paper SPE 172444 Presented at The SPE Nigeria Annual International Conference and Exhibition Held in Lagos, Nigeria, 05-07 August 2014.

Paruntungan, Toni. 2017. *Evaluasi Perhitungan Laju alir Gas Menggunakan metode AGA 3 dari parameter data pada alat Orifice meter*. UIR: Pekanbaru.

R. Ludtke, Paul. 1986. *Natural Gas Handbook*. Colorado: National Bureau of Standards U.S. Department Of Commerce Boulder.

Rukmana, Dadang & Kristanto, Dedy. 2012. *Teknik Reservoir Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Pohon Cahaya.

Safitri, Yuliana. 2017. *Laporan Kerja Praktek Metode Penentuan Alokasi Produksi Persumur Di Lapangan Segat*. Pekanbaru: Universitas Islam Riau.

Shen, Joseph J.s. 1991. *Velocity Profile survey in a 16- in. Custody Transfer Orifice Meter For Natural Gas*. Paper SPE, Chevron Oil Field Research CO : 40.

Van buskirk, Paul D. 2015. *Orifice Meter*. United State patent.

Wasnik, Rakesh., Bhupinder Singh., Harendra Singh., Faris Kamal, and Ousssama Takieddine. 2017. *Common Pitfalls In Selection Of Restriction Orifice For Depressurization Of Oil and Gas Facilities*. Paper SPE 188211 Presented at The Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference Held in Abu Dhabi, UEA, 13-16 November 2017.

Wirawan, Aryadharma. 2016. *Sistem Instrumentasi Pengukuran Gas Dengan Metode Orifice Meter di PT Pertamina EP Asset 4 field Cepu Central Processing Plant Gundih*. UGM: Yogyakarta.