



UNIVERSITAS INDONESIA

**PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR
UNTUK JARINGAN GAS RUMAH TANGGA**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Master Teknik

SUGIARTO

NPM 0806469432

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
PROGRAM PASCA SARJANA TEKNIK KIMIA
KEKHUSUSAN MANAJEMEN GAS
DEPOK
JANUARI 2011**

Universitas Indonesia

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Sugiarto

NPM : 0806469432

Tanda Tangan :

Tanggal : 6 Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Sugiarto
NPM : 0806469432
Program Studi : Teknik Kimia Kekhususan Manajemen Gas
Judul Tesis : Pemanfaatan Gas Suar Bakar untuk Jaringan Gas Rumah Tangga

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Pengujia dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Kekhususan Manajemen Gas, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Sutrasno Kartohardjono, MSc., Ph.D (.....)
Penguji : Kamarza Mulia, Ph.D (.....)
Penguji : Dr. Ir. Nelson Saksono, MT (.....)
Penguji : Eva Fathul Karamah, ST, MT (.....)

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir. Sutrasno Kartohardjono, MSc., Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan tesis ini;
2. Ibu, istri, dan anak-anakku tercinta yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
3. Rekan-rekan Ditjen Migas dan para sahabat yang telah banyak membantu.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 6 Januari 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSTUJUAN PUBLIKASI
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sugiarto
NPM : 0806469432
Program Studi : Manajemen Gas
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pemanfaatan Gas Suar Bakar untuk Jaringan Gas Rumah Tangga

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, 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 : Depok
Pada tanggal : 6 Januari 2011
Yang menyatakan

(Sugiarto)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	li
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Emisi Gas Rumah Kaca	5
2.2. Kegiatan Migas dan Dampaknya terhadap GRK	7
2.3. Gas Suar Bakar dalam kegiatan industri migas	7
2.4. Kebijakan terkait Emisi Gas Rumah Kaca sub Sektor Migas	9
2.5. Proses Teknologi pemanfaatan Gas Suar Bakar	12
2.6. Potensi Pemanfaatan Gas Suar Bakar untuk Keperluan Domestik (Rumah Tangga)	14
3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Kerangka Berfikir	18
3.2. Kerangka Teknis Pelaksanaan Penelitian	20
3.2.1. Pengumpulan Data	20
3.2.2. Pengolahan dan Analisis Data	22
3.2.3. Hasil Analisis	23

4. ANALISIS TEKNIS DAN KEEKONOMIAN	24
4.1. Pengumpulan Data	24
4.1.1. Data Teknis	24
4.1.2. Data Sosial Ekonomi	25
4.2. Analisis Teknis	27
4.2.1. Proyeksi Jumlah Penduduk	27
4.2.2. Analisis Kebutuhan Gas Bumi	30
4.2.3. Fasilitas Produksi Gas Bumi	33
4.2.4. Jaringan Pipa Gas Bumi	37
4.2.4.1. Titik Supply	37
4.2.4.2. Jalur Pipa	37
4.2.4.3. Spesifikasi Teknis Jaringan Pipa	38
4.2.4.4. Simulasi Pipa	41
4.2.4.5. Biaya Investasi	44
4.2.5. Perhitungan Emisi CO ₂	45
4.3. Analisis Keekonomian	48
4.3.1. Analisis Manfaat	51
4.3.1.1. Benefit Substitusi LPG ke Gas Bumi	51
4.3.1.2. Benefit Pengurangan Emisi CO ₂	54
4.3.2. Analisis Biaya	56
4.3.3. Analisis B/C	57
4.3.3.1. Sensitivitas Harga Gas	59
4.3.3.2. Sensitivitas Biaya Investasi	61
4.3.3.3. Sensitivitas Discount Rate	62
4.3.4. Analisis Hasil	64
5. KESIMPULAN DAN SARAN	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR TABEL

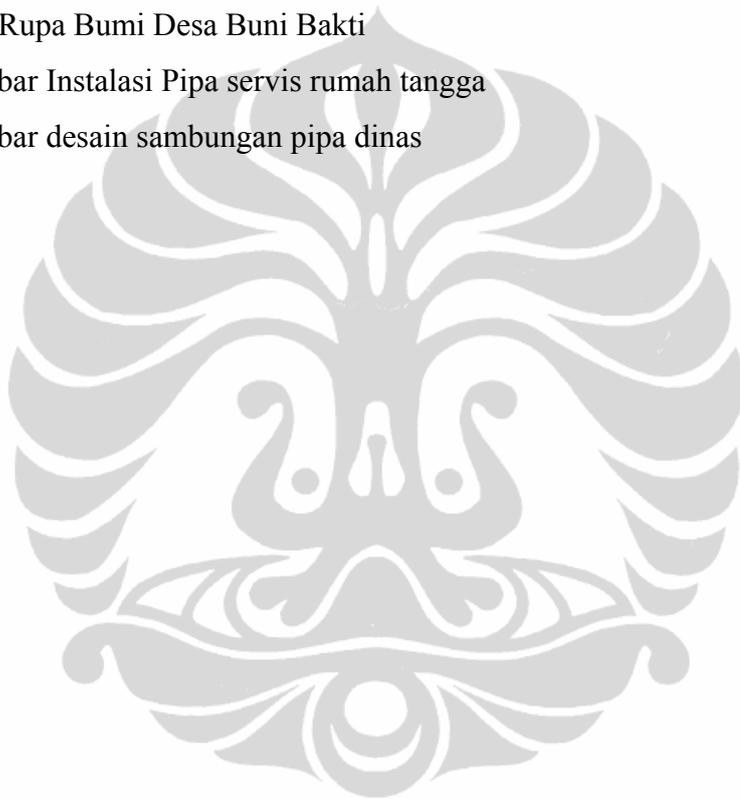
Tabel 2.1.	Spesifikasi Gas Rumah Tangga Kota Surabaya	16
Tabel 2.2.	Spesifikasi Gas Suar Bakar Cluster-B Tambun	17
Tabel 4.1.	Komposisi Gas Suar Bakar Cluster-B Tambun	25
Tabel 4.2.	Tingkat Pendidikan Penduduk Desa Buni Bakti	26
Tabel 4.3.	Proyeksi Laju Pertumbuhan Penduduk	28
Tabel 4.4.	Proyeksi Jumlah KK	30
Tabel 4.5.	Proyeksi Kebutuhan Gas Bumi	32
Tabel 4.6.	Komposisi Gas	36
Tabel 4.7.	Klasifikasi Tekanan Pipa	39
Tabel 4.8.	Klasifikasi Material Pipa Gas	41
Tabel 4.9.	Penurunan Tekanan pada berbagai Diameter Pipa	43
Tabel 4.10.	Biaya Pembangunan Pipa Distribusi	44
Tabel 4.11.	Biaya Pembangunan Pipa Servis	44
Tabel 4.12.	Biaya Investasi	45
Tabel 4.13.	Laju Mol	46
Tabel 4.14.	Massa CO ₂	47
Tabel 4.15.	Emisi CO ₂ tiap tahun	47
Tabel 4.16.	Harga Gas Bumi yang ditetapkan oleh BPH Migas	52
Tabel 4.17.	Penghematan Substitusi dari LPG ke Gas Bumi	53
Tabel 4.18.	Proyeksi nilai Kredit Karbon	56
Tabel 4.19.	Harga Penjualan Gas dan Biaya O & M	57
Tabel 4.20.	Summary Perhitungan Bénédit dan Cost Proyek	58
Tabel 4.21.	Perhitungan nilai Present Worth dari Benefit dan Cost	59
Tabel 4.22.	Sensivitas Harga Gas terhadap nilai B/C	60
Tabel 4.23.	Sensitivitas Nilai Investasi terhadap nilai B/C	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Efek Gas Rumah Kaca	6
Gambar 2.2. Peta Lokasi Gas Suar Bakar di Indonesia	8
Gambar 2.3. Program Penurunan Gas Suar Bakar	10
Gambar 2.4. Gas Processing Facility	14
Gambar 2.5. Peta Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi	15
Gambar 3.1. Kerangka Berpikir Penelitian Pemanfaatan Gas Suar untuk Jaringan Gas Rumah Tangga	19
Gambar 3.2. Kerangka Teknis Pelaksanaan Penelitian	20
Gambar 4.1. Produksi Gas Lapangan Tambun	24
Gambar 4.2. Laju Pertumbuhan Penduduk Jawa Barat	29
Gambar 4.3. Proyeksi Kebutuhan Gas Bumi	33
Gambar 4.4. Diagram alir model persamaan Peng-Robinson	35
Gambar 4.5. Diagram Fasa	37
Gambar 4.6. Lokasi Desa Buni Bakti	38
Gambar 4.7. Model Jaringan Pipa untuk rumah	40
Gambar 4.8. Rencana Jalur Pipa Utama	41
Gambar 4.9. Simulasi Pipa	43
Gambar 4.10. Penghematan substitusi dari LPG ke Gas Bumi	54
Gambar 4.11. Ilustrasi carbon trading	55
Gambar 4.12. Sensitivitas harga gas terhadap nilai B/C	60
Gambar 4.13. Sensitivitas biaya investasi terhadap nilai B/C	62
Gambar 4.14. Sensitivitas discount rate terhadap nilai B/C	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Simulasi HYSYS
- Lampiran 2 Peraturan BPH Migas tentang Pedoman Penetapan Harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil
- Lampiran 3 Gambar isometrik MR/S
- Lampiran 4 Peta Rupa Bumi Desa Buni Bakti
- Lampiran 5 Gambar Instalasi Pipa servis rumah tangga
- Lampiran 6 Gambar desain sambungan pipa dinas



Sugiarto

NPM 0806469432

Departemen Teknik Kimia

Dosen Pembimbing

Ir. Sutrasno Kartohardjono, MSc., PhD

**PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR
UNTUK JARINGAN GAS RUMAH TANGGA**

ABSTRAK

Kegiatan minyak dan gas bumi telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan, satu diantaranya adalah kontribusi terhadap perubahan iklim melalui pembakaran sisa gas bumi yang dilakukan di *flare stack* dan menimbulkan gas rumah kaca (GRK) yang dianggap penyumbang terbesar pemanasan global. Data Ditjen Migas menunjukkan bahwa total gas bumi Indonesia yang dibakar di *flare stack* pada tahun 2009 adalah sebesar 364 MMSCFD (*Million Million Standard Cubic Feet per Day*). Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi GRK sebesar 26% pada tahun 2025, dengan 6% diantaranya merupakan kontribusi dari sektor energi.

Pemanfaatan gas suar bakar (*flare gas*) dari Lapangan Migas Pertamina EP Field Tambun yang memiliki gas suar sebesar $\pm 11,22$ MMSCFD, menjadi sumber energi bagi jaringan gas rumah tangga masyarakat Desa Buni Bakti, diharapkan mampu berkontribusi terhadap penurunan emisi GRK.

Dikarenakan volume gas suar yang relatif kecil dari tiap-tiap sumur, komposisi gas yang memiliki unsur impurities, lokasi yang menyebar serta jauh dari infrastruktur pipa transmisi atau distribusi, menyebabkan tingginya biaya pemrosesan gas tersebut, sehingga tidak ekonomis untuk dimanfaatkan oleh investor. Diperlukan kebijakan pemerintah untuk memanfaatkan gas suar bagi keperluan jaringan gas rumah tangga. Analisis aspek teknis dan ekonomis pembangunan infrastruktur jaringan gas bumi untuk rumah tangga akan dilakukan dalam studi ini, sebagai masukan bagi pemerintah untuk mengeluarkan kebijakan pemanfaatan gas suar bagi keperluan jaringan gas rumah tangga, serta sebagai satu cara memenuhi komitmen Negara Indonesia untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26 % hingga tahun 2025.

Kata Kunci : Gas Rumah Kaca, Gas Suar Bakar, Gas Rumah Tangga, Emisi

Sugiarto

Supervisor

NPM 0806469432

Ir. Sutrasno Kartohardjono, MSc., PhD

Department OF Chemical Engineering

**GAS FLARES UTILIZATION
FOR HOUSEHOLD GAS NETWORK**

ABSTRACT

Oil and gas activities have an impact on the environment, one of which is contributing to climate change through the burning of residual gas in the flare stack and do cause greenhouse gas (GHG) that are considered the biggest contributor to global warming. Directorate General of Oil and Gas data show that Indonesia's total natural gas burned in the flare stack in the year 2009 amounted to 364 MMSCFD (Million Million Standard Cubic Feet per Day). Indonesia has committed to reduce GHG emissions by 26% in 2025, with 6% of which is contributed from the energy sector. Utilization of fuel gas flare (flare gas) from Gas Field Pertamina EP Field Tambun who have gas flare at $\pm 11,22$ MMSCFD untapped, a source of energy for domestic gas network Buni Bakti village society, is expected to contribute to the reduction of GHG emissions.

Due to the volume of a relatively small flare gas from each well, the composition of gas that has an element impurities, which spread and distant location of transmission or distribution pipeline infrastructure, resulting in high costs of processing the gas, so it is not economical to be used by investors. Government policy is needed to take advantage of flare gas for household purposes gas network. Analysis of technical and economical aspects of networking infrastructure for domestic gas will be done in this study, as an input for the government to issue a flare gas utilization policy for the purposes of domestic gas network, as well as a way to meet the State of Indonesia's commitment to reduce GHG emissions by 26 % until 2025.

Keywords: Greenhouse Gas, Gas Flares, Household Gas, Emissions

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan Sumber Daya Alam harus diusahakan secara cermat dan bijaksana agar tidak merusak kelestarian fungsi lingkungan hidup. Hal ini berarti bahwa dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan, integrasi pembangunan ekonomi, sosial dan lingkungan merupakan syarat mutlak yang harus dianut dalam proses pembangunan di semua sektor. Upaya pencegahan kerusakan lingkungan hidup harus senantiasa dilakukan dengan prediksi dan antisipasi terhadap berbagai potensi dampak penting yang akan terjadi akibat adanya kegiatan pembangunan, termasuk kegiatan usaha migas, sejak tahap perencanaan sampai dengan tahap pasca operasi.

Minyak dan gas bumi adalah salah satu jenis energi fosil yang merupakan sumber daya alam tidak dapat diperbaharui, cadangannya semakin terbatas. Tahun 1966, Indonesia mulai melakukan eksplorasi, dan produksi minyak bumi di Indonesia mencapai puncaknya pada 1977 dan 1995, yaitu sekitar 600 juta barel. Sementara itu, konsumsi energi terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Konsumsi BBM tahun 2007 mencapai 63,2 juta KL yang terpenuhi dengan impor minyak mentah 115 ribu barel dan impor BBM 25 juta KL. Impor BBM dilakukan karena kemampuan terpasang kilang sekitar 1,15 juta barel namun efektifnya hanya 948 ribu barel per hari, dan hanya 70% bisa menghasilkan BBM, sisanya residu, elpiji dan lain-lain. (Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas, 2008)

Pengelolaan sumberdaya alam minyak dan gas bumi pada satu sisi mempunyai peran penting dalam pembangunan nasional, yaitu sebagai sumber energi utama, sumber devisa negara dan bahan baku industri. Namun di sisi lain, kegiatan minyak dan gas bumi telah menimbulkan dampak terhadap lingkungan, satu diantaranya adalah kontribusi terhadap perubahan iklim melalui pembakaran sisa gas bumi yang dilakukan di *flare stack* dan menimbulkan gas rumah kaca (GRK) yang dianggap penyumbang terbesar pemanasan global. Data Ditjen Migas menunjukkan bahwa total gas bumi

Indonesia yang dibakar di *flare stack* pada kegiatan usaha hulu migas tahun 2009 adalah sebesar 364 MMSCFD (*Million Million Standard Cubic Feet per Day*). (Ditjen Migas, 2009)

Indonesia melalui Presiden SBY dalam pertemuan CoP (*Centre of Parties*) 15 di Copenhagen, Denmark, pada tahun 2009 menyatakan, akan mengurangi emisi sebagai salah satu sumber terjadinya GRK sebesar 26% pada tahun 2025. Salah satu upaya untuk mewujudkan komitmen tersebut adalah pemanfaatan gas suar bakar (*flare gas*) dari lapangan-lapangan marjinal yang terdapat di seluruh wilayah Indonesia.

Gas suar bakar adalah gas terproduksi yang terpaksa dibakar karena tidak dapat ditangani oleh fasilitas lapangan yang tersedia. Pemanfaatan gas suar bakar seringkali terkendala oleh volume gas yang relatif kecil dari tiap-tiap sumur, komposisi gas yang memiliki unsur impurities, serta lokasi yang menyebar serta jauh dari infrastruktur pipa transmisi atau distribusi.

Salah satu lapangan migas yang mempunyai kandungan gas cukup besar tetapi belum dimanfaatkan, atau dibakar sebagai gas suar bakar, adalah Lapangan Migas Tambun. Berdasarkan data dari Laporan Pengurangan Emisi PT Pertamina EP Tambun bulan September tahun 2010, jumlah gas yang dibakar dari lapangan tersebut sebesar $\pm 11,22$ MMSCFD, yang berasal dari beberapa sumur yang letaknya relatif berdekatan. Belum termanfaatkannya gas dari lapangan tersebut sehingga dibakar begitu saja dikarenakan infrastruktur untuk memproses gas bumi tersebut kapasitasnya tidak mencukupi, dan belum ada investor yang berminat membangun infrastruktur sendiri karena tingginya biaya pemrosesan gas tersebut.

Dengan adanya kendala tersebut, kiranya perlu dikaji alternatif pemanfaatan gas suar bakar untuk masyarakat sekitar lokasi gas suar bakar.

Pemanfaatan Gas Suar Bakar untuk Jaringan Gas Rumah Tangga, diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu masyarakat sekitar areal gas suar bakar akan merasakan langsung dampak positif kegiatan usaha migas di daerah tersebut, sebagai salah satu upaya mengurangi efek GRK, turut mendukung program diversifikasi energi pemanfaatan gas bumi, yaitu dengan pengembangan infrastruktur gas bumi dan

melakukan pembangunan jaringan gas bumi untuk rumah tangga. Pengembangan infrastruktur gas bumi untuk rumah tangga relatif sulit dilakukan oleh investor karena dinilai masih tidak ekonomis. Untuk itu di dalam kajian ini juga akan dilakukan analisis aspek teknis dan ekonomis pembangunan infrastruktur jaringan gas bumi untuk rumah tangga.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan dalam thesis ini adalah bagaimana kelayakan penggunaan gas suar bakar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar sehingga masyarakat mendapatkan dampak positif.

1.3 Tujuan

Tujuan dari kajian ini adalah untuk menganalisis kelayakan pemanfaatan gas suar bakar untuk jaringan gas rumah tangga masyarakat di lokasi tersebut. Dengan adanya Jaringan Gas Bumi tersebut maka masyarakat di sekitarnya akan mendapatkan dampak positif adanya sumber gas seperti menurunnya tingkat emisi yang dihasilkan dari kegiatan usaha hulu migas di lokasi tersebut serta dapat tersedianya bahan bakar yang bersih, murah, aman, handal dan akrab lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan/lingkup kegiatan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

- a) Sumber gas suar bakar adalah dari Lapangan Migas Cluster-B Tambun, Kabupaten Bekasi sebesar 4,8 MMSCFD.
- b) Pemanfaatan gas suar bakar sebagai gas rumah tangga untuk masyarakat sekitar lokasi sumber gas, yaitu Desa Buni Bakti, Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi.
- c) Proyek pipa distribusi gas rumah tangga ini merupakan program subsidi pemerintah kepada rakyat, sehingga kajian keekonomian dilakukan dengan analisa *Benefit Cost Ratio* untuk memperhitungkan biaya serta manfaat yang diperoleh adanya proyek dengan usia kegiatan selama 20 tahun. Dimana yang merupakan manfaat adalah besarnya penghematan yang di dapat masyarakat serta besarnya *carbon trading* dari pengurangan emisi yang di dapat.

- d) Penentuan harga gas bumi untuk masyarakat berdasarkan Peraturan BPH Migas tentang Pedoman Penetapan Harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil.
- e) Tingkat Penurunan Emisi yang dihitung adalah emisi CO₂ yang dihasilkan dari unit gas suar bakar.

1.5 Sistematika Penulisan

Dalam pembuatan thesis ini, sistematika penulisan dibuat berdasarkan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan, keluaran, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai literatur dan data-data sekunder terkait dengan keberadaan gas suar dari proses Migas, pengaruhnya terhadap GRK, kelayakan gas suar bakar untuk dapat dimanfaatkan menjadi gas untuk keperluan rumah tangga bagi masyarakat sekitar, serta sebagai upaya penurunan emisi GRK.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai tahapan penelitian dan diagram alir penelitian.

BAB IV ANALISIS TEKNIS DAN KEEKONOMIAN

- Data Teknis dan Sosial Ekonomi
- Analisis Teknis
- Analisis Manfaat-Biaya (B/C)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

BAB II

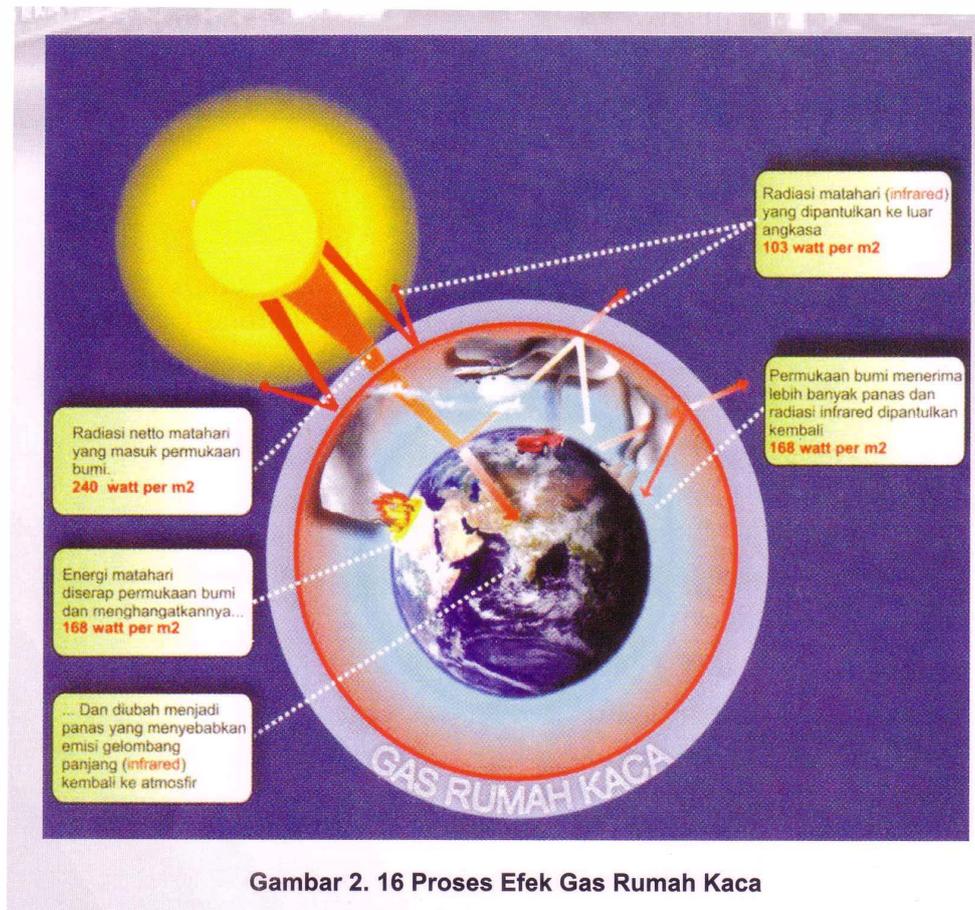
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 EMISI GAS RUMAH KACA

Gas Rumah Kaca (GRK) adalah lapisan gas di atmosfer yang terdiri atas karbon dioksida (CO₂), dinitrogen oksida (N₂O), metana (CH₄), sulfurheksafluorida (SF₆), perfluorokarbon (PFC₅) dan hidrofluorokarbon (HFC₅), yang berperilaku seperti kaca. Lapisan gas ini meloloskan gelombang pendek yang dipancarkan matahari menuju bumi. Namun ketika gelombang tersebut berubah menjadi gelombang panjang yang dipancarkan bumi, lapisan GRK menahannya sehingga suhu udara menjadi lebih hangat.

Ketika matahari memancarkan radiasinya (*infrared*), sebagian radiasi matahari tertahan oleh GRK dan dipantulkan kembali ke ruang angkasa, yaitu sebesar 103 watt/m². Besar radiasi matahari yang lolos, berhasil menembus GRK dan menuju permukaan bumi mencapai 240 watt/m². Oleh bumi, radiasi ini diubah menjadi panas yang menyebabkan emisi gelombang panjang dan dipancarkan menuju atmosfer. Dalam kondisi normal, gelombang panjang ini leluasa menuju atmosfer. Namun ketika konsentrasi GRK di atmosfer berlimpah, gelombang panjang ini tertahan oleh GRK dan dipantulkan kembali menuju bumi. Dengan demikian bumi menerima lebih banyak panas hasil dari pantulan gelombang panjang tersebut, besarnya mencapai 168 watt/m². Fenomena inilah yang menyebabkan suhu permukaan bumi mengalami kenaikan. Lihat Gambar 2.1.

Kenaikan suhu bumi mengakibatkan perubahan iklim yang sangat signifikan, dan akan berdampak pada banyak hal. Kenaikan suhu udara 2°C saja menyebabkan 40% species dunia terancam punah, lebih dari 4 miliar orang bisa menderita kekurangan air, 200 juta orang terkena kelaparan, 60 juta orang Afrika terpapar malaria. Kenaikan suhu udara dunia 3°C telah mengakibatkan hasil panen di Afrika dan Timur Tengah turun sebesar 35%, sehingga sekitar 550 juta orang terancam kelaparan. (LEMIGAS, Pengelolaan Emisi Gas Rumah Kaca Subsektor Migas, 2009)



Gambar 2.1. Proses Efek Gas Rumah Kaca

Tahun 2003, sekitar 35.000 orang Eropa tewas akibat gelombang panas. Laporan ilmiah oleh Stern Review (2006) menyatakan, jika pada akhir abad ini tidak ada upaya serius untuk mengendalikan emisi GRK, suhu udara diprediksi mengalami kenaikan sebesar 6°C, dan mengakibatkan dampak yang sangat parah terhadap lingkungannya.

Bagi Indonesia dengan posisi geografis antara 06°08' Lintang Utara – 11°15' Lintang Selatan, dan 94°45' - 141°05' Bujur Timur, merupakan Negara Kepulauan dengan jumlah lebih dari 10.000 pulau besar dan kecil, sangat rentan terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim mengakibatkan antara lain, cenderung meningkatnya intensitas curah hujan pada musim hujan dan penurunan curah hujan sangat tajam pada musim kemarau, sehingga resiko banjir dan kekeringan juga semakin meningkat; meningkatnya muka air laut, di Indonesia sudah mencapai 88 mm/tahun (Bakosurtanal, 2002); produktifitas tanaman, distribusi hama dan penyakit tanaman terpengaruh, antara tahun

1993 – 2002, lahan pertanian terkena kekeringan mencapai 220.380 Ha. Pada periode 2003 – 2005 di Indonesia terjadi 1.429 kejadian bencana, dengan sekitar 53,3% adalah bencana terkait hidro-meteorologi (Bappenas dan Bakornas PB, 2006). Laporan *United Nations Office for the Coordinator of Humanitarian Affairs* mengindikasikan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang rentan terhadap bencana terkait dengan iklim.

2.2 KEGIATAN MIGAS DAN DAMPAKNYA TERHADAP GRK

Sampai dengan tahun 2008, perkembangan penyediaan energi primer masih menunjukkan dominasi energi fosil, yaitu rata-rata di atas 90% dari total nasional, sisanya (di bawah 10%) dipasok energi non fosil. Dari energi fosil tersebut, minyak bumi masih menduduki peringkat teratas dengan pemakaian 43,55%, diikuti oleh batubara 33,97% dan gas bumi 13,72%.

Penggunaan bahan bakar fosil menghasilkan emisi Karbon dioksida (CO₂) dalam jumlah ratusan juta ton. CO₂ *anthropogenik* (akibat kegiatan manusia) ini menyusun hampir 80% dari emisi GRK. Jumlah CO₂ di atmosfer terus menerus meningkat. Kajian GRK oleh IPCC (*Inter-Governmental Panel for Climate Change*, badan PBB yang menangani masalah iklim), 2007, menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ meningkat 35% di atas tingkat masa pra industri, dari 280 ppm (parts per million) menjadi 379 ppm tahun 2005. Setiap tahun lebih dari 150 bcm (*billion cubic meters*, ~14.500 MMSCFD) gas yang di-*flare* atau di-*vented* setiap tahun dari kegiatan produksi migas di seluruh dunia. Karena merupakan 'sampah' dari sumber energi yang tidak terbarukan (*non-renewable*), *flaring* dan *venting* telah mempengaruhi perubahan iklim global dengan penambahan 400 juta ton CO₂ dalam emisinya.

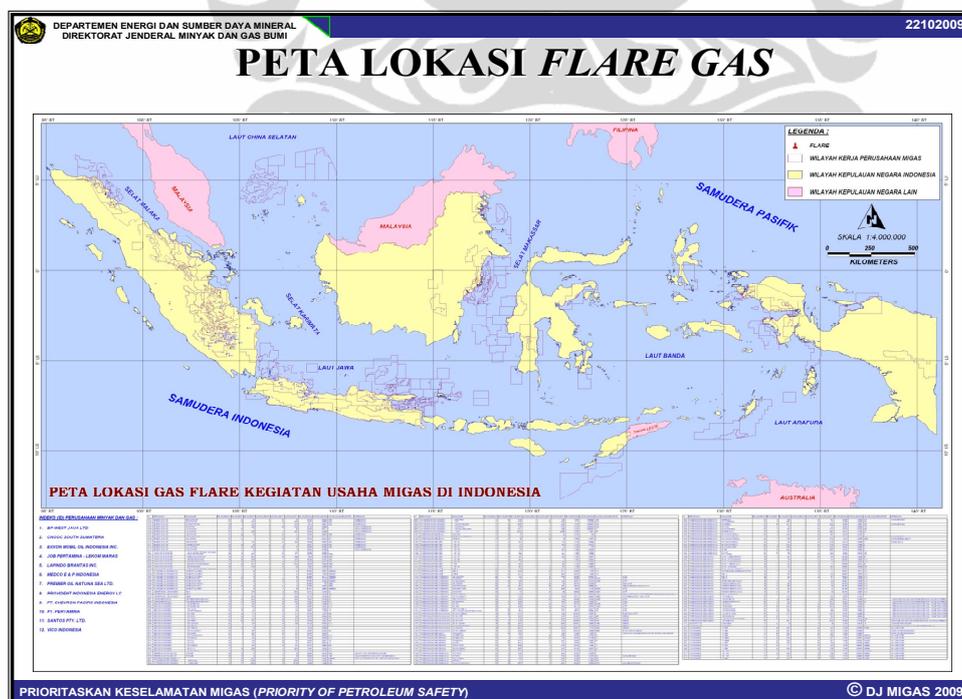
2.3 GAS SUAR BAKAR DALAM KEGIATAN INDUSTRI MIGAS

Gas suar bakar (*flare gas*), menurut kamus minyak dan gas bumi, didefinisikan sebagai gas terproduksi yang terpaksa dibakar karena tidak dapat ditangani oleh fasilitas lapangan yang tersedia. Pada setiap sumur produksi migas hampir selalu diiringi dengan produksi gas alam (*associated gas*). Sebagai gas ikutan, *associated gas* biasanya dipisahkan dari proses produksi karena dianggap merupakan produk yang kurang

ekonomis untuk dikembangkan. Sebagian lapangan Migas memanfaatkannya sebagai bahan bakar untuk operasional proses produksi, kemudian sisanya dibakar (*flare gas*, gas suar bakar), atau di-vented (dibuang begitu saja) ke atmosfer melalui *flare stack*. Namun demikian masih banyak lapangan migas yang belum memanfaatkan gas ikutan tersebut.

Indonesia memiliki cukup banyak lapangan-lapangan gas marginal yang sampai saat ini belum dimanfaatkan karena terkendala faktor lokasi, transportasi dan jumlah cadangan. Data Ditjen Migas Tahun 2009, menunjukkan total gas bumi Indonesia yang dibakar di *flare stack* adalah sebesar 364 MMSCFD.

Pengurangan gas suar bakar – termasuk di dalamnya penangkapan dan penjualan/pemanfaatan gas, pemanfaatan gas dalam fasilitas produksi minyak, reinjeksi gas ke dalam reservoir – serta pemanfaatan gas ikutan (*associated gas*), pada beberapa lapangan produksi minyak bumi Indonesia memiliki potensi yang cukup besar dalam mengurangi emisi karbon. Implementasi proyek-proyek pengurangan gas suar bakar berpotensi mengurangi emisi GRK sebesar 10,5 juta ton CO₂ per tahun.



Gambar 2.2. Peta Lokasi Gas Suar Bakar di Indonesia

Sumber: Ditjen Migas KESDM

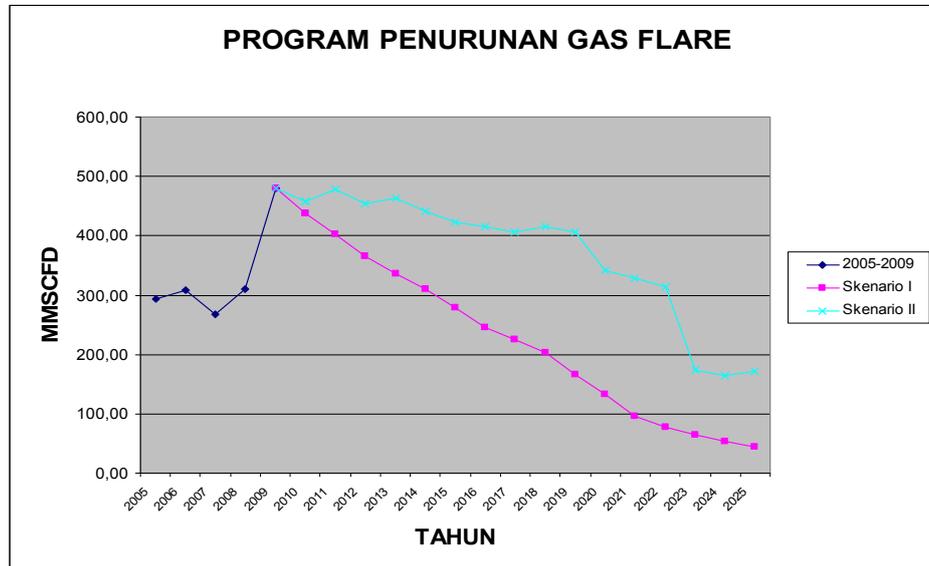
2.4 KEBIJAKAN TERKAIT EMISI GAS RUMAH KACA SUB SEKTOR MIGAS

Indonesia melalui Presiden SBY dalam pertemuan CoP (*Conference of Parties*) 15 di Copenhagen, Denmark, tahun 2009, menyatakan akan mengurangi emisi karbon sebagai salah satu sumber terjadinya GRK sebesar 26% pada tahun 2025.

Untuk itu beberapa kebijakan pemerintah telah dikeluarkan, diantaranya yaitu:

- (1) Peraturan Presiden No. 5 Tahun 2006 tentang kebijakan Energi Nasional, dimana dinyatakan bahwa komposisi bauran energi untuk sub sektor migas pada tahun 2025 adalah penggunaan minyak bumi 20,2%; gas bumi 21,1%; bahan bakar nabati 10,2% dan CBM (*Coal Bed Methane*) 3,3 %.
- (2) Menyusun Rencana induk jaringan transmisi dan distribusi gas nasional untuk mendukung program konservasi minyak bumi ke LPG (Kepmen ESDM No.2950K/21/MEM/2006).
- (3) Departemen ESDM Balitbang ESDM PPPTMG "LEMIGAS", telah menerbitkan buku "Pengelolaan Emisi Gas Rumah Kaca Sub Sektor Migas", pada Desember 2009, sebagai acuan bagi penanganan dan pengelolaan GRK, khususnya pada sektor minyak dan gas bumi.
- (4) Menyusun Roadmap Pelaksanaan pengelolaan emisi GRK Sub Sektor Migas yang diselaraskan dengan Program Rencana Aksi Nasional Perubahan Iklim dan Agenda Internasional yang disusun oleh *United Nation Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, badan PBB yang menangani masalah Perubahan Iklim). (Lihat Lampiran 1).

Terkait dengan kontribusi gas suar bakar terhadap peningkatan emisi GRK, Kementerian ESDM telah merencanakan penurunan volume gas suar bakar sebagaimana dapat dilihat pada diagram berikut: (Gambar 2.3.)



© DJMIGAS 01062010 PRIORITASKAN KESELAMATAN OPERASI MIGAS

Gambar 2.3. Program Penurunan Gas Suar Bakar

Sumber: Ditjen Migas, KESDM

Kegiatan memanfaatkan gas suar bakar yang dapat menurunkan emisi, termasuk kegiatan yang mungkin untuk mendapatkan proyek CDM (*Clean development mechanism*). CDM adalah mekanisme yang melibatkan negara berkembang dalam proyek menurunkan emisi. Tujuan CDM sesuai Protokol Kyoto article 12 adalah : (1) Membantu negara yang tidak termasuk dalam Annex I, yaitu negara berkembang, dalam mencapai pembangunan yang berkelanjutan dan untuk berkontribusi pada tujuan utama konvensi; (2) Membantu negara-negara Annex I atau negara maju untuk memenuhi target penurunan emisinya.

Kegiatan yang dapat menurunkan emisi akan memperoleh sertifikat reduksi emisi (*CER, certificate of emission reduction*). Penurunan emisi yang dihasilkan dari kegiatan *flaring* ini dapat 'dijual' kepada Negara-negara maju dalam daftar Protokol Kyoto, untuk memenuhi target penurunan emisinya. Sejumlah biaya bisa didapatkan terkait penjualan CER, secara tidak langsung sudah berkontribusi dalam upaya penurunan GRK.

Realisasi penggunaan gas bumi oleh masyarakat melibatkan 3 pihak yaitu 1) Pemerintah sebagai Regulator (UU no.22 tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi), 2) Pelaku usaha sebagai pemasok gas, pelaku usaha sebagai pengelola jaringan pipa dan pemilik jaringan pipa, 3) konsumen (Rumah tangga.)

Tahun 2005, pemerintah telah membuat serangkaian kebijakan mengenai pengembangan infrastruktur jaringan gas bumi yang kebutuhannya semakin mendesak, yaitu:

- Perpres No.42 Tahun 2005 tentang Komite Kebijakan Percepatan Penyediaan Infrastruktur.
- Perpres No.67 Tahun 2005 tentang Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur.
- Perpres No. 21 Tahun 2009 tentang Rencana Kerja Pemerintah tahun 2010, program prioritas pembangunan nasional percepatan pembangunan infrastruktur dan peningkatan pengelolaan energi, dalam hal ini pembangunan jaringan gas bumi untuk rumah tangga.

2.4.1. Pemanfaatan Gas Suar Bakar Di Indonesia

Beberapa perusahaan eksplorasi migas di Indonesia telah memanfaatkan gas suar bakar yang merupakan gas ikutan dari sumur produksi mereka, di antaranya yaitu:

1. Kondur Petroleum SA, memanfaatkan sejumlah 4,1530 MMSCFD gas suar bakar sebagai pembangkit.
2. Energy Equity Epic (Sengkang) PTY Ltd., memanfaatkan 4.898,61 MMSCFD gas suar bakar sebagai pembangkit.
3. PT Pertamina EP UBEP Tanjung, memanfaatkan 4,56 MMSCFD gas suar bakar sebagai suplai sumber energi listrik untuk operasional *boiler, heater*, pompa, *pump jack* dan keperluan domestik.
4. JOB Pertamina Petrochina East Java, memanfaatkan 2,9963 MMSCFD gas suar bakar untuk dijual kepada pihak ketiga sebagai pembangkit untuk industri.

Terkait dengan proyek CDM (*Clean Development Mechanism*) dalam pemanfaatan gas suar bakar, Indonesia memiliki Kilang LPG milik PT Odira Energy Persada (OEP), yang berada di desa Kedungjaya, Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi, yang telah

teregristasi sejak 1 Februari 2008 sebagai proyek CDM dari Industri Migas di Indonesia yang diakui UNFCCC (*United Nation Framework Convention on Climate Change*), dengan nama '*Tambun LPG Associated Gas Recovery and Utilization Project*', dan mampu mengurangi emisi sekitar 500.000 sampai 600.000 Ton CER (*certificate of emission reduction*) setiap tahunnya. Kilang ini mengolah gas suar bakar/gas buang yang diproduksi oleh Lapangan Migas PT. Pertamina EP Lapangan Tambun, dengan jumlah aliran 20 MMSCFD selama 10 tahun, menjual dan mendistribusikannya untuk kebutuhan industri. Kilang ini dibangun dan dioperasikan oleh PT. OEP bekerjasama dengan BUMD Pemda Bekasi, PT. Bina Bakti Wibawa Mukti (PT. BBWM) dengan system BOT (*Built Operate and Transfer*). Produksi dari Kilang LPG PT OEP adalah Bahan Bakar Gas (BBG) untuk kebutuhan (16 MMSCFD); LPG untuk Pertamina dan industri lain (110 Ton/hari); Kondensat (500 Barrel/hari, dijual sebagai bahan baku Tinner). (Majalah Tambang On-Line, 28 November 2008)

Lapangan Tambun juga memasok gas untuk PLTG Muara Tawar sebesar 25 MMSCFD dan Pertagas sebesar 9 MMSCFD. Pasokan gas dari Lapangan Tambun unruk kedua konsumen tersebut dialirkan menuju Pondok Tengah, melalui pipa sepanjang 6,3 km. Selanjutnya dari Pondok Tengah gas di distribusikan ke PLTG Muara Tawar dan Pertagas Tegal Gede melalui pipa sepanjang dengan diameter 10 inchi, Lapangan Pondok Tengah dan Tambun saat ini memiliki kemampuan memproduksi gas ikutan (*associated gas*) sebesar ± 61 MMSCFD. (PT Pertamina EP, Dokumen UKL-UPL Pembangunan Pipa Transmisi Gas dari SP Tambun ke SP Pondok Tengah, 2009)

2.5 PROSES TEKNOLOGI PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR

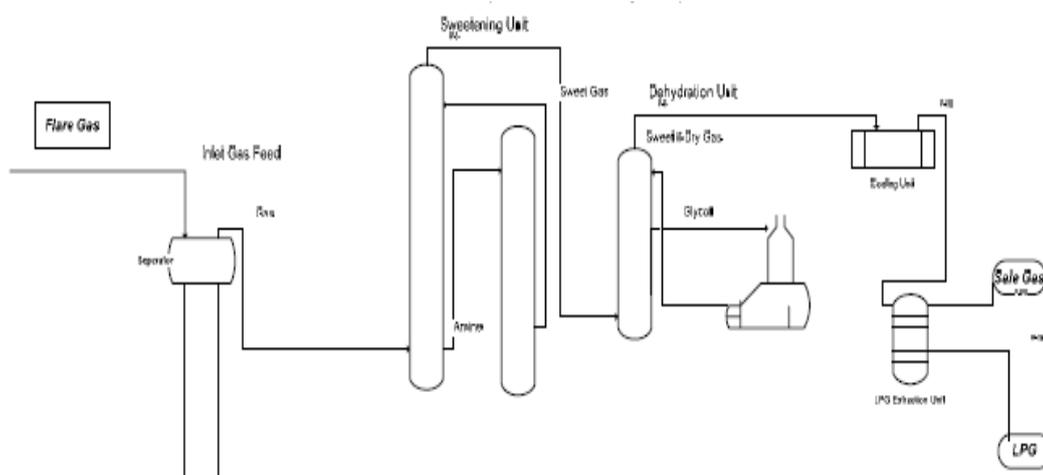
Proyek penggunaan atau pemanfaatan gas suar bakar tergantung pada volume (*cubic feet per day-CFD*), kualitas (komposisi gas) dan kandungan energi/energy content (BTU) dari gas suar bakar.

Instalasi untuk memanfaatkan gas suar bakar (*Flare Gas Processing Facility*) terdiri atas peralatan untuk memisahkan kandungan air (*free water*) dari gas, peralatan untuk proses '*sweetening*' (yaitu menghilangkan CO₂/H₂S), dan peralatan untuk proses pendinginan (*cooling & hydrocarbons extraction unit*). Instalasi ini akan memproses gas suar bakar (*flare gas*) menjadi gas, terutama terdiri dari *methane*, yang telah bersih

(bebas dari kandungan air, CO₂ dan H₂S) dan mampu alir untuk transportasi dengan jarak panjang melalui pipa (*pipeline quality gas*), untuk kemudian digunakan oleh user (rumah tangga, industri, power generation, dan lain-lain).

Operasional instalasi pemanfaatan gas suar bakar : (*Gas Processing Facility*)

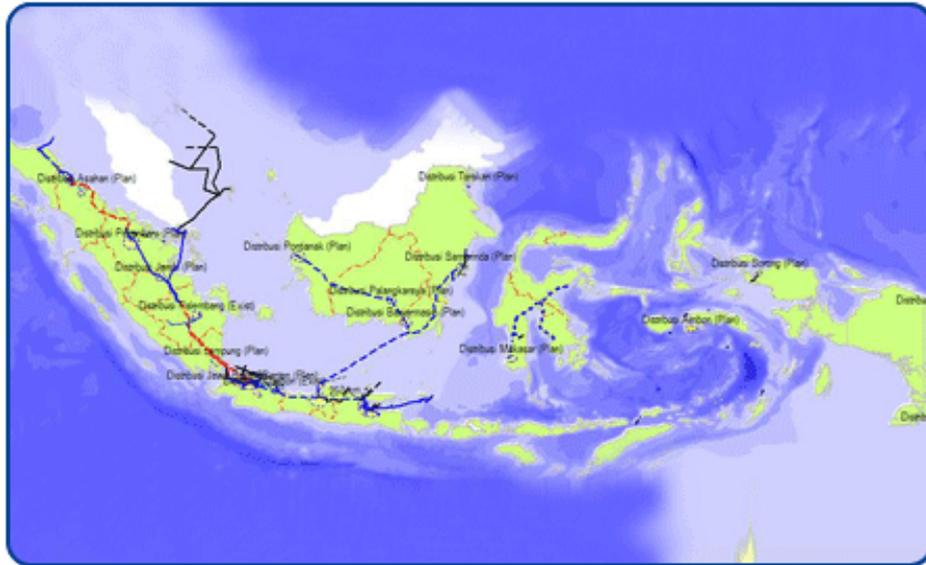
- Pengumpulan bahan baku (*feedstock gathering*); untuk mendapatkan umpan gas yang terukur secara tekno-ekonomi, gas suar bakar dari beberapa *flarestack* dikumpulkan dan dikombinasikan dalam jaringan pengumpul gas (*infield gas gathering network*).
- Pengaliran dan pemasukan serta pemisahan gas (*Inlet manifold & Separation*); Aliran gas masuk ke dalam sistem pemisah (*separation system*) untuk memisahkan kandungan air (*free water & condensat*) yang harus dihilangkan.
- Proses *sweetening* (*amine based gas sweetening*); gas kemudian masuk ke dalam 'amine based gas sweetening plant' untuk menghilangkan H₂S dan CO₂ dari gas. Gas masuk ke dalam "amine contactor". Gas yang sudah bersih (*sweet wet gas*) keluar dari *contactor* menuju pipa dengan kualitas dan spesifikasi khusus untuk mengalirkan gas, dengan kandungan CO₂ dan H₂S yang bisa ditoleransi kadarnya di dalam *gas dehydration plant*.
- *Gas dehydration*. *Sweet gas* kemudian masuk ke dalam *gas dehydration unit* dimana dihilangkan *saturated water* (kandungan air) sehingga memungkinkan untuk pendinginan atau diangkutasi melalui pipa untuk dijual kepada konsumen.



Gambar 2.4. Gas Processing Facilities

2.6 POTENSI PEMANFAATAN GAS SUAR BAKAR UNTUK KEPERLUAN DOMESTIK (RUMAH TANGGA)

Populasi penduduk di wilayah Perkotaan terus meningkat, sehingga kebutuhan publik pun turut meningkat, termasuk kebutuhan energi atau bahan bakar untuk rumah tangga. Minyak tanah yang semula merupakan primadona energi yang dipilih masyarakat pada umumnya karena mudah digunakan dan dapat dibeli sesuai kebutuhan dan keadaan keuangan mereka, sekarang tidak mudah lagi diperoleh karena adanya program pemerintah untuk konversi ke LPG yang harus dibeli 'secara paket' dalam tabung 12 kg atau 3 kg, namun mempunyai keunggulan lebih bersih, lebih hemat dan lebih murah (untuk ekivalensi kalor panas yang setara) dibandingkan dengan minyak tanah. Namun, LPG pun masih dihadapi beberapa masalah diantaranya harga LPG masih disubsidi pemerintah, sosialisasi penggunaan LPG yang masih harus banyak dilakukan, dan adanya beberapa peristiwa ledakan tabung LPG akibat kesalahan dalam tatacara penggunaan. Mengantisipasi permasalahan ini, penggunaan gas bumi melalui jaringan pipa langsung kepada rumah tangga, dapat menjadi salah satu alternatif (produk substitusi). Kepmen ESDM No.2950K/21/MEM/2006 mendukung program pipanisasi gas rumah tangga ini dengan Menyusun Rencana induk jaringan transmisi dan distribusi gas nasional untuk mendukung program konservasi minyak bumi ke LPG.



Gambar 2.5. Peta Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional

Sumber: www.bphmigas.go.id

Gas bumi adalah salah satu energi alternatif masa depan yang ramah lingkungan (kadar emisi karbonnya jauh lebih rendah daripada minyak tanah), harganya paling murah dibandingkan dengan minyak tanah maupun LPG yang disubsidi, dan tersedia melimpah di dalam negeri. Gas bumi mempunyai keunggulan yaitu lebih hemat, lebih bersih, lebih praktis, dan lebih gampang digunakan. Keuntungan lain dari penggunaan jaringan pipa gas bumi adalah pengurangan emisi CO₂, pemangkasan rantai distribusi yang berarti pengurangan biaya distribusi melalui transportasi darat, dan penghematan biaya belanja energi oleh masyarakat. Pelaku gas bumi untuk wilayah jaringan distribusi Jakarta adalah PT PGN (Persero) Tbk., karena umumnya swasta tidak tertarik mendistribusikan gas bumi ke konsumen karena volume pemakaiannya sangat kecil. Beberapa pelaku usaha gas bumi swasta umumnya mengkhususkan diri untuk melayani konsumen industri.

Flare gas (gas suar bakar) merupakan salah satu sumber gas bumi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber gas untuk rumah tangga melalui jaringan pipa distribusi ke masyarakat yang membutuhkan/dapat memanfaatkannya. Dengan memanfaatkan gas suar bakar, hal ini juga berarti berperan mengurangi pemanasan global yang diakibatkan

dari sektor migas. Jika infrastruktur tersedia, yaitu berupa pipa alir/pipa distribusi, gas bumi dapat menjadi pilihan bagi kebutuhan energi masyarakat, khususnya yang tinggal di sekitar areal gas suar bakar.

Saat ini beberapa daerah di wilayah seperti Jabodetabek, Surabaya, Medan, Palembang dan beberapa kota besar lainnya, pada beberapa perumahan telah teraliri jaringan distribusi gas bumi ke rumah tangga yang bersumber dari PT PGN, dimana semua biaya yang terkait dengan pemasangan instalasi jaringan distribusi tersebut dibebankan oleh pelanggan.

Selain jaringan distribusi gas bumi ke rumah tangga tersebut diatas, Pemerintah dalam hal ini Kementerian ESDM juga telah membangun Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga di 2 (dua) kota, yaitu di Palembang dan Surabaya dan telah beroperasi. Pembangunan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga tersebut merupakan program Pemerintah dalam rangka diversifikasi energi.

Berdasarkan data Dokumen UKL-UPL Kegiatan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga Kota Surabaya (tahun 2009), komposisi gas yang dapat digunakan untuk kebutuhan rumah tangga adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Spesifikasi Gas untuk Rumah Tangga Kota Surabaya

Name	Formula	Volume (%)
Methane	CH ₄	81,92
Ethane	C ₂ H ₆	8,50
Propane	C ₃ H ₈	5,16
n-Butane	n-C ₄ H ₁₀	1,23
i-Butane	i-C ₄ H ₁₀	0,23
Hexane +	C ₆ +	0,43
Carbon dioxide	CO ₂	0,52
Hydrogen sulfide	H ₂ S	0
Nitrogen	N ₂	0,51

sumber: dok. UKL-UPL Kegiatan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga Kota Surabaya.

Terkait dengan lingkup studi ini, dimana akan melakukan kajian kelayakan pemanfaatan gas suar bakar di lapangan migas Tambun, yang memiliki total gas suar bakar sebesar 11,22 MMSCFD dari 5 flare stack yang masih aktif. Lapangan migas Tambun ini merupakan bagian dari areal kerja PT Pertamina EP Area Tambun. Dari 5 flare stack tersebut, yang paling besar volume gas suar bakar-nya adalah di cluster-B lapangan Tambun, yaitu sebesar 4,8 MMSCFD. Gas ikutan dari sumur-sumur di cluster-B inilah, yang sekarang masih dibakar, nantinya akan dimanfaatkan sebagai gas untuk rumah tangga bagi masyarakat di sekitar lokasi gas suar bakar tersebut, yaitu desa Buni Bakti, Kecamatan Babelan, Kabupaten Tambun.

Tabel 2.2. Spesifikasi Gas Suar Bakar Cluster-B Tambun

Component		Mol Percent	GPM
Hydrogen Sulfide	H ₂ S	0.0000	
Carbon Dioxide	CO ₂	2.3196	
Nitrogen	N ₂	0.3509	
Methane	CH ₄	66.8971	
Ethane	C ₂ H ₆	10.9383	2.9169
Propane	C ₃ H ₈	10.5905	2.9071
Iso-Butane	i-C ₄ H ₁₀	2.4083	0.7857
n-Butane	n-C ₄ H ₁₀	3.0168	0.9484
Iso-Pentane	i-C ₅ H ₁₂	1.0194	0.3722
n-Pentane	n-C ₅ H ₁₂	0.8789	0.3176
Hexanes	C ₆ H ₁₄	0.8396	0.3444
Heptanes	C ₇ H ₁₆	0.5551	0.2555
Octanes	C ₈ H ₁₈	0.1742	0.0890
Nonanes	C ₉ H ₂₀	0.0095	0.0053
Decanes	C ₁₀ H ₂₂	0.0011	0.0007
Undecanes	C ₁₁ H ₂₄	0.0005	0.0003
Dodecanes plus	C ₁₂ H ₂₆ ⁺	0.0002	0.0001
		100.0000	8.9432

Calculated Gas Gravity (air=1.000) : 0.8918
 Calculated Gross Heating Value per : 1,474 BTU
 cubic foot of dry gas at 14.73 psia and 60^oF

sumber: Pertamina EP Region Jawa Field Tambun

2.7 *BENEFIT COST RATIO*

Benefit Cost Ratio Analysis (BCR) atau analisis manfaat-biaya merupakan analisis yang digunakan untuk mengetahui besaran keuntungan / kerugian serta kelayakan suatu proyek. Dalam perhitungannya, analisis ini memperhitungkan biaya serta manfaat yang akan diperoleh dari pelaksanaan suatu program. Dalam analisis benefit dan cost perhitungan manfaat serta biaya ini merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Analisis ini mempunyai banyak bidang penerapan. Salah satu bidang penerapan yang umum menggunakan rasio ini adalah dalam bidang investasi. Beberapa manfaat dari BCR antara lain adalah ;

- a) Membantu pengambil kebijakan untuk memilih alternatif terbaik dari pilihan yang ada, yang dalam hal ini pemilihan alternatif terbaik dilakukan berdasarkan alasan perbandingan antara *life cycle's benefit* dengan biaya yang dikeluarkan, melainkan juga dapat membandingkan alternatif-alternatif tersebut.
- b) Analisis BCR masih dapat diterapkan ketika suatu proyek telah diputuskan untuk dilakukan, sehingga manfaat yang kedua dari dilakukannya analisis BCR adalah dapat mengontrol perkembangan dari proyek yang bersangkutan pada tahun-tahun ke depan.
- c) Digunakan untuk evaluasi suatu proyek yang telah selesai dikerjakan. Tujuan dilakukannya evaluasi ini adalah untuk mengetahui kinerja suatu proyek dan hasil analisis yang telah dilakukan dapat digunakan untuk perbaikan program yang selanjutnya.

Suatu proyek yang dapat dikatakan layak secara teknis dan operasi harus memperhitungkan kelayakan dari beberapa aspek operasional. Menurut Heizer. J dan Render³, terdapat enam aspek yang merupakan aspek operasional suatu proyek. Keenam aspek operasional tersebut antara lain adalah perencanaan produk, perencanaan kapasitas, perencanaan proses dan fasilitas produksi, perencanaan lokasi, perencanaan persediaan, dan perencanaan kualitas. Dalam perencanaan lokasi, pemilihan lokasi ditentukan oleh tiga faktor antara lain adalah aspek sumber faktor produksi (akses

terhadap sumber faktor produksi berupa bahan baku, sumber daya manusia, tanah, modal dan infrastruktur), aspek produk dan aspek lingkungan.

Terkait dengan analisis kelayakan suatu proyek dalam sektor publik, selain menekankan pada analisis aspek keuangan atau finansial, analisis BCR juga menekankan pada analisis ekonomi dan sosial serta lingkungan. Hal ini disebabkan penerapan BCR dalam pengembangan ekonomi wilayah (sektor publik) tidak dapat lepas dari berbagai pertimbangan dengan memasukkan berbagai variabel kualitatif selain variabel kuantitatif.

Salah satu pertimbangan dalam pengambilan keputusan sektor publik adalah proporsi kontribusi sektor tersebut dalam masyarakat. Aspek sosial yang berkaitan dengan penerapan BCR dalam sektor publik ini harus mempertimbangkan kriteria *Social Cost and Benefit Analysis* (SCBA). Analisis ini memperhatikan eksternalitas, yaitu dampak eksternal yang ditimbulkan baik yang menguntungkan atau merugikan bagi perekonomian daerah sekitar proyek, distribusi penghasilan masyarakat, peningkatan saving yang diharapkan untuk meningkatkan investasi, maupun pertimbangan manfaat pada masyarakat.

Aspek sosial ekonomi penting dilakukan agar pada masa depan suatu proyek investasi tidak membebani daerah tersebut. Analisis ekonomi ini, menurut Suad Husnan dan Suwarsono, harus dilakukan mengingat adanya ketidaksempurnaan pasar, adanya pajak dan subsidi, dan berlakunya konsep *consumers surplus* (berkaitan erat dengan konsep *consumers willingness to pay* yang berguna untuk menghitung harga yang relevan dengan kemampuan konsumen) dan *producers surplus* (berkaitan erat dengan konsep *producers willingness to invest* yang berguna untuk menghitung biaya yang akan diinvestasikan).

Pada hakikatnya kegiatan pembangunan adalah upaya peningkatan taraf hidup masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya yang dimilikinya. Namun, dampak negatif seringkali timbul dan memberikan akibat hal-hal yang tidak diinginkan dimana kegiatan itu dilaksanakan, baik terhadap lingkungan sosial, ekonomi, dan budaya.

Pada aspek lingkungan, analisis dampak lingkungan mencakup jumlah manusia yang terkena dampak, luas wilayah penyebaran dampak, lamanya dampak berlangsung, dan intensitas dampak. Kelayakan proyek sangat ditentukan oleh seberapa besar dampak yang ditimbulkan dapat diminimalkan sampai dengan batas toleransinya. Biaya yang dikeluarkan untuk melakukan upaya ini harus diperhitungkan dalam evaluasi risiko proyek investasi.

Secara umum BCR dapat diformulasikan sebagai berikut;

$$B/C = \frac{PW_{Manfaat}}{PW_{Biaya}} = \frac{FW_{Manfaat}}{FW_{Biaya}} = \frac{AW_{Manfaat}}{AW_{Biaya}} \quad (2.1)$$

PW = Present Worth (nilai sekarang)

FW = Future Worth (nilai yang akan datang)

AW = Annual Worth (nilai tahunan)

Kriteria pengambilan keputusan untuk alternatif tunggal diambil berdasarkan nilai B/C yang diperoleh. Jika nilai $B/C \geq 1$, alternatif dianggap layak sedangkan jika $B/C \leq$, alternatif dianggap tidak atau kurang layak.

Beberapa tahapan dalam melakukan atau menetapkan BCR antara lain sebagai berikutl

1. Penentuan Jenis Proyek
2. Estimasi biaya proyek
3. Estimasi keuntungan
4. Perhitungan benefit-cost ratio

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

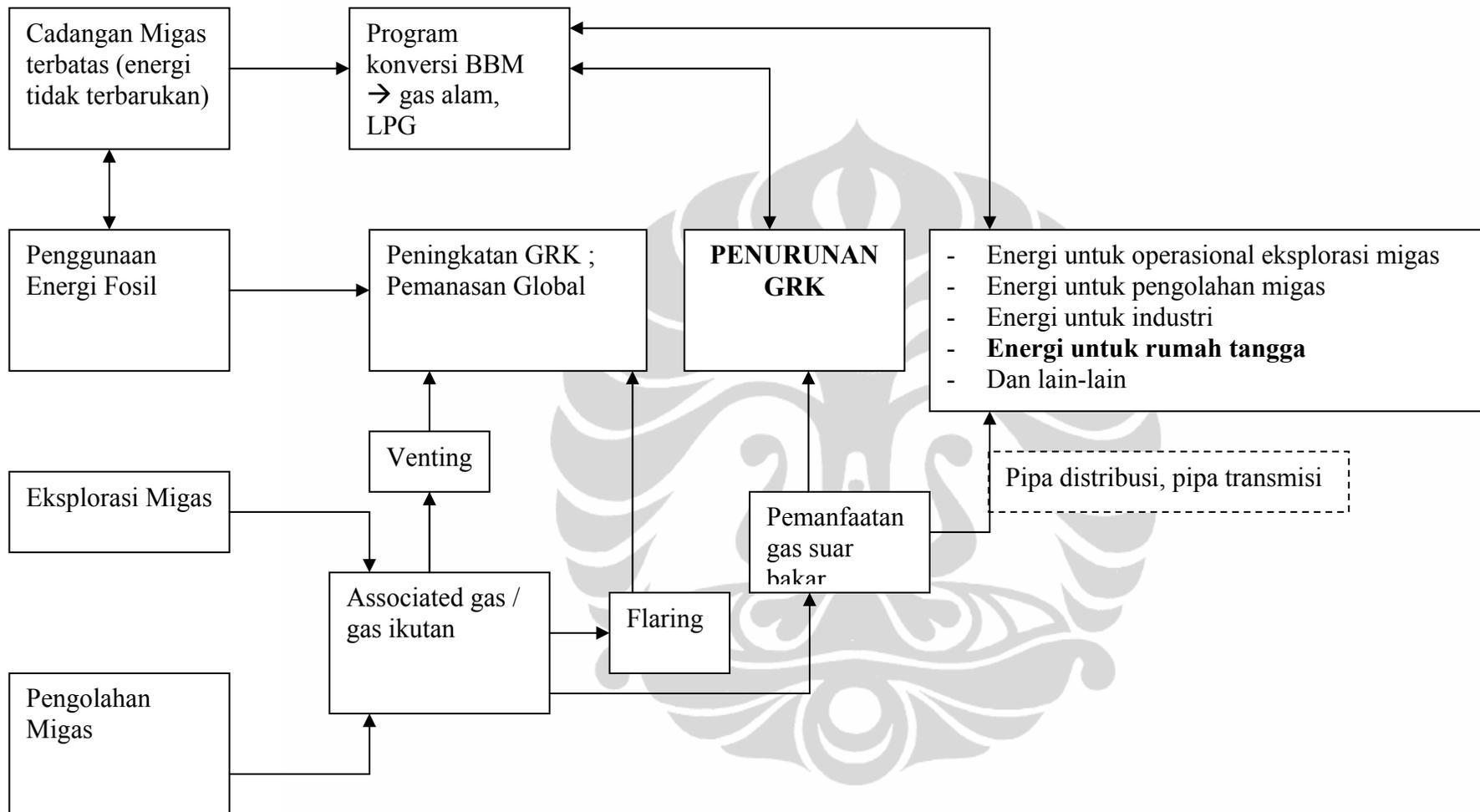
3.1 KERANGKA BERFIKIR

Kerangka berpikir dalam penelitian ini dilakukan dengan mempertimbangkan permasalahan yang ada dalam pemanfaatan energi fosil dan dampak yang ditimbulkan, serta dikaitkan dengan kebijakan yang ada. Secara skematis kerangka berpikir dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram Gambar 3.1.

Sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya, penggunaan energi fosil, sejak tahapan eksplorasi, pengolahan dan penggunaan akhir, telah menyebabkan peningkatan GRK (gas rumah kaca) yang berperan terhadap terjadinya pemanasan global. Pemanasan global telah mengakibatkan banyak dampak negatif atas keberlanjutan kehidupan di permukaan bumi ini, sehingga harus disepakati bersama oleh masyarakat dunia, untuk bersama-sama dapat menurunkan emisi GRK. Berbagai kebijakan internasional, regional dan nasional telah dibuat guna mendukung dan mengimplementasikan penurunan emisi GRK.

Pada sisi lain, cadangan minyak bumi yang masih populer sebagai bahan bakar utama, cadangannya semakin menipis, khususnya bagi negara Indonesia. Untuk mengatasi dan mengantisipasi kekurangan minyak bumi ini, pemerintah Indonesia telah mencanangkan konversi dari minyak ke penggunaan gas alam, dan LPG, serta mendukung produksi energi baru dan terbarukan. Beberapa kebijakan telah dibuat dalam rangka mendukung konversi energi ke penggunaan gas.

Gas suar bakar, merupakan produk sampingan dalam proses eksplorasi maupun pengolahan migas. Beberapa perusahaan migas telah memanfaatkan gas suar bakar sebagai sumber energi dalam operasional eksplorasi maupun pengolahan migas. Beberapa perusahaan swasta juga telah memanfaatkan gas suar bakar sebagai sumber energi untuk kebutuhan industri.



Gambar 3.1. Kerangka Berpikir Penelitian Pemanfaatan Gas Suar untuk Jaringan Gas Rumah Tangga

Namun demikian masih cukup banyak sumber gas suar bakar yang belum dimanfaatkan dan hanya dilakukan flaring dan venting yang telah berkontribusi dalam peningkatan GRK. Pemanfaatan gas suar bakar untuk jaringan rumah tangga, pada satu sisi mendukung program pemerintah dalam konversi energi, dan di sisi lain juga akan menurunkan emisi GRK.

Studi ini mencoba melakukan analisis kelayakan pemanfaatan gas suar bakar untuk kebutuhan rumah tangga di areal terdekat dengan sumber gas suar bakar.

3.2 KERANGKA TEKNIS PELAKSANAAN PENELITIAN

Berdasarkan Kerangka Berpikir tersebut di atas, dibuat rencana teknis pelaksanaan kegiatan penelitian, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.2.

3.2.1 Pengumpulan Data

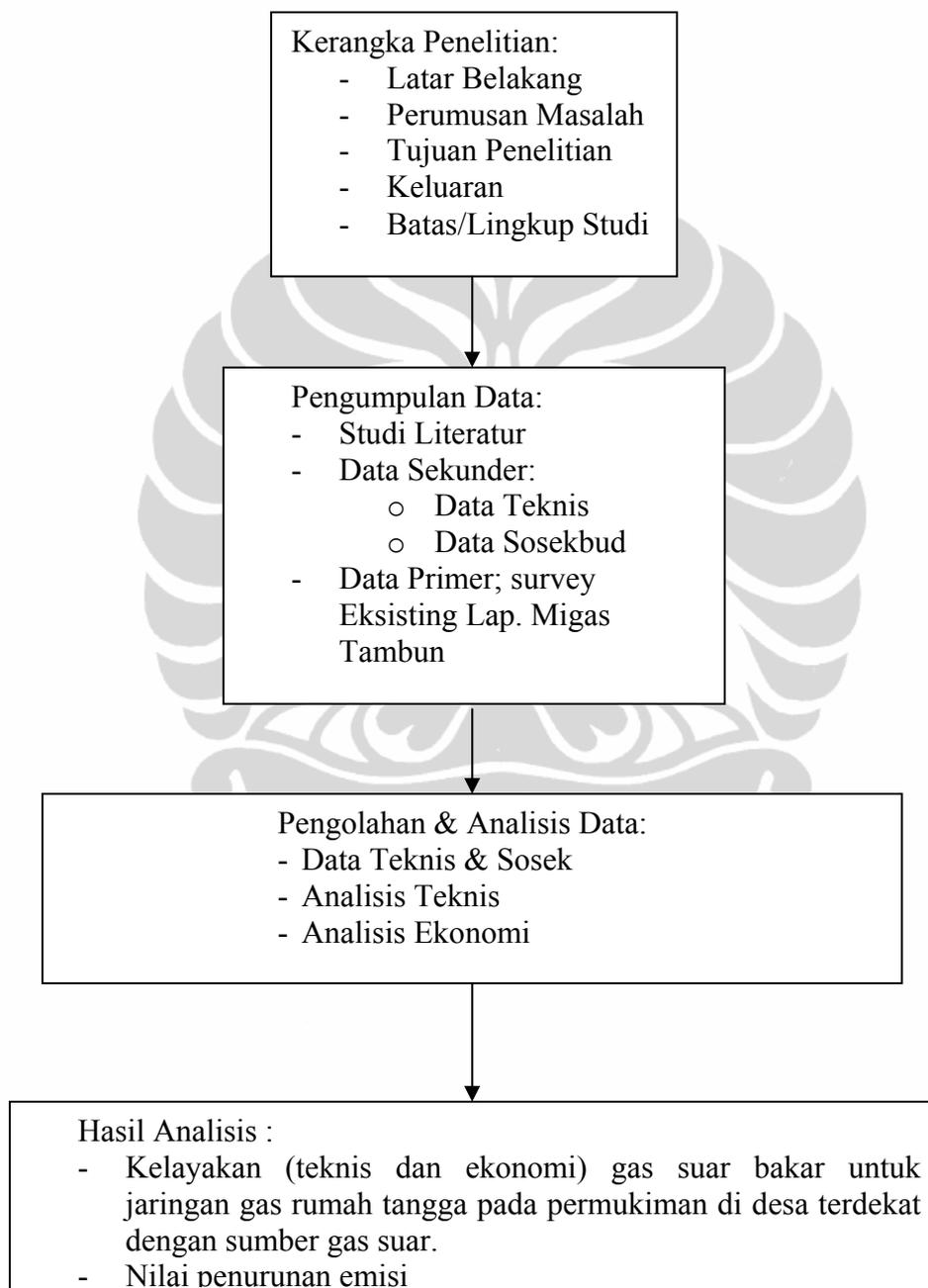
Pengumpulan Data Sekunder dilakukan melalui studi literatur, jurnal dan informasi/publikasi dari instansi terkait (Migas, BPMIGAS, BPH Migas, Pertamina, Pemerintah Daerah dan lain-lain), yaitu untuk mendapatkan data-data berikut:

- Deskripsi gas suar bakar
- Contoh-contoh pemanfaatan gas suar bakar
- Kebijakan terkait dengan pemanfaatan gas suar bakar
- Teknologi pemanfaatan gas suar bakar
- Gambaran lokasi kegiatan
- Desain rencana pemanfaatan gas suar bakar untuk jaringan gas rumah tangga pada lokasi kegiatan

Di samping data sekunder, dilakukan survey ke Lapangan Migas (Lapangan Tambun) untuk mendapatkan data primer sebagai berikut:

- Deskripsi kondisi eksisting lokasi sumber gas suar bakar di Lapangan Migas Tambun.
- Jumlah dan kapasitas gas suar bakar yang sudah dan belum dimanfaatkan.
- Komposisi dan spesifikasi gas suar bakar di lokasi studi (parameter fisik dan kimia)

- Deskripsi eksisting ada tidaknya jaringan pipa transmisi dan atau pipa distribusi di sekitar lokasi studi.
- Deskripsi kondisi eksisting lokasi rencana Desa Mandiri Energi.



Gambar 3.2. Kerangka Teknis Pelaksanaan Penelitian

3.2.2 Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisa data dilakukan terhadap data-data terkumpul, untuk membahas hal-hal berikut:

- Kelayakan Teknis
- Kelayakan Ekonomi
- Perhitungan Penurunan Emisi.

Kelayakan teknis akan dianalisa terhadap ketersediaan pasokan sumber gas, dalam hal ini gas suar bakar, dapat dinyatakan layak atau tidak untuk dapat digunakan sebagai gas rumah tangga. Parameter-parameter yang dianalisa adalah komposisi gas, flow rate, tekanan gas serta temperature. Dengan parameter-parameter tersebut maka akan di simulasikan untuk mengetahui kelayakan gas tersebut, perlu peralatan tambahan (separator) tau tidak, serta untuk menentukan diameter pipa distribusi. Selain itu juga dilakukan analisa berapa kebutuhan gas yang akan disalurkan ke masyarakat dengan melakukan survey sosek untuk mengetahui konsumsi LPG tiap KK dan pengambilan data jumlah KK yang ada di Desa Buni Bakti.

Sesuai tujuan penelitian ini yang dikaitkan dengan penurunan emisi GRK, akan dilakukan perhitungan emisi untuk mendapatkan perkiraan nilai emisi yang bisa diturunkan dari pemafaatan gas suar bakar ini. Perhitungan penurunan emisi CO₂ didasarkan pada reaksi pembakaran setiap komponen hidrokarbon yang terdapat dalam gas suar bakar, dengan asumsi reaksi pembakaran sempurna, tidak ada produk hasil pembakaran samping selain CO₂ dan H₂O.

Analisis finansial dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang pasti mengenai keseluruhan biaya yang dibutuhkan dengan menghitung estimasi biaya investasi awal proyek.

Untuk mendapatkan besarnya penghematan yang diperoleh masyarakat dengan adanya substitusi dari LPG ke pipa jargas rumah tangga maka harus diketahui harga jual LPG yang dibeli oleh masyarakat saat ini. Adapun penentuan harga gas bumi untuk masyarakat menggunakan formula sesuai dengan Peraturan BPH Migas tentang

Pedoman Penetapan Harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil sebagai berikut:

$$Hg_b = Hg_l \left[1 + \frac{IHK_b - IHK_l}{IHK_l} - x \right] \quad (3.1)$$

Dimana:

- Hg_b : Harga Gas Baru, rupiah/meter-kubik
 Hg_l : Harga Gas Lama, rupiah/meter-kubik
 IHK_b : Indek Harga Konsumen pada harga yang berlaku
 IHK_l : Indek Harga Konsumen untuk harga yang akan ditetapkan
 X : Faktor Koreksi yang ditetapkan oleh Badan Pengatur dengan memperhatikan inflasi dan suku bunga

Kemudian setelah itu dilakukan analisis manfaat-biaya atau biasa disebut *Benefit Cost Ratio*. Dalam perhitungannya, analisis ini memperhitungkan biaya serta manfaat yang akan diperoleh dari pelaksanaan suatu program. Jika $B/C > 1$ maka proyek tersebut layak dipilih, sebaliknya jika $B/C < 1$ maka proyek tersebut tidak layak dijalankan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$B / C = PW_{manfaat} / PW_{biaya} \quad (3.2)$$

3.2.3 Hasil Analisis

Hasil analisis merupakan output dari kegiatan penelitian ini, yaitu:

- Kelayakan (teknis dan ekonomi) Gas Suar Bakar untuk jaringan gas Rumah Tangga.
- Nilai penurunan emisi

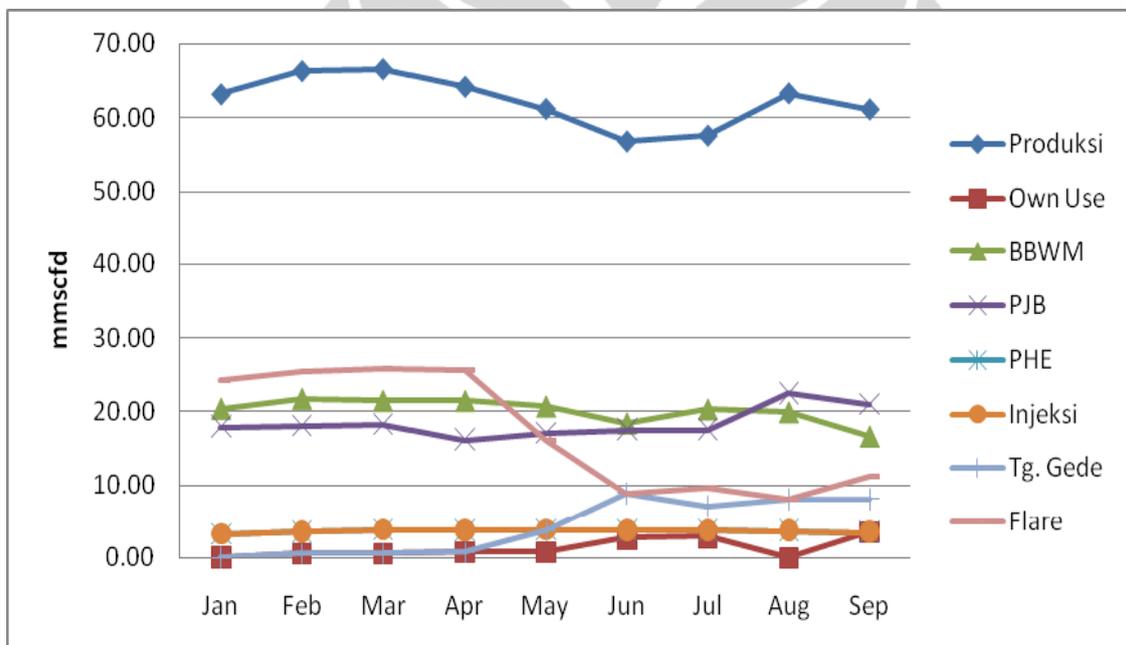
BAB IV

ANALISIS TEKNIS DAN KEEKONOMIAN

4.1 PENGUMPULAN DATA

4.1.1 Data Teknis

Gas yang diproduksi oleh PT Pertamina EP Field Tambun merupakan *associated gas* dari minyak yang diproduksi. Adapun *gas balance* PT Pertamina EP Field Tambun selama tahun 2010 adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Produksi Gas Lapangan Tambun

Sumber: Pertamina EP Field Tambun

Gas yang akan dimanfaatkan untuk jaringan gas rumah tangga adalah gas suar bakar yang berasal dari cluster-B Lapangan Tambun sebesar 4,8 mmscfd dengan tekanan 42 psia. Komposisi gas ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Komposisi Gas suar bakar Cluster-B Tambun

Component		Mol Percent	GPM
Hydrogen Sulfide	H ₂ S	0,0000	
Carbon Dioxide	CO ₂	2,3196	
Nitrogen	N ₂	0,3509	
Methane	CH ₄	66,8971	
Ethane	C ₂ H ₆	10,9383	2,9169
Propane	C ₃ H ₈	10,5905	2,9071
Iso-Butane	i-C ₄ H ₁₀	2,4083	0,7857
n-Butane	n-C ₄ H ₁₀	3,0168	0,9484
Iso-Pentane	i-C ₅ H ₁₂	1,0194	0,3722
n-Pentane	n-C ₅ H ₁₂	0,8789	0,3176
Hexanes	C ₆ H ₁₄	0,8396	0,3444
Heptanes	C ₇ H ₁₆	0,5551	0,2555
Octanes	C ₈ H ₁₈	0,1742	0,0890
Nonanes	C ₉ H ₂₀	0,0095	0,0053
Decanes	C ₁₀ H ₂₂	0,0011	0,0007
Undecanes	C ₁₁ H ₂₄	0,0005	0,0003
Dodecanes plus	C ₁₂ H ₂₆ ⁺	0,0002	0,0001
		100,0000	8,9432

Calculated Gas Gravity (air=1.000) : 0,8918
 Calculated Gross Heating Value per
 cubic foot of dry gas at 14,73 psia and 60⁰F : 1.474 BTU

sumber: Pertamina EP Region Jawa Field Tambun

4.1.2 Data Sosial Ekonomi

Desa Bunibakti yang merupakan lokasi gas suar bakar cluster-B, memiliki luas sekitar 7,69 km², dengan jumlah penduduk 7.885 jiwa (5,05 % dari jumlah penduduk di Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi) yang terdiri dari laki-laki 4.280 jiwa dan perempuan 3.605 jiwa. Jumlah Kepala Keluarga di Desa Bunibakti adalah 1.818, dengan rata-rata penghuni 5 jiwa/KK. Jenis mata pencaharian menurut data profil Desa Bunibakti adalah buruh dan pegawai swasta sebanyak 18%, petani sebanyak 82%, yang terdiri dari petani yang memiliki tanah sawah hak milik sebesar 18% dan yang bekerja

sebagai buruh tani atau petani yang hanya menyewa tempat/mengolah lahan milik penduduk lain sebesar 64%.

Tingkat pendidikan penduduk Desa Bunibakti rata-rata baru menamatkan Sekolah Menengah Pertama. Untuk lebih jelasnya mengenai struktur penduduk berdasarkan tingkat pendidikan di Desa Buninakti dapat dilihat pada tabel 4.2. berikut.

Tabel 4.2. Tingkat Pendidikan Penduduk Desa Buni Bakti berusia 10 tahun keatas

No.	Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persen (%)
1.	Tidak / Belum pernah sekolah	-	-
2.	Tidak / Belum tamat SD	341	34,97
3.	SD / Sederajat	175	17,94
4.	SLTP / Sederajat	245	25,12
5.	SLTA / Sederajat	170	17,43
6.	Diploma (D1, D2, D3)	25	2,56
7.	Universitas (S1, S2, S3)	19	1,94
Total		975	100,00

Sumber: Profil Penduduk Desa Buni Bakti tahun 2008

Tingkat kepadatan penduduk di Desa Bunibakti kepadatannya adalah sebesar 928 jiwa/km². Berdasarkan kriteria BPS tahun 1999, angka tersebut tergolong rendah karena berada di bawah 2000 jiwa/km². Sedangkan Angka kerja produktif sebanyak 4.523 jiwa atau sebesar 63,89 % dari jumlah penduduk.

Kondisi perumahan di Desa Bunibakti, pada beberapa lokasi yang dekat dengan akses jalan raya kondisinya cenderung padat dan mengelompok, serta berdekatan dengan sungai/kali. Kondisi rumah umumnya mempunyai halaman yang cukup luas yang ditanami tanaman buah dan hias. Ventilasi berupa lubang angin dan jendela pada rumah-rumah di pemukiman tersebut cukup baik untuk sirkulasi udara.

Saat ini masyarakat menggunakan LPG 3 kg dan kayu bakar untuk kebutuhan memasak makanan dan minuman. Konversi dari minyak tanah ke LPG di Desa Bunibakti sudah berlangsung sejak tahun 2008, tetapi masih ada beberapa masyarakat yang masih

menggunakan kayu bakar untuk memasak. Hal ini dikarenakan sebagian kecil masyarakat masih takut menggunakan LPG akan menyebabkan ledakan.

Masyarakat membeli LPG 3 kg di warung/kios yang terdapat di desa tersebut. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan beberapa responden, kebutuhan masyarakat akan LPG rata-rata adalah 3-4 tabung LPG 3 kg/bulan, sedangkan untuk beberapa warung makan yang ada di Desa tersebut kebutuhan LPG-nya berkisar 6 tabung 3 kg/bulan. Harga tabung LPG 3 kg per tabungnya adalah sebesar Rp. 15.000,-.

4.2 ANALISIS TEKNIS

Analisis Teknis dilakukan untuk mengetahui kelayakan pemanfaatan gas suar bakar cluster-B untuk jaringan gas rumah tangga Desa Bunibakti. Analisis dilakukan berdasarkan data teknis dan sosek yang didapat. Selain itu juga dilakukan perhitungan penurunan emisi CO₂ yang dihasilkan dari unit suar bakar setelah dimanfaatkan untuk jaringan gas rumah tangga

4.2.1 Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menghitung kebutuhan gas bumi diperlukan beberapa data antara lain jumlah kepala keluarga dan kebutuhan LPG yang digunakan selama ini per kepala keluarga. Dalam analisis jumlah kepala keluarga ini akan digunakan proyeksi pertumbuhan penduduk dari BPS sedangkan waktu proyeksi jumlah kepala keluarga disesuaikan dengan perkiraan umur proyek jaringan distribusi gas yaitu sekitar 10 tahun.

Hasil proyeksi yang dilakukan oleh BPS menunjukkan bahwa jumlah penduduk Indonesia selama dua puluh lima tahun mendatang terus meningkat. Walaupun demikian, pertumbuhan rata-rata per tahun penduduk Indonesia selama periode 2000-2025 menunjukkan kecenderungan terus menurun. Dalam dekade 1990-2000, penduduk Indonesia bertambah dengan kecepatan 1,49 persen per tahun, kemudian antara periode 2000-2005 dan 2020-2025 turun menjadi 1,34 persen dan 0,92 persen per tahun. Turunnya laju pertumbuhan ini ditentukan oleh turunnya tingkat kelahiran dan kematian, namun penurunan karena kelahiran lebih cepat daripada penurunan karena kematian. Tabel berikut memperlihatkan laju pertumbuhan penduduk setiap provinsi di Indonesia selama kurun waktu 2000 – 2025.

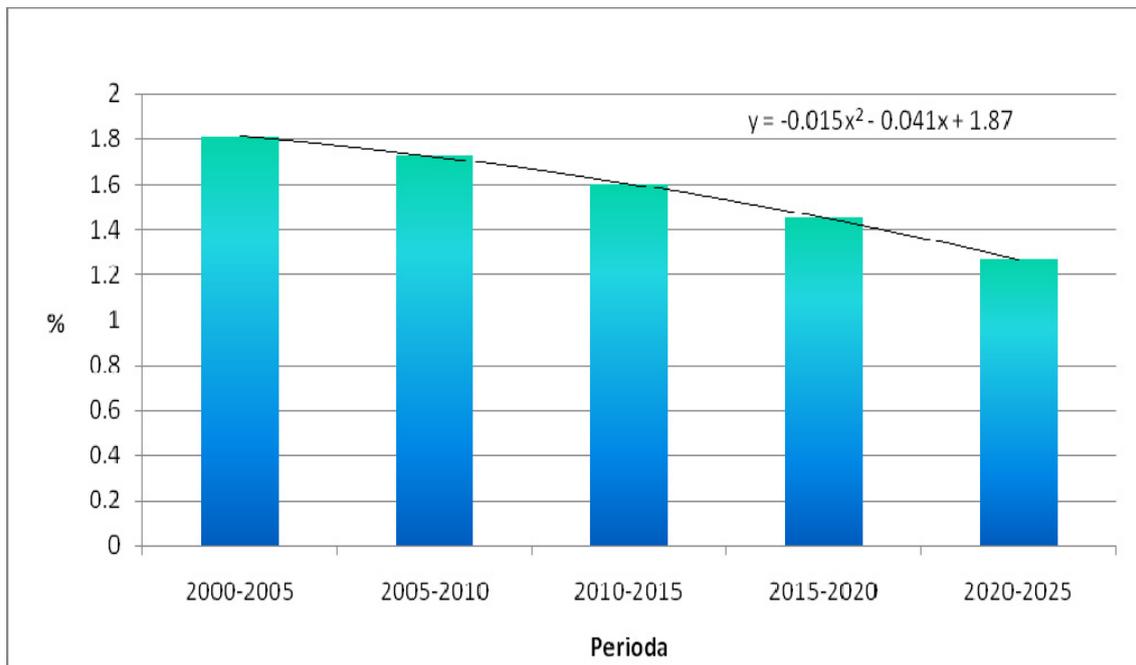
Tabel 4.3. Proyeksi Laju Perumbuhan Penduduk

Propinsi	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020	2020-2025
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
11. NANGGROE ACEH DARUSSALAM	0.55	0.37	0.26	0.14	-0.00
12. SUMATERA UTARA	1.35	1.20	1.05	0.88	0.69
13. SUMATERA BARAT	0.71	0.60	0.69	0.39	0.25
14. RIAU	4.30	4.11	3.79	3.51	3.29
15. JAMBI	2.00	1.85	1.68	1.50	1.30
16. SUMATERA SELATAN	1.70	1.58	1.42	1.32	1.18
17. BENGKULU	2.13	1.99	1.85	1.69	1.51
18. LAMPUNG	1.61	1.47	1.33	1.17	0.99
19. KEPULAUAN BANGKA BELITUNG	1.54	1.46	1.34	1.17	0.95
31. DKI JAKARTA	0.80	0.64	0.41	0.20	-0.01
32. JAWA BARAT	1.81	1.73	1.60	1.45	1.27
33. JAWA TENGAH	0.42	0.35	0.26	0.16	0.01
34. DI YOGYAKARTA	1.00	0.95	0.81	0.63	0.44
35. JAWA TIMUR	0.45	0.40	0.31	0.19	0.01
36. BANTEN	2.83	2.75	2.63	2.47	2.27
51. B A L I	1.41	1.26	1.07	0.91	0.77
52. NUSA TENGGARA BARAT	1.67	1.54	1.41	1.26	1.11
53. NUSA TENGGARA TIMUR	1.54	1.37	1.23	1.09	0.94
61. KALIMANTAN BARAT	1.82	1.66	1.51	1.33	1.12
62. KALIMANTAN TENGAH	2.87	2.68	2.48	2.28	2.04
63. KALIMANTAN SELATAN	1.66	1.57	1.47	1.32	1.14
64. KALIMANTAN TIMUR	2.77	2.57	2.37	2.18	1.95
71. SULAWESI UTARA	1.37	1.23	1.08	0.93	0.77
72. SULAWESI TENGAH	2.01	1.89	1.78	1.66	1.49
73. SULAWESI SELATAN	1.08	1.00	0.91	0.79	0.63
74. SULAWESI TENGGARA	2.76	2.53	2.33	2.14	1.94
75. GORONTALO	0.91	0.78	0.67	0.53	0.35
81. M A L U K U	1.66	1.58	1.54	1.46	1.34
82. MALUKU UTARA	1.78	1.72	1.66	1.53	1.37
94. PAPUA	2.61	2.29	2.04	1.80	1.54

Sumber: Badan Pusat Statistik

Dalam melakukan proyeksi jumlah penduduk untuk kabupaten bekasi ini, diambil laju pertumbuhan penduduk provinsi Jawa Barat. Dari tabel di atas terlihat bahwa laju pertumbuhan penduduk di propinsi Jawa Barat selama perioda 2000-2005 sebesar 1.81%, perioda 2005 – 2010 sebesar 1.73%, perioda 2010 – 2015 sebesar 1.6%, dan perioda 2015 – 2020 sebesar 1.45%, dan perioda 2020 – 2025 sebesar 1.27%.

Gambar berikut memperlihatkan grafik trend penurunan laju pertumbuhan penduduk provinsi Jawa Barat;



Gambar 4.2. Laju Pertumbuhan Penduduk Jawa Barat

Sumber: Badan Pusat Statistik

Dari grafik di atas diperoleh persamaan pertumbuhan penduduk $y = -0.015x^2 - 0.014x + 1.87$ sehingga laju pertumbuhan penduduk untuk periode 2025 – 2030 dapat diketahui yaitu $y = -0.015(6)^2 - 0.014(6) + 1.87 = 1.08\%$.

Berdasarkan data tersebut maka proyeksi akan dilakukan setiap periode 5 tahun dimana pada setiap periode tersebut akan dilakukan penambahan fasilitas jaringan distribusi gas. Berdasarkan data statistik Desa Bunibakti, jumlah penduduk pada tahun 2010 sebanyak 7885 jiwa dengan jumlah Kepala Keluarga sekitar 1600 buah. Sedangkan rumah yang akan difasilitasi jaringan distribusi gas adalah rumah yang terletak dalam radius ± 2 km dari sumber gas, berjumlah kurang lebih 1500 buah. Dari hasil perhitungan diperoleh proyeksi jumlah penduduk dan Kepala Keluarga di Desa Bunibakti seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.4. berikut;

Tabel 4.4. Proyeksi Jumlah KK

Tahun	Laju Pertumbuhan (%)	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jumlah KK (Jiwa)
2010		7102	1500
2011	1,6	7216	1524
2012	1,6	7331	1548
2013	1,6	7448	1573
2014	1,6	7568	1598
2015	1,6	7689	1624
2016	1,45	7800	1647
2017	1,45	7913	1671
2018	1,45	8028	1696
2019	1,45	8144	1720
2020	1,45	8262	1745
2021	1,27	8367	1767
2022	1,27	8474	1790
2023	1,27	8581	1812
2024	1,27	8690	1835
2025	1,27	8801	1859
2026	1,08	8896	1879
2027	1,08	8992	1899
2028	1,08	9089	1920
2029	1,08	9187	1940
2030	1,08	9286	1961

4.2.2 Analisis Kebutuhan Gas Bumi

Berdasarkan data yang ada, kebutuhan LPG per bulan untuk kepala keluarga adalah 3 - 4 tabung ukuran 3 kg. Dengan mengambil asumsi 4 tabung per bulan maka untuk satu keluarga membutuhkan LPG sebanyak $4 \times (3 \text{ kg/bulan}) \times (12 \text{ bulan/tahun}) = 144 \text{ kg / tahun}$.

Nilai kalor LPG adalah sebesar 11.220 Kcal/kg sedangkan nilai kalor gas bumi sebesar 1474 MMbtu/Scf.

$$\begin{aligned}
 \text{Konsumsi LPG per tahun} &= 144 \text{ Kg} \times 11.220 \text{ Kcal/kg} = 1.615.680 \text{ Kcal.} \\
 &= 1.615.680 \text{ Kcal} \times 3,968 \text{ Btu/Kcal} \\
 &= 6.411.018 \text{ Btu}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi Gas per tahun} &= (6.411.018 \text{ Btu}) / (1.474 \text{ Btu/Scf}) \\ &= 4.350 \text{ scf}\end{aligned}$$

Dengan demikian, konsumsi gas bumi untuk 1.500 rumah tangga pada tahun 2010 adalah sebesar $1.500 \times 4.350 = 6.524.103$ Scf atau 17.874 scf/hari. Dengan asumsi terjadi losses sebesar 5% maka kebutuhan gas untuk 1500 rumah adalah 18.768 scf/hari atau sekitar 0.019 MMscfd.

Selain kebutuhan untuk rumah tangga, perhitungan gas bumi juga dilakukan untuk memenuhi kebutuhan memasak bagi warung makan yang ada di Desa Buni Bakti. Jumlah warung makan di desa tersebut sebanyak 10 warung dengan tingkat konsumsi LPG sebanyak 6 tabung (3 kg) per bulan. Diasumsikan selama jangka waktu 20 tahun, jumlah warung tersebut tetap.

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi LPG per tahun} &= 10 \times 6 \times 3 \text{ kg} \times 12 \times 11.220 \text{ Kcal/kg} \\ &= 24.235.200 \text{ Kcal} \\ &= 24.235.200 \text{ Kcal} \times 3,968 \text{ Btu/Kcal} \\ &= 96.165.274 \text{ Btu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Konsumsi Gas per tahun} &= (96.165.274 \text{ Btu}) / (1474 \text{ Btu /Scf}) \\ &= 65.241 \text{ scf}\end{aligned}$$

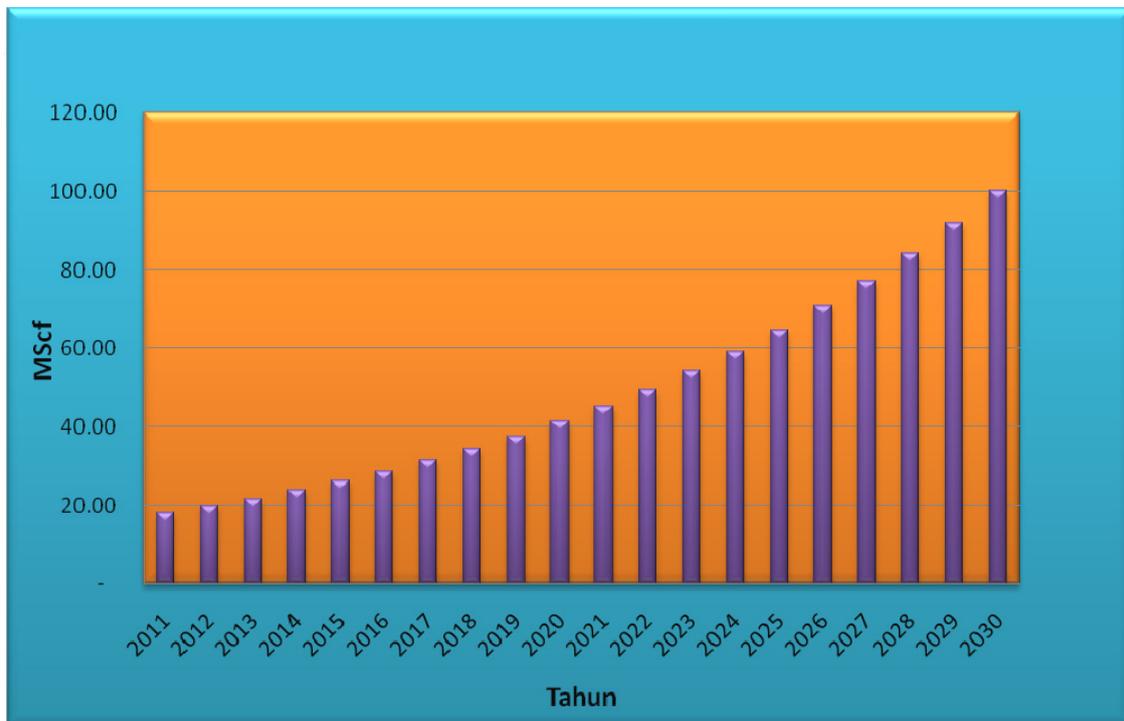
Selain menggunakan data pertumbuhan penduduk, proyeksi kebutuhan gas bumi juga dilakukan dengan melibatkan variabel laju pertumbuhan ekonomi (PDB) dan elastisitas energi. Elastisitas energi adalah perbandingan antara pertumbuhan konsumsi energi dengan pertumbuhan ekonomi. Semakin rendah elastisitasnya maka semakin efisien penggunaan energinya. Elastisitas energi Indonesia berada pada kisaran 1,04 – 1,84. Untuk analisis ini, elastisitas energi diasumsikan sebesar 1,6.

Pertumbuhan ekonomi merupakan indikator yang dapat menggambarkan kinerja perekonomian di suatu wilayah. Berdasarkan data dari BPS, pertumbuhan ekonomi Kabupaten Bekasi pada tahun 2008 - 2010 sebesar 5 - 6%.

Dengan mengambil asumsi elastisitas energi 1,6 dan pertumbuhan ekonomi 5% secara konstan selama 20 tahun kedepan maka diperoleh proyeksi kebutuhan gas bumi sebagai berikut;

Tabel 4.5. Proyeksi Kebutuhan Gas Bumi

Tahun	Laju Pertumbuhan Penduduk	Jumlah KK	PDB (%)	Elastisitas Energi	Gas Rumah Tangga	Gas Warung Makan	Losses	Gas KebutuhanTotal	
	%		%		(Scf)	(Scf)		(Scf)	(Scf)
2010		1500			6.524.103	65.241		6.589.344	0,01805
2011	1,6	1524	5	1,6	7.158.768	71.765	361.527	7.230.533	0,01981
2012	1,6	1548	5	1,6	7.855.173	78.289	396.673	7.933.462	0,02174
2013	1,6	1573	5	1,6	8.619.324	84.813	435.207	8.704.137	0,02385
2014	1,6	1598	5	1,6	9.457.812	91.337	477.457	9.549.149	0,02616
2015	1,6	1.624	5	1,6	10.377.868	97.862	523.786	10.475.729	0,02870
2016	1,45	1.647	5	1,6	11.370.614	104.386	573.750	11.475.000	0,03144
2017	1,45	1.671	5	1,6	12.458.327	110.910	628.462	12.569.237	0,03444
2018	1,45	1.696	5	1,6	13.650.091	117.434	688.376	13.767.525	0,03772
2019	1,45	1.720	5	1,6	14.955.859	123.958	753.991	15.079.817	0,04131
2020	1,45	1.745	5	1,6	16.386.536	130.482	825.851	16.517.018	0,04525
2021	1,27	1.767	5	1,6	17.922.217	137.006	902.961	18.059.223	0,04948
2022	1,27	1.790	5	1,6	19.601.815	143.530	987.267	19.745.345	0,05410
2023	1,27	1.812	5	1,6	21.438.819	150.054	1.079.444	21.588.873	0,05915
2024	1,27	1.835	5	1,6	23.447.979	156.578	1.180.228	23.604.558	0,06467
2025	1,27	1.859	5	1,6	25.645.430	163.103	1.290.427	25.808.533	0,07071
2026	1,08	1.879	5	1,6	27.996.193	169.627	1.408.291	28.165.819	0,07717
2027	1,08	1.899	5	1,6	30.562.436	176.151	1.536.929	30.738.587	0,08422
2028	1,08	1.920	5	1,6	33.363.911	182.675	1.677.329	33.546.586	0,09191
2029	1,08	1.940	5	1,6	36.422.181	189.199	1.830.569	36.611.379	0,10031
2030	1,08	1.961	5	1,6	39.760.783	195.723	1.997.825	39.956.506	0.10947



Gambar 4.3. Proyeksi Kebutuhan Gas Bumi

Dari tabel dan gambar di atas terlihat bahwa kebutuhan gas bumi terbesar adalah 0.1 MMscfd yaitu pada tahun 2030. Untuk desain kapasitas jaringan pipa diambil pada laju alir tersebut.

4.2.3 Fasilitas Produksi Gas Bumi

Gas bumi bagi kebutuhan rumah tangga di Desa Bunibakti berasal dari gas suar bakar yang diproduksi dari lapangan minyak bumi di Tambun. Produksi gas suar bakar tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1. Fasilitas yang ada di lapangan tersebut saat ini berupa separator untuk memisahkan minyak dan gas. Gas yang terpisah selanjutnya dibakar begitu saja di udara.

Dalam analisis ini, gas yang dibakar tersebut itulah yang akan dimanfaatkan untuk kebutuhan bakar rumah tangga di Desa Bunibakti. Berdasarkan data yang diperoleh, laju produksi gas yang keluar dari separator tersebut sekitar 4,8 MMscfd dengan tekanan mencapai 42 Psia. Adapun komposisi gas dapat dilihat pada Tabel 4.1

Untuk menganalisis apakah diperlukan fasilitas produksi tambahan berupa separator atau kompresor, perlu dilakukan simulasi proses dan simulasi pipa. Simulasi proses dilakukan untuk melihat fasa gas tersebut pada komposisi dan kondisi operasi yang ada di lapangan sedangkan simulasi pipa dilakukan untuk melihat kemungkinan terjadinya pembentukan liquid sepanjang pipa yang mengalir ke rumah penduduk.

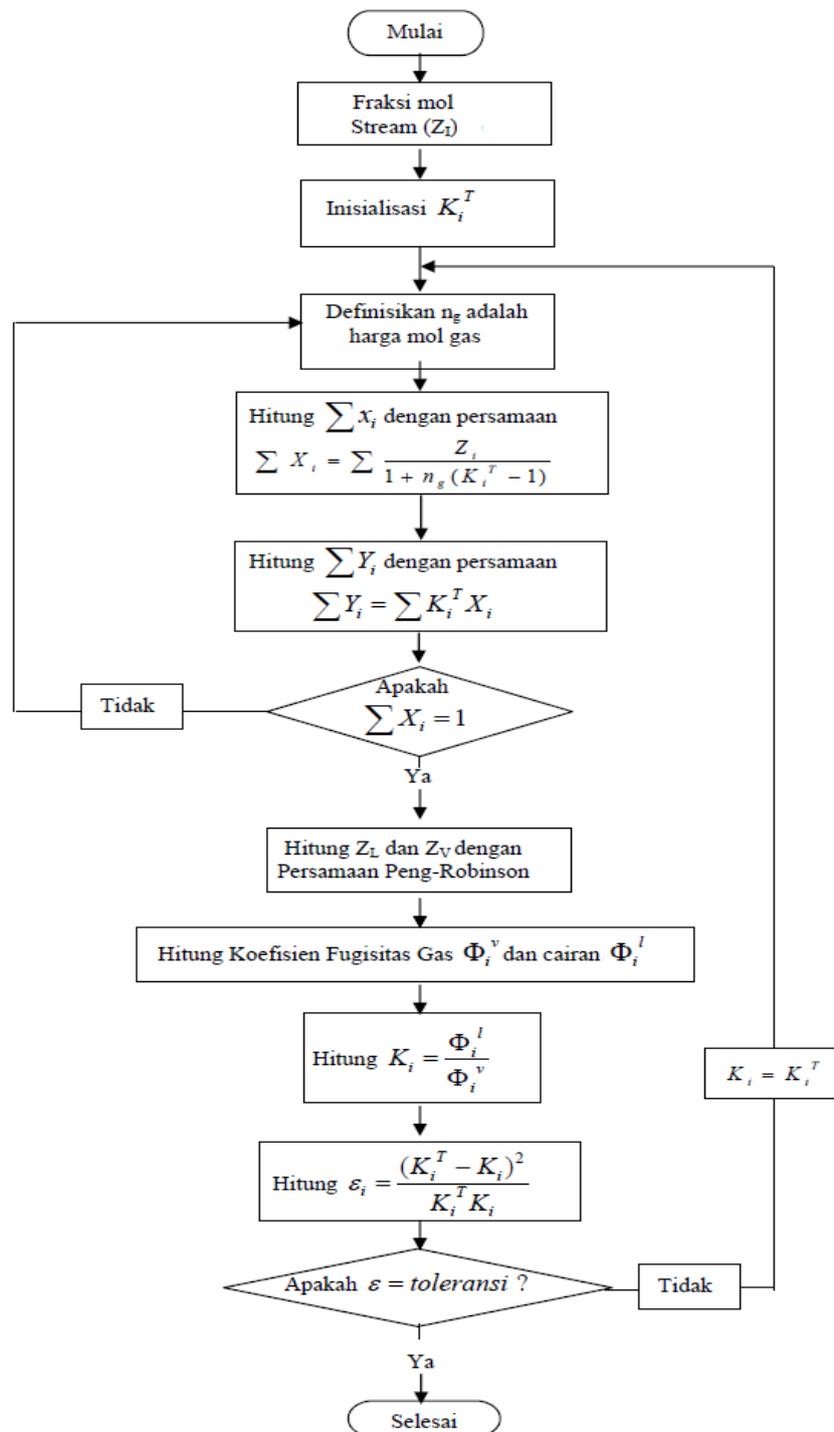
Simulasi Proses

Simulasi proses dilakukan dengan menggunakan Software HYSYS 3.1. Beberapa inputan yang diperlukan adalah komposisi gas, tekanan dan temperatur gas, serta metoda perhitungan Termodinamika.

Metoda termodinamika merupakan persamaan keadaan yang digunakan untuk memodelkan perilaku senyawa-senyawa yang terlibat dalam proses. Persamaan keadaan adalah suatu bentuk persamaan empiris yang menyatakan hubungan timbal balik antara tekanan, volume dan temperatur (PVT) baik dalam bentuk gas, cairan maupun padatan. Persamaan keadaan berbentuk kubik pertama sekali diperkenalkan oleh Van der Waals (1983) yang digunakan untuk menyatakan kesetimbangan dari fasa gas menuju cairan). Kemudian dikembangkan hubungan semi empiris untuk menyatakan sifat volumetris, sifat termodinamika dan kesetimbangan fasa dengan dukungan komputer. Modifikasi pertama yang dianggap paling berhasil adalah modifikasi Redlich dan Kwong. Kemudian dikembangkan lagi oleh Soave (1972) yang dikenal sebagai persamaan Soave-Redlich-Kwong (SRK-EOS), yang menghasilkan kemampuan lebih baik dalam perhitungan terhadap konstanta kesetimbangan gas-cairan sistem hidrokarbon. Kelemahan SRK-EOS adalah penyimpangan yang besar dalam menghitung rapat massa atau densitas cairan. Kemudian Peng dan Robinson (1976) mengembangkan SRK-EOS yang memiliki ketepatan dalam memprediksi perilaku volumetris dan penentuan konstanta kesetimbangan komposisi fasa gas-cairan hidrokarbon.

Dalam simulasi ini digunakan persamaan keadaan Peng-Robinson (PR). Persamaan keadaan ini digunakan untuk memperkirakan perilaku fasa dan konstanta kesetimbangan fasa gas-cairan sistem gas kondensat dalam pressure vessel. Prosedur

yang dilakukan dalam simulasi ini dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar di bawah ini;



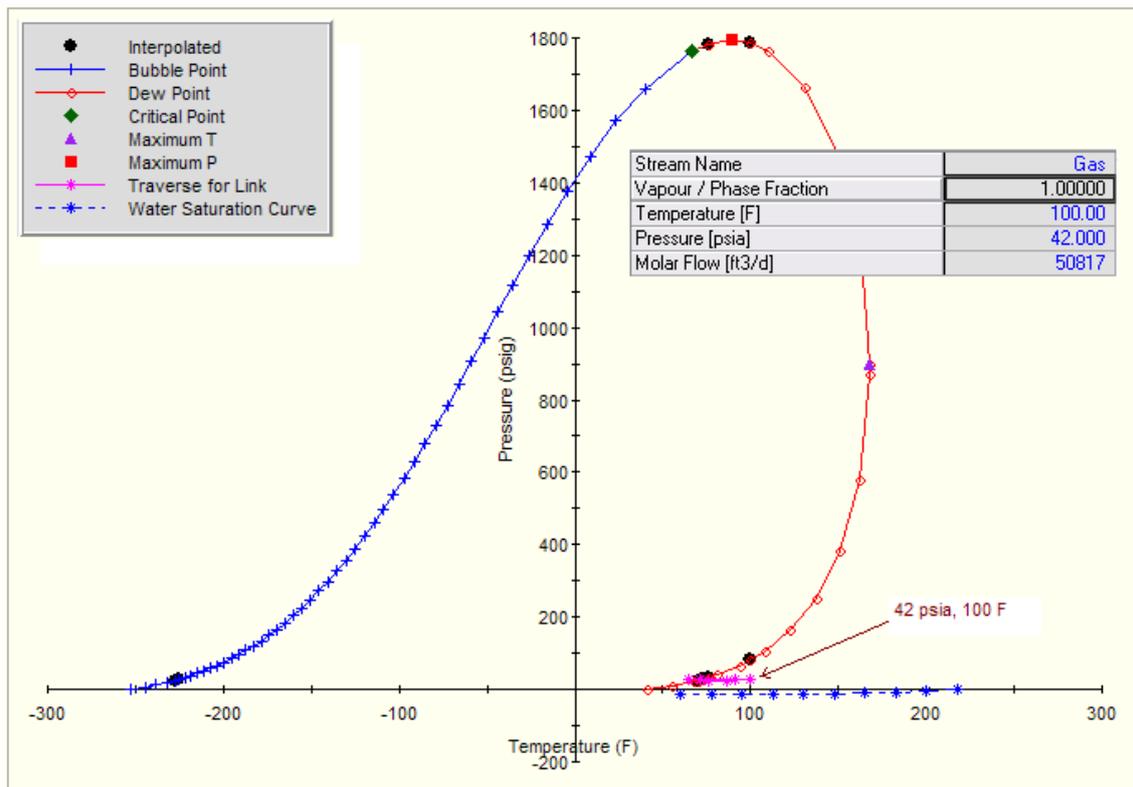
Gambar 4.4. Diagram alir model persamaan keadaan Peng–Robinson

Data komposisi seperti dilihat dalam Tabel 4.1 merupakan komposisi gas pada dry basis (tanpa air). Dalam simulasi ini, komposisi tersebut diubah terlebih dahulu kedalam wet basis dengan asumsi air berada pada kondisi saturated dengan gas (tidak ada air bebas). Tabel berikut memperlihatkan komposisi gas hasil perhitungan dalam kondisi wet basis;

Tabel 4.6. Komposisi Gas

Component	Mole Fractions
CO ₂	2,2937
Nitrogen	0,3470
Methane	66,1491
Ethane	10,8160
Propane	10,4721
i-Butane	2,3814
n-Butane	2,9831
i-Pentane	1,0080
n-Pentane	0,8691
n-Hexane	0,8302
n-Heptane	0,5489
n-Octane	0,1723
n-Nonane	0,0094
n-Decane	0,0011
n-C ₁₁	0,0005
n-C ₁₂	0,0002
H ₂ O	1,1181
Pressure, psia	40
Temperatur, °F	100

Berdasarkan data komposisi di atas selanjutnya dilakukan simulasi untuk melihat keadaan fasa pada tekanan dan temperature yang diberikan. Gambar berikut memperlihatkan diagram fasa hasil simulasi. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada kondisi operasi yang diberikan (42 psia dan 100 F) pada keluaran separator, gas berada di sebelah kanan kurva dew point sehingga gas berada pada fasa uap secara keseluruhan.



Gambar 4.5. Diagram Fasa

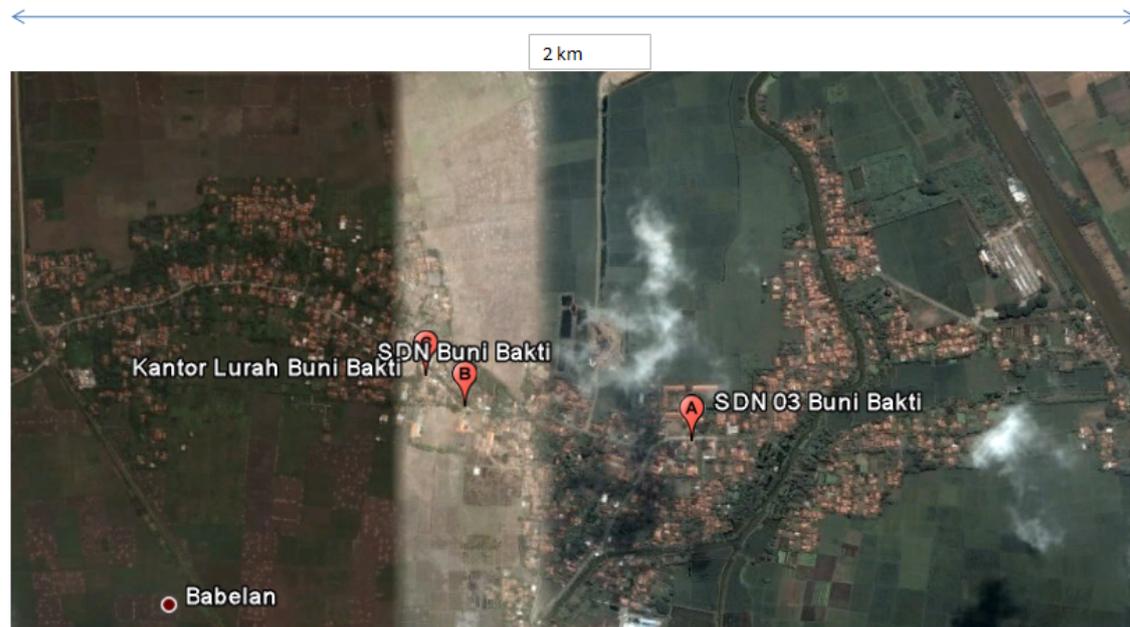
4.2.4 Jaringan Pipa Gas Bumi

4.2.4.1 Titik Supply

Rencana titik supply gas untuk rumah tangga di Desa Buni Bakti ditetapkan di Cluster-B Lapangan Tambun. Berdasarkan data yang ada, jarak terjauh dari fasilitas produksi gas di Cluster-B ke rumah penduduk yang akan dipasang fasilitas jaringan distribusi gas adalah kurang dari 2 km.

4.2.4.2 Jalur Pipa

Jalur pipa yang akan dianalisis meliputi jalur dari *Metering and Regulating Station* (MRS) ke konsumen. Fasilitas MRS akan dipasang dekat fasilitas produksi (setelah separator minyak) di Cluster-B karena jarak rumah terdekat ke separator hanya sekitar 20 m saja. Jarak terjauh antara rumah yang akan dipasang fasilitas jaringan pipa gas ke M/RS sekitar ± 2 km.



Gambar 4.6. Lokasi Desa Buni Bakti

sumber : Google Earth

4.2.4.3 Spesifikasi Teknis Jaringan Pipa

Sistem jaringan pipa gas dalam SNI 13.3474 (ASME B31.8-2003) dibedakan menjadi dua sistem tekanan yaitu sistem jaringan distribusi tekanan rendah dan sistem jaringan distribusi tekanan tinggi. Sistem distribusi tekanan rendah didefinisikan sebagai sistem jaringan yang tekanan pada pipa utama dan pipa service sampai dengan peralatan gas di pemakai gas (gas appliance) tidak memerlukan regulator (penurun tekanan). Selain itu, sistem tekanan dalam jaringan distribusi gas bumi juga dapat dibedakan berdasarkan rentang tekanan, kelas lokasi, dan standar ANSI Class.

Klasifikasi Tekanan

Untuk perusahaan distribusi gas global (Tokyo Gas, British Gas, Petronas, dan lain-lain), umumnya membagi sistem jaringan distribusinya sebagai berikut;

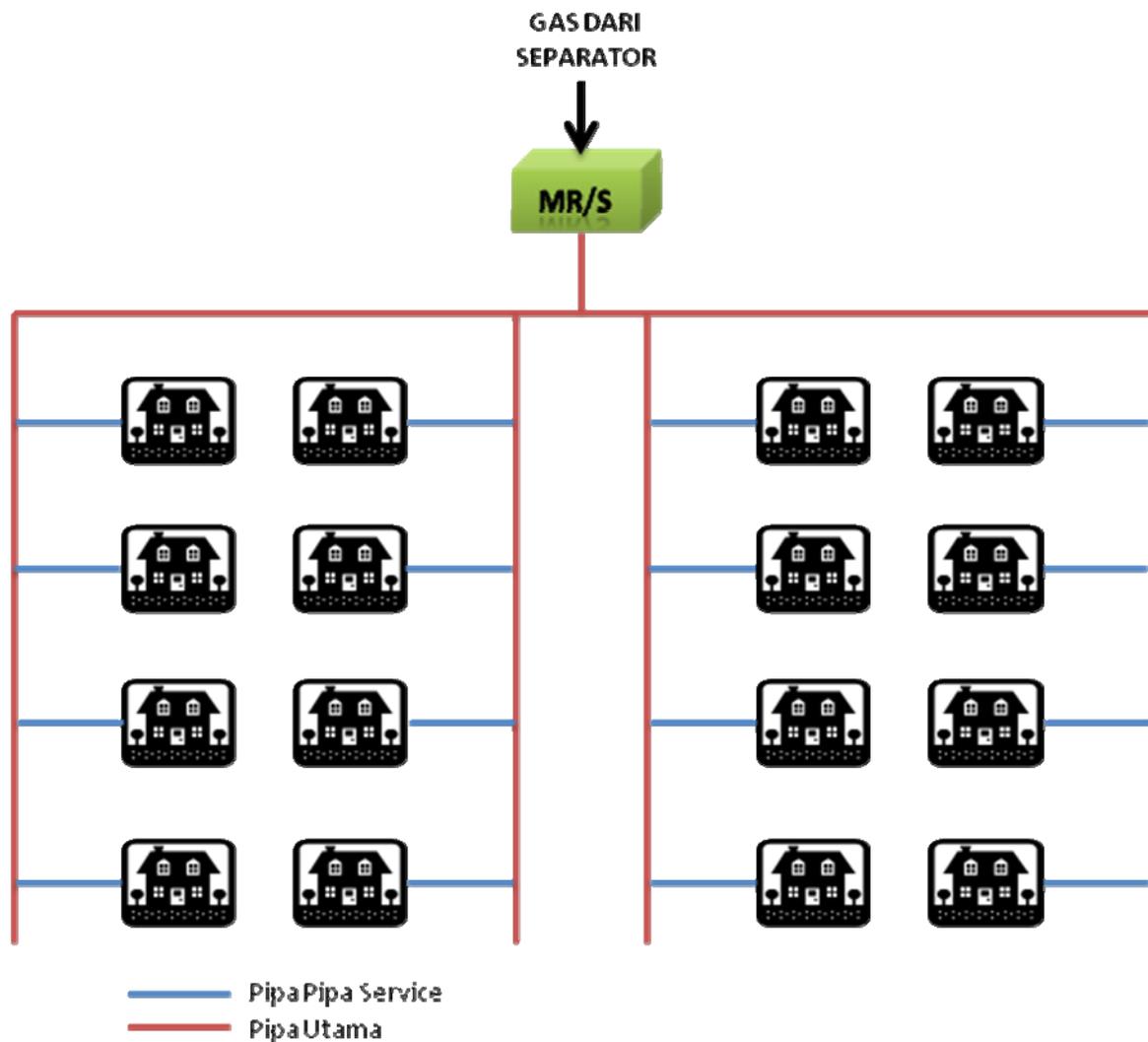
- Tekanan rendah : ≤ 1 bar
- Tekanan Medium : 1 – 10 bar
- Tekanan Tinggi : > 10 bar

Di Indonesia, sistem jaringan distribusi yang ada pada umumnya membagi tekanan kedalam beberapa klasifikasi seperti diperlihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.7. Klasifikasi Tekanan Pipa

Klasifikasi	Tekanan Operasi	Sistem Jaringan	Pelanggan
Tekanan Rendah	≤ 100 mbarg	Distribusi	Rumah Tangga / Komersial
Tekanan Menengah	100 mbarg – 4 barg	Distribusi	Rumah Tangga / Komersial
Tekanan Tinggi	< 4 barg	Distribusi/Transmisi	Industri / Transportasi

Dalam disain pipa distribusi gas di Desa Buni Bakti, digunakan klasifikasi yang sama seperti dalam Tabel di atas karena sistem ini sudah berjalan dan secara teknis dapat diaplikasikan. Rentang tekanan operasi di pipa utama dan pipa distribusi ke setiap rumah menggunakan tekanan menengah dengan tekanan operasi 100 mbarg – 4 barg sedangkan pipa service sampai ke peralatan bakar gas didesain dengan menggunakan tekanan rendah dimana tekanan di titik terjauh tidak boleh lebih rendah dari 55 mbarg. Hal ini untuk menjaga agar tekanan di burnertip bisa dijaga minimum sebesar 50 mbarg sesuai dengan desain peralatan bakar gas komersial (kompor, water heater, dan lain-lain). *Pressure Drop* maksimum yang ditoleransi adalah sebesar 20% sehingga sistem ini akan beroperasi pada tekanan yang relatif sama di semua titik. Gambar berikut memperlihatkan model jaringan pipa untuk perumahan di Desa Buni Bakti.



Gambar 4.7. Model jaringan pipa untuk perumahan di Desa Buni Bakti

Jenis pipa yang digunakan adalah *High Density Polyethylene (HDPE)*. Penggunaan jenis ini akan mengurangi biaya investasi dan biaya operasional mengingat pipa jenis HDPE lebih murah dibandingkan dengan pipa carbon steel dan tahan karat. Tabel 4.8. memperlihatkan klasifikasi material pipa gas untuk berbagai tekanan operasi dan diameter pipa;

Tabel 4.8. Klasifikasi material pipa gas untuk berbagai tekanan operasi dan diameter pipa

Operating Pressure	Category	Type of Pipe	Diameter
< 100 mbarg	Low pressure distribution system	- Screwed steel - Welded steel - Poly Ethylene	0.75 – 10 inch 0.75 – 12 inch 20 – 180 mm
100 mbarg – 4 barg	Medium pressure distribution system	- DCI Mechanical - Welded steel - Poly Ethylene	4 – 12 inch 2 – 12 inch 20 – 180 mm
4 barg – 16 barg	High pressure distribution system	- Welded steel	2 – 16 inch
> 16 barg	Transmission system	- Welded steel	> 18 inch

4.2.4.4 Simulasi Pipa

Tekanan keluaran MRS dihitung berdasarkan tekanan di ujung pipa atau di titik paling jauh dari MRS. Tekanan pipa paling rendah di titik tersebut adalah 55 mbarg. Dengan melakukan perhitungan mundur akan diperoleh tekanan di titik MRS. Tekanan dihitung dengan menggunakan software simulasi pipa. Gambar berikut memperlihatkan rencana jalur pipa utama (garis hitam)



Gambar 4.8. Rencana Jalur Pipa Utama

Sumber : Google Earth

Untuk melakukan simulasi pipa, wilayah yang akan dialiri jaringan pipa diasumsikan memiliki 9 titik keluaran gas (titik merah) yang laju alirnya sama. Jalur pipa utama yang akan disimulasi mulai dari titik A – B – C – D – E – F – G – H dengan panjang masing-masing ruas sebaagi berikut;

Ruas RMS – A	= 265 meter
Ruas A – B	= 240 meter
Ruas A – C	= 400 meter
Ruas C - D	= 200 meter
Ruas C – E	= 350 meter
Ruas E – F	= 240 meter
Ruas RMS – G	= 560 meter
Ruas G – H	= 300 meter
Ruas H – I	= 425 meter

Dari ruas-ruas teresbut dapat dicari jarak ujung terjauh dari MRS dengan menghitung masing-masing ruas berikut;

$$\text{RMS} - \text{G} - \text{H} - \text{I} = 560 + 300 + 425 = 1285 \text{ m}$$

$$\text{RMS} - \text{A} - \text{C} - \text{E} - \text{F} = 265 + 400 + 340 + 240 = 1355 \text{ m}$$

$$\text{RMS} - \text{A} - \text{C} - \text{D} = 265 + 400 + 200 = 865 \text{ m.}$$

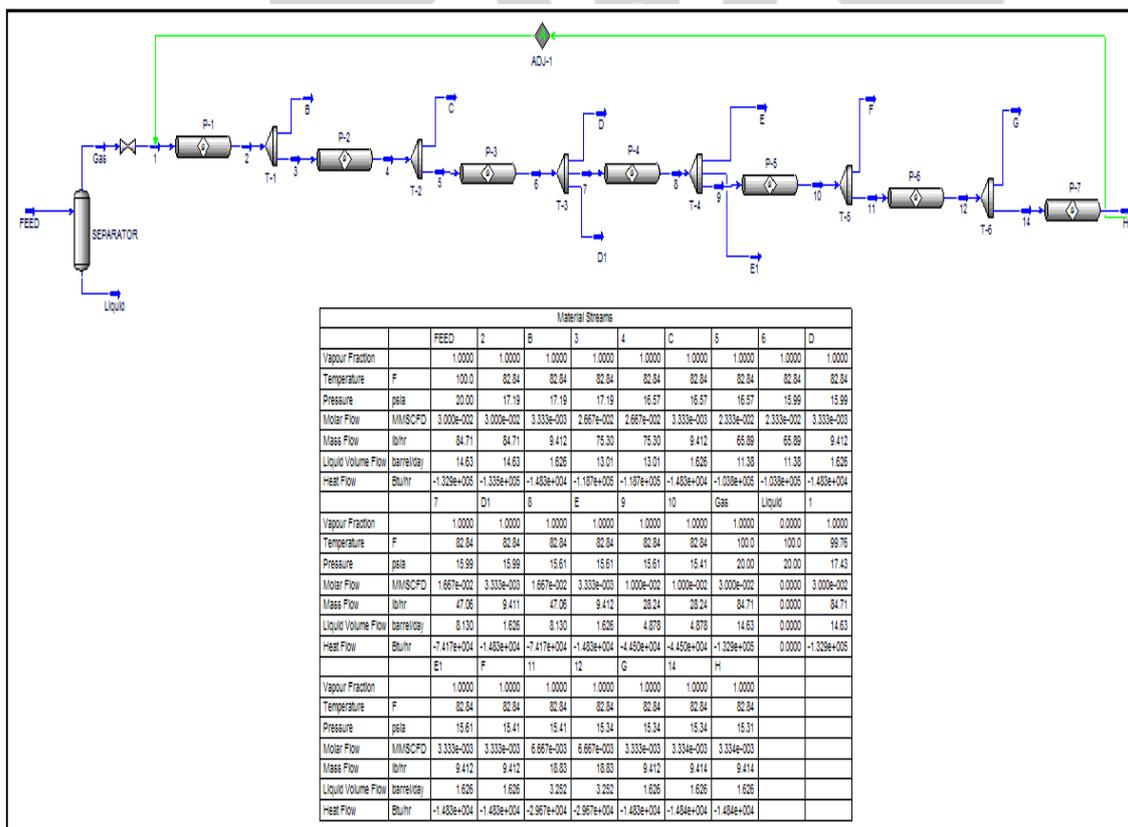
Dengan demikian, jarak terjauh dari M/RS yaitu F yang berjarak 1355 m. Gas sebesar 0,1 MMscfd akan didistribusikan ke sembilan titik tersebut (A, B, C, D, E, F, G, H, I) sebanyak masing-masing 0,011.

Tekanan gas di titik F diset 55 mbarg (15,3 psia) sedangkan tekanan di MRS akan dihitung dengan menggunakan simulasi pipa. Diameter pipa akan divariasikan sesuai pressure drop maksimum dan tekanan gas yang tersedia. Dalam sensitivitas ini akan digunakan lima jenis diameter pipa yaitu 40 mm, 50 mm, 75 mm, 110 mm. Tabel berikut memperlihatkan hasil simulasi pada beberapa diameter pipa;

Tabel 4.9. Penurunan Tekanan pada berbagai Diameter Pipa

Diameter Pipa (mm)	Pressure Drop (mbar)	Tekanan MR/S (mbarg)
40	145	200
50	45	100
75	7	63
110	2	57

Dari hasil simulasi tersebut maka seluruh diameter yang dipilih masih memenuhi kriteria batasan penurunan tekanan (pressure drop) serta tekanan MRS masih di bawah tekanan gas yang keluar dari separator. Untuk mengantisipasi perkembangan kedepan, dalam analisis ini akan dipilih pipa utama berdiameter 110 mm. Gambar 4.9 berikut memperlihatkan material balance dan kondisi operasi hasil simulasi di masing-masing titik;



Gambar 4.9. Simulasi Pipa

4.2.4.5 Biaya Investasi

Perhitungan biaya investasi terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut;

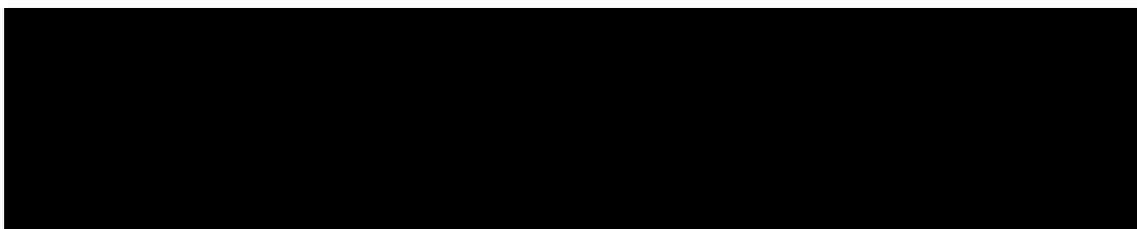
1. Material dan Instalasi MR/S
2. Material dan Instalasi pipa baja 4" sepanjang 10 m dari separator ke MR/S Tambun
3. Material dan instalasi pipa utama / pipa dinas (PE 110 mm) sepanjang 3850 m.
4. Material dan instalasi pipa distribusi / pipa cabang untuk rumah penduduk (PE 63 mm) sepanjang 5000 m.
5. Material pipa service (PE 20 mm) dan instalasi pipa untuk 1524 rumah tangga
6. Pengadaan kompor untuk 1524 rumah tangga.

Biaya pembangunan pipa distribusi dan biaya pembangunan pipa service diperlihatkan dalam Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 berikut;

Tabel 4.10 Biaya pembangunan pipa distribusi

	Rencana Pembangunan	Diameter	Panjang	Biaya Meterial (Rp)	Biaya Pemasangan (Rp)	Total (Rp)
1	Pipa Baja dan RM/S	4"	10	225.911.161	135.546.697	361.457.858
2	Pipa Utama PE	110 mm	3850	1.863.863.988	1.891.296.970	3.755.160.958
3	Pipa Distribusi PE	63 mm	5000	858.203.769	1.726.704.167	2.584.907.936
TOTAL				2.947.978.918	3.753.547.833	6.701.526.752

Tabel 4.11. Biaya pembangunan pipa service



Biaya pemasangan sejumlah 1524 Rumah Tangga yang terdiri atas biaya pipa servis, biaya pipa instalasi dan biaya kompor gas adalah sebesar $1524 \times \text{Rp } 4.552.000,- = \text{Rp. } 6.937.248.000,-$. Biaya instalasi pipa di atas sudah termasuk biaya-biaya untuk fitting, valve, dan auxiliaries. Dengan demikian, total biaya untuk pembangunan jaringan

distribusi gas bumi Rumah Tangga di Desa Buni Bakti sebesar Rp. 13.638.774.752,-. Biaya tersebut adalah biaya yang dikeluarkan pada awal tahun sedangkan untuk memenuhi kebutuhan penambahan rumah tangga yang bertambah setiap tahunnya, akan dipasang fasilitas tambahan setiap lima tahun sekali. Penambahan biaya investasi akan dilakukan pada tahun 2016, 2021, dan 2026. Biaya tambahan tersebut meliputi biaya instalasi pipa distribusi, pipa service, biaya pipa instalasi serta pembelian kompor gas. Tabel 4.12 berikut memperlihatkan penambahan biaya investasi untuk memenuhi penambahan jumlah Rumah Tangga di Desa Buni Bakti;

Tabel 4.12. Biaya Investasi

Tahun	Biaya Investasi (Juta Rupiah)
2011	13.639
2016	1.052
2021	1.026
2026	958

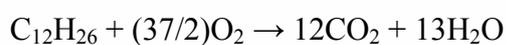
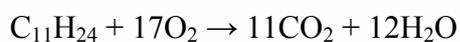
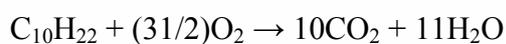
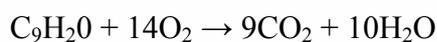
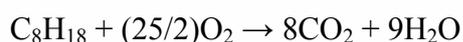
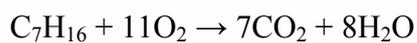
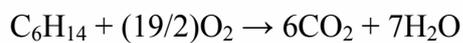
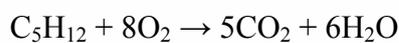
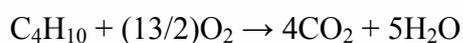
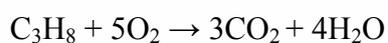
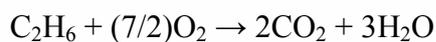
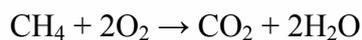
4.2.5 Perhitungan Emisi CO₂

Perhitungan Emisi CO₂ dari gas bumi didasarkan pada reaksi pembakaran setiap komponen hidrokarbon yang ada dalam gas bumi tersebut. Dalam perhitungan ini, reaksi pembakaran diasumsikan sempurna sehingga tidak ada produk hasil pembakaran samping selain CO₂ dan H₂O. Tabel berikut memperlihatkan laju mol dari masing-masing komponen yang ada dalam gas bumi;

Tabel 4.13. Laju mol

Pembakaran	% Mol	Kmol/Jam
CO ₂	2,2865	0,03416
Nitrogen	0,3459	0,00517
Methane	65,9412	0,98530
Ethane	10,7820	0,16111
Propane	10,4392	0,15598
i-Butane	2,3739	0,03547
n-Butane	2,9737	0,04443
i-Pentane	1,0048	0,01501
n-Pentane	0,8663	0,01294
n-Hexane	0,8276	0,01237
n-Heptane	0,5472	0,00818
n-Octane	0,1717	0,00257
n-Nonane	0,0094	0,00014
n-Decane	0,0011	0,00002
n-C ₁₁	0,0005	0,00001
n-C ₁₂	0,0002	0,00000
H ₂ O	1,4289	0,02135
TOTAL	100,00	1,494212467

Berdasarkan tabel di atas akan dihitung laju mol dari CO₂ pada setiap komponen hidrokarbon yang dibakar. Berikut adalah reaksi-reaksi pembakaran senyawa hidrokarbon yang terjadi;



Berdasarkan reaksi di atas maka diperoleh mol dan massa CO₂ seperti diperlihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.14. Massa CO₂

Pembakaran	Mol CO ₂ (Kmol/Jam)	BM CO ₂	Massa CO ₂ (Kg/Jam)	Massa CO ₂ (Kg/Hari)	Massa CO ₂ (Kg/Tahun)
Methane	0,985301	44	43,35327	1.040,47838	379.774,61
Ethane	0,080553	44	3,54433	85,06396	31.048,35
Propane	0,051994	44	2,28776	54,90615	20.040,74
Butana	0,019976	44	0,87895	21,09471	7.699,57
Pentane	0,005592	44	0,24604	5,90501	2.155,33
n-Hexane	0,002061	44	0,09069	2,17644	794,40
n-Heptane	0,001168	44	0,05139	1,23339	450,19
n-Octane	0,000321	44	0,01411	0,33868	123,62
n-Nonane	0,000016	44	0,00068	0,01642	5,99
n-Decane	0,000002	44	0,00007	0,00174	0,63
n-C11	0,000001	44	0,00003	0,00072	0,26
n-C12	0,000000	44	0,00001	0,00026	0,10
TOTAL	1,15		50,47	1211,22	442.093,78

Berdasarkan proyeksi kebutuhan gas, emisi CO₂ setiap tahunnya dapat dihitung seperti dipelihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.15. Emisi CO₂ tiap tahun

Tahun	Emisi CO ₂ (Kg)
2011	501.186
2012	568.137
2013	644.001
2014	729.972
2015	827.405
2016	937.836
2017	1.063.005
2018	1.204.888
2019	1.365.725
2020	1.548.055
2021	1.754.759
2022	1.989.103
2023	2.254.790
2024	2.556.021
2025	2.897.558
2026	3.284.802
2027	3.723.878
2028	4.221.732
2029	4.786.239
2030	5.426.332

4.2 ANALISIS KEEKONOMIAN

Dalam analisis *Benefit Cost Ratio (BCR)* disini, beberapa variabel yang akan dianalisis adalah manfaat proyek antara lain keuntungan atau benefit dari pengalihan penggunaan LPG ke gas bumi serta pengurangan emisi akibat pembakaran gas bumi di flare stack. Selain itu juga variabel BCR akan melibatkan biaya investasi serta biaya operasi dan maintenance (O & M).

4.3.1 Analisis Manfaat

Analisis manfaat meliputi selisih harga dari penggantian penggunaan LPG ke gas bumi serta pengurangan emisi yang dikonversikan melalui *carbon trading* atau kredit karbon.

4.3.1.1 Benefit Substitusi LPG ke Gas Bumi

Untuk menghitung benefit dari penggantian penggunaan LPG ke gas bumi perlu dihitung biaya pengeluaran untuk penggunaan LPG dan gas bumi.

Biaya Pengeluaran Untuk LPG

Biaya pengeluaran penggunaan LPG dapat dihitung dengan mengalikan konsumsi LPG dengan harganya:

$$\text{Biaya LPG} = \text{Konsumsi LPG} \times \text{Harga LPG}$$

Harga LPG untuk tabung 3 kg saat ini adalah Rp 15.000,-. Jika dalam satu bulan, satu KK menghabiskan 4 tabung maka dalam satu tahun akan menghabiskan 48 tabung. Dari data yang ada, jumlah KK pada tahun 2010 adalah 1500 KK sehingga konsumsi LPG oleh masyarakat Desa Bunibakti pada tahun tersebut sebanyak 48 tabung x 1500 = 72.000 tabung. Dengan demikian, biaya yang dikeluarkan sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 72.000 \text{ tabung} \times \text{Rp } 15.000,-/\text{tabung} \\ &= \text{Rp } 1.080.000.000,- \end{aligned}$$

Biaya Pengeluaran Untuk Gas Bumi

Harga gas bumi untuk rumah tangga di atur oleh Pemerintah yang dituangkan dalam Peraturan Badan Pengatur Hilir Minyak Dan Gas Bumi Nomor : 03/P/BPH MIGAS/I/2005. Definisi harga Gas Bumi dalam peraturan tersebut adalah satuan harga

Gas Bumi dalam Rupiah per volume yang ditetapkan oleh Badan Pengatur untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil di titik penyerahan. Klasifikasi harga gas untuk rumah tangga dikelompokkan berdasarkan jenis Rumah Tangga yaitu Rumah Tangga – 1 (RT-1) dan Rumah Tangga-2 (RT-2).

1. Rumah Tangga 1 (RT-1) meliputi Rumah Susun, Rumah Sederhana, Rumah Sangat Sederhana, dan sejenisnya.
2. Rumah Tangga 2 (RT-2) meliputi Rumah Menengah, Rumah Mewah, Apartemen, dan sejenisnya.

Pemakaian Gas Bumi untuk RT-1 dan RT-2 tersebut ditetapkan paling banyak 50 M3/bulan.

Badan Pengatur menetapkan harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil dengan mempertimbangkan kemampuan daya beli masyarakat dan kepentingan Badan Usaha. Perhitungan harga Gas Bumi ditentukan dengan menggunakan metoda IHK (Indek Harga Konsumen), dengan formula sebagai berikut :

$$Hg_b = Hg_l \left[1 + \frac{IHK_b - IHK_l}{IHK_l} - x \right] \quad (4.1)$$

Keterangan:

Hg_b = Harga gas baru, Rupiah/meter-kubik

Hg_l = Harga gas lama, Rupiah/meter-kubik

IHK_l = Indek Harga Konsumen pada harga yang berlaku

IHK_b = Indek Harga Konsumen untuk harga yang akan ditetapkan.

X = Faktor koreksi yang ditetapkan oleh Badan Pengatur dengan memperhatikan inflasi dan suku bunga.

BPH Migas hingga saat ini telah menetapkan harga gas untuk Rumah Tangga untuk berbagai wilayah antara lain Banten, Bogor, Bekasi, Cikampek, Jakarta, Cirebon, Palembang, Medan, Surabaya, Sidoarjo, dan Pasuruan. Harga gas Rumah Tangga untuk wilayah Bekasi ditetapkan sebagai berikut;

Tabel 4.16. Harga Gas Bumi yang ditetapkan oleh BPH Migas

Wilayah Jaringan Distribusi	Sektor	Harga (Rp/M3)
Bekasi	Rumah Tangga 1	1680
	Rumah Tangga 2	2016
	Pelanggan Kecil 1	1680
	Pelanggan Kecil 2	1932

Sumber : BPH Migas

Dalam analisis ini digunakan harga gas bumi untuk sektor Rumah Tangga 1 dengan mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi masyarakat Desa Bunibakti. Berdasarkan hasil perhitungan, kebutuhan gas bumi pada tahun 2010 untuk 1500 Rumah Tangga adalah sebesar 6.589.344 scf (186.614 M³). Dengan demikian pengeluaran biaya untuk konsumsi gas pada tahun 2010 adalah sebesar;

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 186.614 \text{ M}^3 \times \text{Rp } 1.680,-/\text{M}^3 \\ &= \text{Rp } 313.511.694,- \end{aligned}$$

Benefit / Saving Biaya

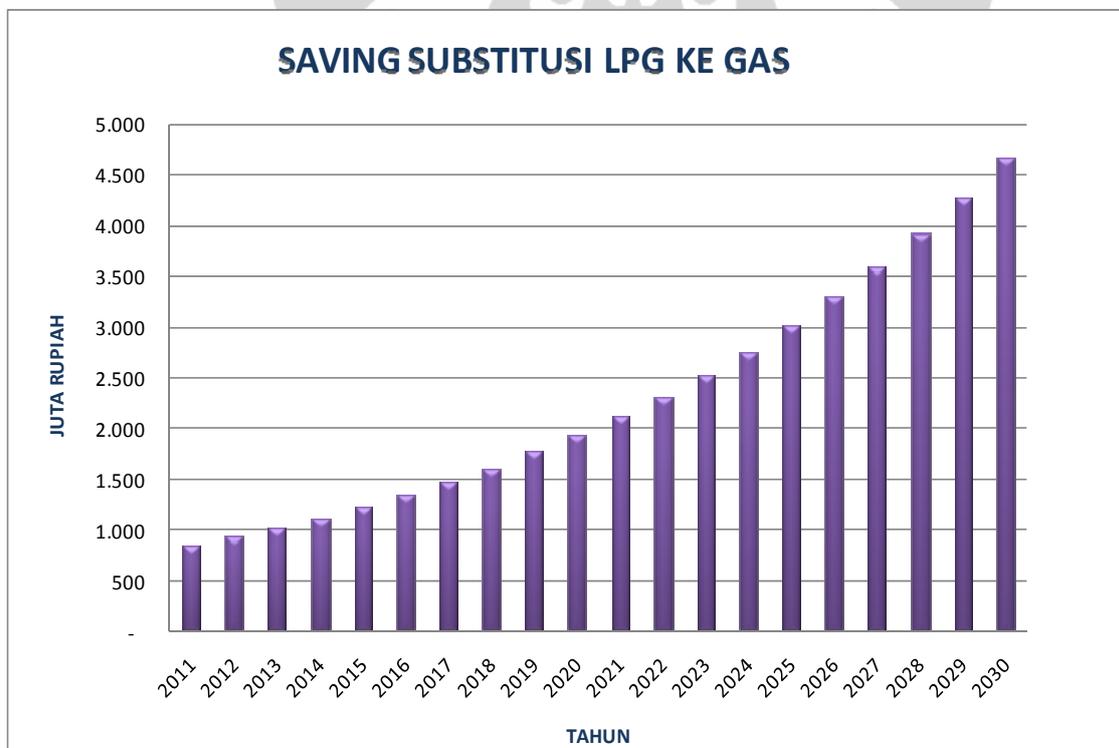
Berdasarkan perhitungan biaya LPG dan biaya gas bumi di atas diperoleh saving dari substitusi LPG ke gas pada tahun 2010 yaitu sebesar ;

$$\begin{aligned} \text{Saving} &= (\text{Rp } 1.080.000.000,-) - (\text{Rp } 313.511.694,-) \\ &= \text{Rp } 766.488.306,- \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil proyeksi kebutuhan energi untuk 10 tahun kedepan diperoleh saving / penghematan substitusi dari LPG ke gas bumi seperti diperlihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.17. Penghematan substitusi dari LPG ke gas bumi

Tahun	Benefit (Rp)
2010	766.488.306
2011	841.052.288
2012	922.869.855
2013	1.012.646.634
2014	1.111.156.899
2015	1.219.250.242
2016	1.335.883.720
2017	1.463.674.357
2018	1.603.689.446
2019	1.757.098.378
2020	1.925.182.409
2021	2.105.602.804
2022	2.302.931.476
2023	2.518.753.002
2024	2.754.800.459
2025	3.012.969.339
2026	3.289.150.160
2027	3.590.646.820
2028	3.919.779.870
2029	4.279.082.572
2030	4.671.320.397



Gambar 4.10. Penghematan dari substitusi LPG ke Gas Bumi

4.3.1.2 Benefit Pengurangan Emisi CO₂

Pemanfaatan gas suar bakar untuk kebutuhan energi bagi Rumah Tangga bertujuan salah satunya untuk mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan pengurangan emisi gas suar bakar di lapangan minyak Tambun Cluster-B jika gas dimanfaatkan untuk kebutuhan energi bagi masyarakat Desa Bunibakti diperlihatkan dalam Tabel 4.15.

Negara-negara maju dalam Kyoto Protocol telah berkomitmen untuk membatasi pengeluaran emisi mereka. Dengan sistim *cap and trade* dimana pengeluaran emisi diatas / dibawah batasan kuota boleh diperjual belikan, sebuah pasar *carbon trading* telah tercipta dimana nilai perdagangannya telah mencapai US\$60 miliar di tahun 2007. Harga karbon yang diperdagangkan tersebut antara US\$ 7- 20 per ton CO₂.

Negara-negara berkembang diberikan insentif untuk mengurangi emisi dengan cara membuat proyek-proyek pengurangan emisi yang hasilnya bisa dijual ke negara-negara maju. China dan India telah menggunakan sistem ini dengan optimal dan sekarang menguasai 80% pasar carbon credit di negara-negara berkembang.



Gambar 4.11. Ilustrasi carbon trading

Indonesia mempunyai potensi yang besar untuk menghasilkan *carbon credit*, namun masih minim dalam pengembangan proyek-proyek seperti ini.

Dalam tesis ini, harga karbon yang akan diperdagangkan untuk ini adalah US\$ 20 / MT. berdasarkan hasil perhitungan pengurangan emisi CO₂ hingga 20 tahun kedepan, diperoleh nilai kredit karbon seperti diperlihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.18. Proyeksi Nilai Kredit Karbon

Tahun	Emisi CO2 (Ton)	Kredit Karbon (US\$)	Kredit Karbon (Rupiah)
2011	501	10.024	90.213.395
2012	568	11.363	102.264.644
2013	644	12.880	115.920.202
2014	730	14.599	131.395.048
2015	827	16.548	148.932.965
2016	938	18.757	168.810.406
2017	1.063	21.260	191.340.866
2018	1.205	24.098	216.879.849
2019	1.366	27.314	245.830.499
2020	1.548	30.961	278.649.978
2021	1.755	35.095	315.856.710
2022	1.989	39.782	358.038.586
2023	2.255	45.096	405.862.275
2024	2.556	51.120	460.083.782
2025	2.898	57.951	521.560.412
2026	3.285	65.696	591.264.353
2027	3.724	74.478	670.298.065
2028	4.222	84.435	759.911.736
2029	4.786	95.725	861.523.081
2030	5.426	108.527	976.739.789

4.3.2 Analisis Biaya

Analisis biaya meliputi biaya investasi dan biaya operasi serta pemeliharaan. Biaya investasi pembangunan jaringan pipa di Desa Bunibakti telah dihitung pada sebelumnya yaitu sebesar Rp. 13.638.774.752,-. Dan diikuti dengan penambahan investasi pada tahun-tahun berikutnya (lihat Tabel 4.12.).

Harga gas yang digunakan dalam perhitungan ini adalah Rp 1.680,-. Pada harga gas tersebut diperoleh penjualan gas seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.19.

Dengan mengambil asumsi biaya operasi dan pemeliharaan sebesar 5% dari penjualan gas dan mengalami kenaikan sebesar 2,5% setiap tahunnya maka diperoleh biaya operasi dan pemeliharaan sebagai berikut;

Tabel 4.19. Harga Penjualan Gas dan Biaya O & M

Tahun	Penjualan Gas (Rp)	Biaya O & M (Rp)
2010	313.511.694	
2011	344.018.555	17.200.928
2012	377.462.926	19.344.975
2013	414.130.570	21.224.192
2014	454.335.046	23.284.671
2015	498.420.416	25.544.046
2016	545.964.317	27.980.671
2017	598.026.574	30.648.862
2018	655.039.413	33.570.770
2019	717.476.406	36.770.666
2020	785.856.428	40.275.142
2021	859.232.354	44.035.658
2022	939.455.688	48.147.104
2023	1.027.168.141	52.642.367
2024	1.123.071.565	57.557.418
2025	1.227.933.583	62.931.596
2026	1.340.089.965	68.679.611
2027	1.462.498.596	74.953.053
2028	1.596.099.239	81.800.086
2029	1.741.917.798	89.273.287
2030	1.901.074.216	97.430.054

4.3.3 Analisis B/C

Analisis B/C didasarkan pada formula 2.1 yang telah ditulis sebelumnya. Tabel berikut memperlihatkan hasil perhitungan benefit dan cost yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 4.20. Summary perhitungan benefit dan cost proyek

Tahun	A	B	C=A+B	D	E	F = D+E
	Saving Biaya Substitusi (Rp)	Kredit Karbon (Rp)	Benefit (Rp)	Investasi (Rp)	O & M (Rp)	Cost (Rp)
2011	766.488.306	90.213.395	856.701.701	13.638.774.752	17.200.928	13.655.975.679
2012	841.072.930	102.264.644	943.337.574		19.344.975	19.344.975
2013	922.839.321	115.920.202	1.038.759.524		21.224.192	21.224.192
2014	1.012.486.121	131.395.048	1.143.881.169		23.284.671	23.284.671
2015	1.110.779.936	148.932.965	1.259.712.901		25.544.046	25.544.046
2016	1.218.561.947	168.810.406	1.387.372.353	1.051.896.000	27.980.671	1.079.876.671
2017	1.334.799.538	191.340.866	1.526.140.404		30.648.862	30.648.862
2018	1.462.083.821	216.879.849	1.678.963.670		33.570.770	33.570.770
2019	1.601.471.521	245.830.499	1.847.302.020		36.770.666	36.770.666
2020	1.754.120.453	278.649.978	2.032.770.431		40.275.142	40.275.142
2021	1.921.299.185	315.856.710	2.237.155.895	1.026.240.000	44.035.658	1.070.275.658
2022	2.100.692.139	358.038.586	2.458.730.725		48.147.104	48.147.104
2023	2.296.825.962	405.862.275	2.702.688.237		52.642.367	52.642.367
2024	2.511.269.541	460.083.782	2.971.353.323		57.557.418	57.557.418
2025	2.745.738.794	521.560.412	3.267.299.206		62.931.596	62.931.596
2026	3.002.110.447	591.264.353	3.593.374.800	957.824.000	68.679.611	1.026.503.611
2027	3.276.315.705	670.298.065	3.946.613.770		74.953.053	74.953.053
2028	3.575.586.150	759.911.736	4.335.497.886		81,800,086	81.800.086
2029	3.902.219.357	861.523.081	4.763.742.439		89.273.287	89.273.287
2030	4.258.723.508	976.739.789	5.235.463.297		97.430.054	97.430.054

Benefit Cost Ratio (BCR) untuk tabel diatas merupakan perbandingan antara kolom C terhadap kolom F (C/F) dimana metoda penentuan nilai ekuivalen dapat dilakukan baik dengan menggunakan analisis nilai sekarang (*Present*) sekarang maupun nilai pada waktu yang akan datang (*Future*). Dalam penentuan BCR ini akan digunakan nilai sekarang dimana perhitungan dilakukan dengan menggunakan Excel. Untuk menentukan nilai sekarang dari nilai yang telah diketahui dimasa mendatang digunakan formula sebagai berikut;

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (4.2)$$

- P = Present (nilai saat ini)
 F = Future (nilai yang akan datang)
 i = Discount Rate (%)
 n = Jumlah perioda

Dalam analisis BCR ini diasumsikan tingkat pengembalian modal sebesar 6,5% per tahun (sesuai dengan *BI rate*) sehingga diperoleh hasil perhitungan untuk nilai sekarang (*Present Worth*) seperti diperlihatkan dalam Tabel berikut;

Tabel 4.21. Perhitungan nilai Present Worth dari Benefit dan Cost

n	i (%)	PW _{benefit}	PW _{cost}
0	6,50	856.701.701	13.655.975.679
1	6,50	885.762.980	18.164.296
2	6,50	915.831.977	18.712.506
3	6,50	946.960.987	19.276.194
4	6,50	979.203.926	19.855.977
5	6,50	1.012.616.494	788.181.288
6	6,50	1.045.916.089	21.004.711
7	6,50	1.080.423.556	21.602.999
8	6,50	1.116.197.494	22.217.983
9	6,50	1.153.298.866	22.850.232
10	6,50	1.191.791.191	570.163.708
11	6,50	1.229.887.203	24.083.771
12	6,50	1.269.406.326	24.725.217
13	6,50	1.310.416.629	25.383.786
14	6,50	1.352.989.413	26.059.990
15	6,50	1.397.199.434	399.131.831
16	6,50	1.440.890.249	27.365.009
17	6,50	1.486.262.933	28.042.093
18	6,50	1.533.399.554	28.736.150
19	6,50	1.582.386.509	29.447.633
TOTAL		9.992.914.068	14.607.841.864

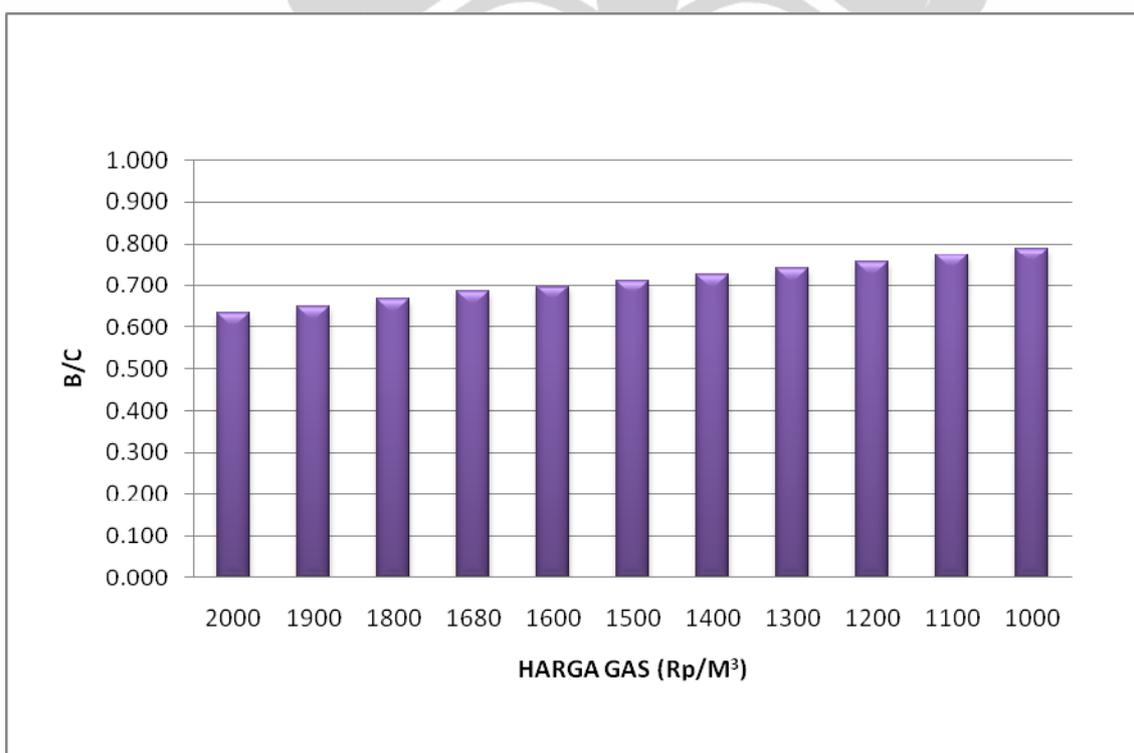
Berdasarkan tabel diatas dapat ditentukan Benefit Cost Ratio yaitu Rp 9.992.914.068,- / Rp 14.607.841.864,- = 0,684 ($B/C < 1$) sehingga secara keekonomian proyek tersebut tidak layak untuk dilaksanakan.

4.3.3.1. Sensitivitas Harga Gas

Pada harga gas Rp. 1.680,-/M³ diperoleh B/C kurang dari satu. Salah satu cara untuk menaikkan B/C tersebut adalah dengan menurunkan harga gas. Pada analisis ini, harga gas divariasikan masing-masing sebesar Rp. 2.000,-/M³, Rp. 1.900,-/M³, Rp. 1.800,-/M³, Rp. 1.680,-/M³, Rp. 1.600,-/M³, Rp. 1.500,-/M³, Rp. 1.400,- /M³, Rp. 1.300,- /M³, Rp. 1.200,- /M³, Rp. 1.100,- /M³, dan Rp. 1.000,- /M³. Dari hasil perhitungan diperoleh B/C pada masing-masing harga tersebut seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.22. dan Gambar 4.12.;

Tabel 4.22. Sensitivitas harga gas terhadap nilai B/C.

Harga Gas (Rupiah)	B/C
2000	0,636
1900	0,651
1800	0,666
1680	0,684
1600	0,696
1500	0,711
1400	0,727
1300	0,742
1200	0,757
1100	0,773
1000	0,788



Gambar 4.12. Sensitivitas harga gas terhadap nilai B/C.

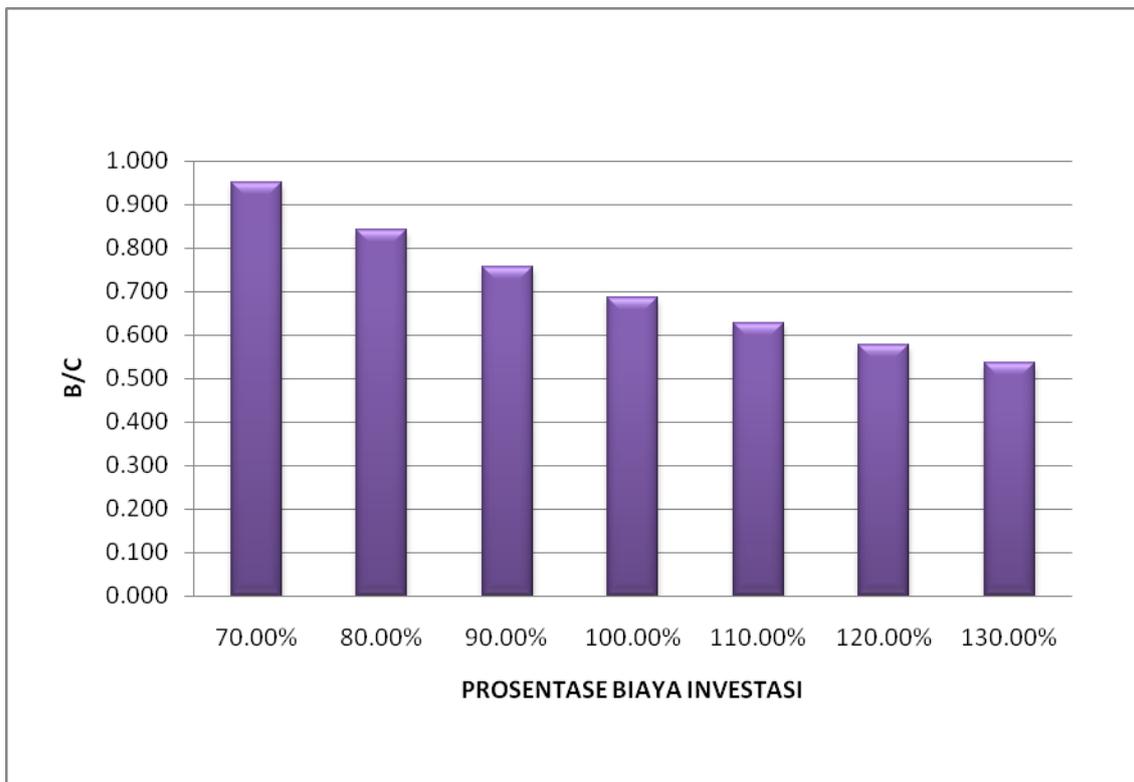
Dari tabel tersebut terlihat bahwa meskipun harga gas sudah diturunkan hingga Rp. 1.000,- / M³, namun kenaikan B/C tidak terjadi secara signifikan. Dengan demikian, harga gas kurang berpengaruh terhadap kenaikan nilai B/C.

4.3.3.2. Sensitivitas Biaya Investasi

Pada biaya investasi seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.12. diperoleh B/C kurang dari satu. Salah satu cara untuk menaikkan B/C tersebut adalah dengan menurunkan biaya investasi misalnya dengan menurunkan diameter pipa utama karena berdasarkan hasil simulasi, pada diameter 40 mm pun (lihat Tabel 4.9.), pressure drop aliran gas dalam pipa utama masih cukup kecil yaitu hanya 200 mbarg (0,1 bar) saja. Pada analisis ini, biaya investasi divariasikan sebesar $\pm 30\%$. Dari hasil perhitungan diperoleh B/C pada masing-masing biaya investasi tersebut seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.23. dan Gambar 4.13.;

Tabel 4.23. Sensitivitas Biaya Investasi terhadap nilai B/C.

Prosentase	BCR
70.00%	0,950
80.00%	0,841
90.00%	0,755
100.00%	0,684
110.00%	0,626
120.00%	0,576
130.00%	0,534



Gambar 4.13. Sensitivitas biaya investasi terhadap nilai B/C.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada biaya investasi sebesar 70% atau Rp 9.547.142.326,-, nilai B/C mendekati 1 yaitu 0,95. Dengan demikian, biaya investasi sangat berpengaruh terhadap nilai B/C.

4.3.3.3. Sensitivitas *Discount Rate*

Salah satu cara untuk menaikkan B/C tersebut adalah dengan menurunkan discount rate. Pada basis perhitungan di atas, digunakan nilai *discount rate* 6,5%. Pada analisis ini, nilai discount rate divariasikan hingga 0%. Dari hasil perhitungan diperoleh B/C pada masing-masing biaya investasi tersebut seperti diperlihatkan dalam Tabel 4.24. dan Gambar 5.14.;

Tabel 4.24. Sensitivitas Discount Rate terhadap nilai B/C.

Discount Rate	BCR
6,5%	0,684
5,0%	0,729
4,0%	0,762
3,0%	0,796
2,0%	0,834
1,0%	0,874
0,0%	0,916

Gambar 5.14. Sensitivitas *discount rate* terhadap nilai B/C.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada *discount rate* sebesar 0% nilai B/C mendekati 1 yaitu 0,916. Dengan demikian, besaran *discount rate* juga cukup berpengaruh terhadap nilai B/C meskipun tidak sebesar pengaruh biaya investasi.

4.3.4. ANALISIS HASIL

Meskipun nilai B/C dibawah angka 1, proyek ini yang merupakan program subsidi kepada masyarakat dan sumber dananya yang murni berasal dari Pemerintah, tetap dapat dilaksanakan karena beberapa pertimbangan sebagai berikut;

1. Pengurangan Emisi CO₂

Sebagai salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, Pemerintah saat ini telah membuat program penurunan gas suar bakar yang targetnya pada tahun 2025 tercapai *zero flare* pada kegiatan usaha migas.

Ada dua sumber utama emisi GRK dari kegiatan eksplorasi minyak dan gas yaitu gas suar bakar yang dihasilkan dari eksplorasi, eksploitasi dan pemurnian; dan kebocoran CO₂ pada proses produksi (dari sumur, pipa, kilang dan pabrik gas petroleum atau gas alam). Pada kegiatan eksplorasi, eksploitasi dan pemurnian minyak, gas yang dihasilkan dibakar sebelum dibuang ke atmosfer. Gas inilah yang disebut gas suar bakar (*flare*).

Rata-rata sekitar 50 persen atau lebih gas alam diemisikan ke atmosfer dari kegiatan operasi hulu minyak dan gas. Tingkat emisi yang tinggi tersebut dapat ditekan hingga antara 20 dan 50%. Gas banyak terbuang di banyak fasilitas produksi minyak dengan produksi gas berjumlah kecil atau yang berada di lokasi terpencil, jauh dari sistem pengumpul gas. Banyak juga blok penambangan minyak di Indonesia yang belum dilengkapi fasilitas pengumpul gas. Selain kehilangan dari pembakaran, gas dari produksi minyak dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, kogenerasi dan bahan bakar transportasi. Alternatif ini dapat mengurangi emisi GRK hingga 50 sampai 99%.

Rata-rata suhu di seluruh dunia akan meningkat hingga enam derajat celcius jika tidak ada tindakan segera untuk mengurangi emisi CO₂. Global Carbon Project menyatakan, emisi karbon meningkat 29 persen antara tahun 2000 hingga 2008.

Tidak semua peningkatan emisi itu berasal dari negara berkembang, seperempatnya berasal dari konsumsi energi negara-negara industri maju.

“Konferensi di Kopenhagen bulan depan adalah kesempatan terakhir untuk menstabilkan suhu di dua derajat celcius. Jika tidak ada kesepakatan sama sekali maka suhu akan meningkat lima hingga enam derajat,” kata ilmuwan Corinne Le Quere.

Global Carbon Project mengatakan, sebelum 2002 emisi karbon dunia hanya sekitar 1 persen per tahun. Setelah itu naik sekitar 3 persen per tahun. Kenaikkan ini disebabkan meningkatnya pertumbuhan ekonomi di Cina. Pada 2008 jumlah emisi karbon sedikit turun karena terjadinya krisis ekonomi global.

Para peneliti di Global Carbon Project juga menyatakan, daya serap lautan dan tanaman terhadap karbon dioksida semakin menurun dibanding 50 tahun lalu.

Richard Betts, peneliti dampak perubahan iklim dari Inggris mengatakan, laporan yang dikeluarkan Global Carbon Project ini bisa menjadi pertimbangan bagi para pemimpin negara untuk mengambil keputusan dari pertemuan puncak perubahan iklim di Kopenhagen, Denmark bulan depan.

Namun dia juga mempertanyakan kesimpulan Global Carbon Project seputar peningkatan suhu hingga enam derajat celcius.

“Perubahan ekonomi global dari tahun ke tahun bisa mempengaruhi peningkatan suhu dunia, namun terlalu dini jika menyatakan bakal terjadi peningkatan temperatur hingga 6 derajat,” katanya.

“Namun jika kita membiarkan emisi karbon terus meningkat tanpa melakukan mitigasi, kemungkinan besar suhu akan meningkat hingga empat derajat. Jika ingin mempertahankan suhu di bawah 2 derajat, maka kita hanya punya waktu beberapa tahun lagi untuk mengurangi emisi.

Pemanfaatan kembali gas suar bakar dilakukan dengan menurunkan kehilangan dari pembakaran dengan menangkap kembali gas suar bakar untuk dijadikan bahan baku pabrik hidrogen, bahan bakar ataupun produk gas alam cair. Dengan dipasangnya unit pemanfaatan kembali gas ini, maka konsumsi bahan bakar dan uap dari sebuah kilang minyak akan menurun sehingga emisi GRK akan turun.

Potensi pengurangan emisi CO₂ dari pemanfaatan gas suar bakar diperkirakan sekitar 5,7 ton per tahun. Satu unit pemanfaatan gas bakar dengan kapasitas 1 juta kubik kaki standar per hari dapat menghindari emisi GRK sebesar 600 ribu ton CO₂ per tahun. Biaya investasi yang dibutuhkan adalah sekitar 7 juta dollar Amerika per unit dan biaya penurunan emisi sekitar 12 dollar Amerika per ton CO₂.

Reduksi emisi gas buang karbon dioksida selain bisa menjaga lingkungan terbukti juga menguntungkan secara ekonomi. Reduksi emisi CO₂ berpotensi dijual dalam skema mekanisme pembangunan bersih (CDM).

2. Memberikan dampak positif kepada masyarakat dengan adanya kegiatan usaha migas di daerahnya, yang manfaatnya dapat dirasakan langsung oleh masyarakat yang tinggal di lokasi sumber penghasil energi. Sehingga masyarakat merasakan bisa mendapatkan energi murah dan aman yang berasal dari daerah mereka sendiri, dan memberdayakan masyarakat setempat untuk mengelola pengoperasian jaringan distribusi gas tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil analisis teknis, gas suar bakar yang berasal dari Cluster-B Lapangan Tambun layak untuk dapat langsung digunakan sebagai gas untuk kebutuhan rumah tangga bagi masyarakat di sekitarnya dengan menggunakan jaringan pipa distribusi gas.
2. Berdasarkan hasil analisis *Benefit Cost Ratio (BCR)* diperoleh nilai $B / C = 0,684$ (< 1) yang mengindikasikan bahwa secara keekonomian proyek pengembangan jaringan distribusi gas bumi tersebut kurang layak. Namun demikian proyek pengembangan jaringan pipa distribusi gas bumi yang sumber dananya murni berasal dari Pemerintah, merupakan salah satu upaya untuk berkontribusi terhadap penurunan emisi GRK. Selain itu proyek ini juga turut melaksanakan program diversifikasi energi serta memberikan dampak positif kepada masyarakat untuk mendapatkan energi berasal dari daerah mereka sendiri yang murah dan aman. Akhirnya proyek ini akan memberdayakan masyarakat setempat untuk mengelola pengoperasian jaringan distribusi gas tersebut, sehingga proyek Pemanfaatan Gas Suara Bakar untuk Jaringan Gas Bumi Rumah Tangga di Desa Buni Bakti, Kecamatan Tambun, Kabupaten Bekasi ini tetap layak untuk dilaksanakan.

SARAN

1. Mengingat volume gas suar bakar yang belum termanfaatkan masih besar, perlu dilakukan kajian lagi pemanfaatan gas suar bakar untuk pembangkit listrik dan sektor pertanian, sehingga dapat tercipta Desa Mandiri Energi.
2. Agar proyek pemanfaatan gas suar bakar dapat menjadi lebih ekonomis, maka perlu juga dilakukan kajian pemanfaatannya untuk mengembangkan sektor industri di daerah tersebut, misalnya industri batu bata, genteng, keramik dsb.
3. Perlu dilakukan kajian lebih detail terkait aspek-aspek lain di luar aspek finansial, terutama aspek sosial ekonomi.
4. Untuk dapat menaikkan nilai B/C, dapat dikaji lagi penggunaan material pipa yang diameternya lebih kecil agar biaya investasi menjadi turun.
5. Mengingat masih tingginya jumlah gas suar bakar di Indonesia, maka dalam rangka berkontribusi terhadap penurunan gas rumah kaca dan untuk mencapai target pemerintah menuju *zero flare*, perlu dilakukan kajian-kajian sejenis di lapangan migas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Direktorat Teknik dan Lingkungan Migas, 2008, Kebijakan Pengembangan Industri Migas yang Ramah Lingkungan (*Green Oil and Gas Industry Initiative*);
2. PT Pertamina EP Region Jawa, 2009, Dokumen UKL-UPL Pembangunan Pipa Transmisi Gas dari SP Tambun ke SP Pondok Tengah;
3. Departemen ESDM Balitbang ESDM Puslitbang Teknologi Migas “LEMIGAS”, 2009, Pengelolaan Emisi Gas Rumah Tangga Subsektor Migas. Jakarta;
4. PT Pertamina EP, 2010, Laporan Implementasi Pengurangan Emisi;
5. Majalah Tambang On-Line, 28 November 2008, “*The Indonesian Mining Magazine TAMBANG Bridging Solution*”;
6. The Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP), Mei 2002, *Guide: Estimation of Flaring and Venting Volumes from Upstream Oil and Gas Facilities*;
7. Leland Blank and A. Tarquin, *Engineering Economy Sixth Edition*, 2008;
8. Badan Pusat Statistik, 2009, Provinsi Jawa Barat
9. Kelurahan Desa Buni Bakti, 2010, Profil Desa Buni Bakti, Bekasi;
10. www.environment-agency.gov.uk, Guidance on Landfill Gas Flaring, 2002;
11. www.migas.esdm.go.id;
12. www.bphmigas.go.id



PERATURAN BADAN PENGATUR HILIR MINYAK DAN GAS BUMI
NOMOR : 03/P/BPH MIGAS/I/2005

TENTANG

PEDOMAN PENETAPAN HARGA GAS BUMI
UNTUK RUMAH TANGGA DAN PELANGGAN KECIL

KEPALA BADAN PENGATUR HILIR MINYAK DAN GAS BUMI,

- Menimbang :
- a. bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 9 Peraturan Pemerintah Nomor 67 Tahun 2002 tentang Badan Pengatur Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Kegiatan Usaha Pengangkutan Gas Bumi Melalui Pipa dan Pasal 11 Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hilir Minyak Dan Gas Bumi, perlu menetapkan Pedoman Penetapan Harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil;
 - b. bahwa Sidang Komite Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi pada hari Jumat tanggal 7 Januari 2005, telah menyepakati untuk menetapkan pedoman sebagaimana dimaksud dalam huruf a dalam suatu Peraturan Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi.

- Mengingat :
1. Undang-undang Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 36, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4152);
 2. Undang-undang Nomor 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1995 Nomor 13, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3587);
 3. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1999 tentang Larangan Praktek Monopoli dan Persaingan Usaha Tidak Sehat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3817);
 4. Undang-undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
 5. Peraturan Pemerintah Nomor 67 Tahun 2002 tentang Badan Pengatur Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Kegiatan Usaha Pengangkutan Gas Bumi Melalui Pipa (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2002 Nomor 141, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4253);
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2004 tentang Kegiatan Usaha Hilir Minyak dan Gas Bumi (Lembaran Negara Republik



Indonesia Tahun 2004 Nomor 124, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4436);

7. Keputusan Presiden RI Nomor 86 Tahun 2002 tanggal 30 Desember 2002 tentang Pembentukan Badan Pengatur Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Kegiatan Usaha Pengangkutan Gas Bumi Melalui Pipa;
8. Keputusan Presiden RI Nomor 53/M Tahun 2003 tanggal 8 April 2003;
9. Keputusan Kepala Badan Pengatur Penyediaan dan Pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Kegiatan Usaha Pengangkutan Gas Bumi Melalui Pipa Nomor 04/Ka/BPH Migas/12/2003 tanggal 19 Desember 2003 tentang Sebutan Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi.

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN BADAN PENGATUR HILIR MINYAK DAN GAS BUMI
TENTANG PEDOMAN PENETAPAN HARGA GAS BUMI UNTUK
RUMAH TANGGA DAN PELANGGAN KECIL

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Badan Pengatur ini yang dimaksud dengan :

- a. Gas Bumi adalah hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa gas yang diperoleh dari proses penambangan Minyak dan Gas Bumi.
- b. Harga Gas Bumi adalah satuan harga Gas Bumi dalam Rupiah per volume yang ditetapkan oleh Badan Pengatur untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil di titik penyerahan;
- c. Rumah Tangga adalah pelanggan Gas Bumi untuk keperluan sendiri dan tidak dikomersialkan;
- d. Pelanggan Kecil adalah pelanggan Gas Bumi untuk kegiatan yang bersifat komersial atau non komersial.
- e. Titik Penyerahan adalah titik luaran dari Alat Ukur milik Badan Usaha yang terletak di lokasi pelanggan;
- f. Alat Ukur adalah alat untuk mengukur dan mencatat penyaluran Gas Bumi dari Pipa Distribusi ke pelanggan milik Badan Usaha yang dapat berupa *Metering Regulating Station* (MR/S) atau *Metering Station* (M/S) atau Meter Pelanggan.



- g. Indeks Harga Konsumen (IHK) adalah hasil pengolahan data harga konsumen yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik untuk komoditi Gas, Bahan Bakar, Penerangan, dan Air.
- h. Pipa Distribusi adalah Pipa yang mengangkut Gas Bumi dari suatu Pipa Transmisi atau dari Pipa Distribusi ke pelanggan atau ke Pipa Distribusi lainnya yang berbentuk jaringan;
- i. Badan Usaha adalah perusahaan berbentuk badan hukum yang menjalankan jenis usaha bersifat tetap, terus menerus dan didirikan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku serta bekerja dan berkedudukan dalam Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia;
- j. Badan Pengatur adalah suatu Badan yang dibentuk untuk melakukan pengaturan dan pengawasan terhadap penyediaan dan pendistribusian Bahan Bakar Minyak dan Gas Bumi serta pengangkutan Gas Bumi melalui pipa pada Kegiatan Usaha Hilir.

Pasal 2

Badan Usaha yang menjalankan kegiatan penjualan Gas Bumi ke Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil wajib memiliki Izin Usaha Niaga.

Pasal 3

Badan Usaha yang melakukan kegiatan penjualan Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil wajib menerapkan harga Gas Bumi yang ditetapkan oleh Badan Pengatur.

Pasal 4

Standar dan mutu Gas Bumi yang dijual kepada Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil wajib memenuhi persyaratan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

BAB II KRITERIA

Pasal 5

- (1) Rumah Tangga dibedakan dalam 2 (dua) kelompok sebagai berikut:
 - a. Rumah Tangga 1 (RT-1) meliputi Rumah Susun, Rumah Sederhana, Rumah Sangat Sederhana, dan sejenisnya.
 - b. Rumah Tangga 2 (RT-2) meliputi Rumah Menengah, Rumah Mewah, Apartemen, dan sejenisnya.
- (2) Pemakaian Gas Bumi untuk RT-1 dan RT-2 sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) ditetapkan paling banyak 50 M³/bulan.



Pasal 6

- (1) Pelanggan Kecil dibedakan dalam 2 (dua) kelompok sebagai berikut:
 - a. Pelanggan Kecil 1 (PK-1) meliputi Rumah Sakit Pemerintah, Puskesmas, Panti Asuhan, Tempat Ibadah, Lembaga Pendidikan Pemerintah, Lembaga Keagamaan, Kantor Pemerintah, Lembaga Sosial, dan sejenisnya.
 - b. Pelanggan Kecil 2 (PK-2) meliputi Hotel, Restoran, Rumah Sakit Swasta, Perkantoran Swasta, Pertokoan/Ruko/Rukan/Pasar/Mall/Swalayan dan kegiatan komersial sejenisnya.
- (2) Pemakaian Gas Bumi untuk PK-1 dan PK-2 sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) ditetapkan paling banyak 1000 M³/bulan.

BAB III TATA CARA PENETAPAN HARGA

Pasal 7

- (1) Badan Pengatur menetapkan harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil dengan mempertimbangkan kemampuan daya beli masyarakat dan kepentingan Badan Usaha;
- (2) Badan Usaha yang melakukan kegiatan penjualan Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil mengajukan usulan harga Gas Bumi kepada Kepala Badan Pengatur secara tertulis dengan melampirkan :
 - a. Usulan besaran harga Gas Bumi;
 - b. Analisis Keekonomian yang berkaitan dengan penetapan harga Gas Bumi;
 - c. Jumlah Rumah Tangga dan/atau Pelanggan Kecil beserta peta pemasarannya;
 - d. Volume penjualan;
 - e. Salinan Izin Usaha Niaga;
 - f. Salinan Perjanjian Jual Beli Gas Bumi;
- (3) Badan Usaha sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) wajib menyampaikan paparan mengenai usulannya kepada Badan Pengatur;
- (4) Badan Usaha wajib mensosialisasikan alasan-alasan atas rencana kenaikan harga Gas Bumi kepada masyarakat sebelum diajukan kepada Badan Pengatur.

Pasal 8

- (1) Badan Pengatur melaksanakan evaluasi dan analisis atas usulan harga Gas Bumi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (2).
- (2) Badan Pengatur mengadakan Dengar Pendapat dengan pihak-pihak terkait sebelum menetapkan harga Gas Bumi.
- (3) Badan Pengatur menetapkan harga Gas Bumi melalui Sidang Komite.



BAB IV PERHITUNGAN HARGA GAS BUMI

Pasal 9

- (1). Perhitungan harga Gas Bumi ditentukan dengan menggunakan metoda IHK (Indek Harga Konsumen), dengan formula sebagai berikut :

$$Hg_b = Hg_l \left[1 + \frac{IHK_b - IHK_l}{IHK_l} - x \right]$$

Keterangan:

Hg_b = Harga gas baru, Rupiah/meter-kubik

Hg_l = Harga gas lama, Rupiah/meter-kubik

IHK_l = Indek Harga Konsumen pada harga yang berlaku

IHK_b = Indek Harga Konsumen untuk harga yang akan ditetapkan.

X = Faktor koreksi yang ditetapkan oleh Badan Pengatur dengan memperhatikan inflasi dan suku bunga.

- (2) Bagi Badan Usaha yang untuk pertama kalinya melakukan penjualan Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil, nilai Hg_l dalam formula sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) disetarakan dengan Hg_l di daerah yang mempunyai IHK setara dan dengan memperhitungkan faktor koreksi.

Pasal 10

- (1) Perhitungan harga Gas Bumi untuk kelompok RT-1, RT-2, PK-1 dan PK-2 ditentukan sebagai berikut:
- RT-1 ditetapkan sesuai dengan formula sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1);
 - RT-2 ditetapkan sama dengan dan setinggi-tingginya 20 % dari RT-1;
 - PK-1 ditetapkan sama dengan RT-1;
 - PK-2 ditetapkan sama dengan dan setinggi-tingginya 15 % dari RT-1.
- (2) Harga Gas Bumi untuk RT-1 dengan pemakaian melebihi 50 M³/bulan, maka untuk setiap meter kubik kelebihan dikenakan harga sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf d.
- (3) Harga Gas Bumi untuk RT-2 dengan pemakaian melebihi 50 M³/bulan, dikenakan harga sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) huruf b.
- (4) Harga Gas Bumi untuk PK-1 dan PK-2 dengan pemakaian melebihi 1000 M³/bulan, mengikuti harga Gas Bumi untuk industri.



BAB V PELAPORAN

Pasal 11

- (1) Badan Usaha yang melaksanakan penjualan Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil wajib menyampaikan laporan kepada Badan Pengatur setiap bulan atau sewaktu-waktu apabila diperlukan.
- (2) Laporan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), sekurang-kurangnya berisikan hal-hal sebagai berikut :
 - a. Jumlah pelanggan dan volume Gas Bumi;
 - b. Harga penjualan Gas Bumi;
 - c. Pelaksanaan kegiatan usaha penjualan Gas Bumi.

BAB VI PENGAWASAN

Pasal 12

- (1) Badan Pengatur melakukan pengawasan harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil.
- (2) Badan Pengatur dalam melaksanakan pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dapat melakukan :
 - a. verifikasi terhadap laporan yang telah disampaikan oleh Badan Usaha;
 - b. audit ketaatan terhadap peraturan perundang-undangan yang berlaku;
 - c. audit operasional terhadap efektifitas, efisiensi, dan tingkat keekonomian;
 - d. audit khusus terhadap hal-hal yang bersifat penting dan mendesak.

BAB VII SANKSI

Pasal 13

- (1) Badan Pengatur memberikan sanksi kepada Badan Usaha yang melakukan pelanggaran atas ketentuan harga yang telah ditetapkan.
- (2) Sanksi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) berupa teguran tertulis, denda, penangguhan kenaikan harga, dan pengusulan pencabutan Izin Usaha Niaga.
- (3) Segala kerugian yang timbul akibat diberikannya sanksi sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) menjadi beban Badan Usaha yang bersangkutan.
- (4) Tata cara pemberian sanksi sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) akan diatur lebih lanjut dalam peraturan Badan Pengatur.



BAB VIII KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 14

- (1) Badan Usaha yang telah melaksanakan kegiatan penjualan Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil sebelum dikeluarkannya Peraturan ini, tetap dapat menggunakan harga yang berlaku sampai dengan ditetapkan harga yang baru oleh Badan Pengatur.
- (2) Badan Usaha sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) diwajibkan untuk mengajukan permohonan penyesuaian harga Gas Bumi untuk Rumah Tangga dan Pelanggan Kecil selambat-lambatnya 6 (enam) bulan terhitung sejak Peraturan ini ditetapkan.

BAB IX KETENTUAN PENUTUP

Pasal 15

Peraturan Badan Pengatur ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Jakarta
Pada Tanggal : 7 Januari 2005

Kepala Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi

Tubagus Haryono