

**STUDI PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR BBG
UNTUK MELAYANI SISTEM TRANSPORTASI UMUM
DI DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Oleh:
Pau Wang
04 04 06 0462



**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
SEMESTER GENAP 2007/2008**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

STUDI PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR BBG UNTUK MELAYANI SISTEM TRANSPORTASI UMUM DI DKI JAKARTA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 22 Juli 2008

(Pau Wang)

NPM 04 04 06 0462

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

STUDI PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR BBG UNTUK MELAYANI SISTEM TRANSPORTASI UMUM DI DKI JAKARTA

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini disetujui untuk diajukan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 22 Juli 2008

Menyetujui,

Dosen Pembimbing ,

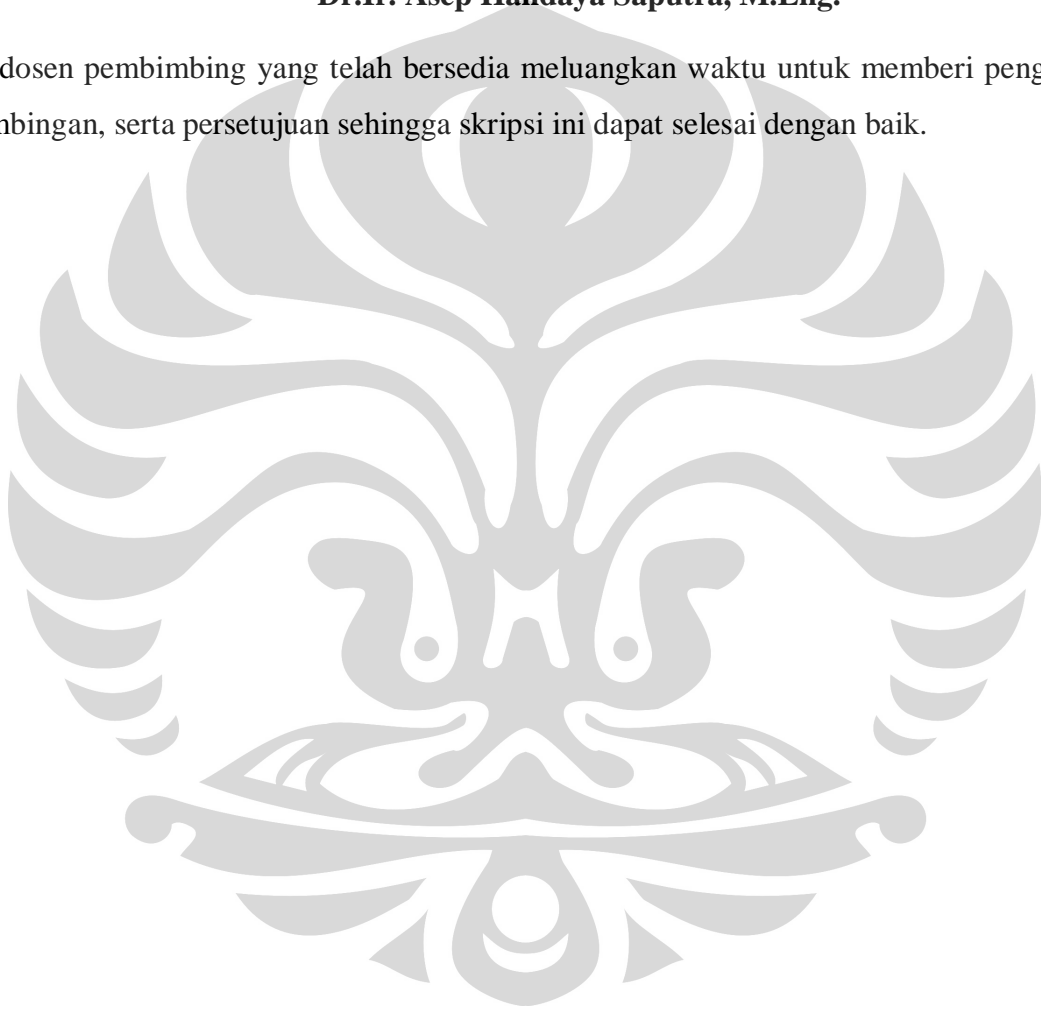
Dr.Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng.
NIP. 132 056 816

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr.Ir. Asep Handaya Saputra, M.Eng.

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi pengarahan, diskusi, dan bimbingan, serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.



**STUDI PENGEMBANGAN INFRASTRUKTUR BBG UNTUK
MELAYANI SISTEM TRANSPORTASI UMUM DI DKI JAKARTA**

ABSTRAK

Energi telah menjadi salah satu kebutuhan primer manusia di era modern ini namun sumber energi yang tersedia saat ini yaitu BBM seperti bensin dan diesel terus mengalami kenaikan harga. Dengan mekanisme subsidi yang dianut Pemerintah Indonesia, kenaikan harga BBM akan menghabiskan APBN jika tidak diambil langkah preventif seperti langkah intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi energi. Diversifikasi energi menjadi solusi yang menarik karena Indonesia memiliki potensi cadangan sumber energi selain BBM yang cukup besar yaitu potensi penggunaan gas alam. Langkah diversifikasi ini kian menarik karena telah tersedianya jaringan pipa yang cukup luas dengan laju alir yang mencukupi untuk digunakan dalam sektor transportasi umum di DKI Jakarta. Namun kendala yang dihadapi adalah tidak berkembangnya infrastruktur pengisian BBG sehingga BBG menjadi tidak kompetitif dari segi pelayanan.

Studi ini dirancang untuk menghasilkan output berupa gambaran jumlah investasi yang diperlukan untuk infrastruktur BBG di DKI Jakarta terutama untuk moda transportasi TransJakarta dan taksi. Proyeksi pertumbuhan angkutan umum dilakukan dengan menggunakan data-data aktual dari berbagai sumber dan metode *Logistic Curve*. Dan untuk memberikan gambaran yang lebih spesifik, digunakan 3 skenario estimasi pertumbuhan taksi sehingga dapat diambil estimasi proyek pengembangan infrastruktur yang paling realistis dan *feasible* untuk diterapkan di masa depan.

Berdasarkan hasil pengolahan yang dilakukan, diperlukan 3 SPBG baru untuk koridor VIII – X serta 3 SPBG tambahan di depo bus untuk mengefisiensikan pelayanan pengisian dengan jumlah kapasitas total pelayanan sebesar 3,58 MMSCFD. Untuk pelayanan taksi, diperlukan 22 – 46 SPBG tambahan dan kapasitas total pelayanan 16 – 30 MMSCFD sesuai skenario yang telah dipilih. Investasi yang diperlukan untuk peremajaan satu SPBG lama adalah sebesar 7,8 - 10 miliar rupiah sedangkan untuk satu SPBG baru diperlukan investasi 22 – 23 miliar rupiah. Jumlah pembangunan SPBG terhitung sebanyak 3 – 8 SPBG tambahan per tahun sampai dengan tahun 2015 sesuai dengan skenario. Peremajaan sejumlah SPBG lama juga lebih diutamakan karena membutuhkan investasi yang jauh lebih sedikit dibanding investasi SPBG baru.

Kata kunci : BBG, Diversifikasi Energi, Investasi SPBG

Pau Wang
NPM 04 04 06 0462
Chemical Engineering Department

Counselor
Dr.Ir.Asep Handaya Saputra, M.Eng

THE STUDY OF CNG-NGV INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR PUBLIC TRANSPORTATION SYSTEM IN JAKARTA

ABSTRACT

Energy has become one of the basic needs of humanbeing in this modern world but current global energy source especially liquid phase fossil fuel keeps on depleting thus increase it's price very rapidly. As one of the country that subsidize the fuel price, Indonesia is currently struggling to maintain low fuel price without sacrificing the economic annual balance at the end of the year. From several options that can be applied, energy diversification especially regarding the use of *compressed natural gas* (CNG) for the public transportation in Jakarta, appears to be a very attractive yet economical solution. But the main problem is there are not enough CNG infrastructure in the current time so economically, CNG does not have a competitive position compared to the conventional fuel. Based on this condition, this study tries to provide accurate investment prediction for the policy makers to develop CNG infrastructure as fast as possible in the future.

This study emphasizes on the output which will describe the projected total investment needed to fullfill the CNG demand for the public transportation system in Jakarta specifically taxi and TransJakarta. The projection's state of the art is the unique combination between actual data from reliable sources and well known *Logistic Curve Method* in 3 different scenarios to provide more accurate output so that any scenarios can be independently valid thus makes it easier to apply the most suitable scenario based on the future condition.

The result shows that there will be 3 new CNG filling stations needed for the future VIII – X corridor and 3 add-on CNG filling stations in the TransJakarta bus depo at the end of 2009 with an average of 3,58 MMSCFD capacity to increase the filling time efficiency while at the same time, maintaining the level of service of the fleets. While for the taxi's gas demand, 22 – 46 CNG filling stations will be needed to provide an average of 16 – 30 MMSCFD of CNG based on the scenarios. The investment ammount will vary based on the type of the station, 7,8 – 10 billion rupiah for a refurbished station investment and 22 – 23 bilion rupiah for a completely new station While the total average of 3 – 8 of new or refurbished station will be added each year until 2015. The study also shows that refurbishing old CNG filling station will become the most economical solution for this energy diversification effort compared with building an entirely new filling station.

Keywords : CNG, NGV, Energy Diversification, Investment

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. PERUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. BATASAN MASALAH.....	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 GAS BUMI	6
2.1.1. Rantai Nilai Industri Gas Bumi	6
2.1.2. Pemanfaatan Gas Bumi Indonesia	7
2.1.3. Struktur Industri Hilir Gas Bumi	8
2.1.4. Model Pengembangan Industri Hilir Gas Bumi	10
2.1.4.a. Model Industri Gas Dalam Transisi	10
2.1.4.b. Model Akses Terbuka Untuk Konsumen Besar	11
2.1.4.c. Model Liberalisasi Penuh Untuk Semua Konsumen	12
2.1.5. Bahan Bakar Gas (BBG).....	13
2.2. PROSES KONVERSI KENDARAAN BERMOTOR KE BBG.....	16
2.2.1. Konversi Bahan Bakar Ganda Dari Kendaraan Bensin	17
2.2.2. Konversi Bahan Bakar Ganda Kendaraan Diesel.....	18
2.3. MODA TRANSPORTASI POTENSIAL PENGGUNA BBG.....	19
2.3.1. Bus Kota.....	19
2.3.2. Minibus	22
2.3.3. Truk-Truk Pengangkut Sampah	23
2.3.4. Taksi Dan Angkutan Umum	24
2.4. SISTEM PENGISIAN BAHAN BAKAR GAS	27
2.4.1. Pengisian Cepat	28
2.4.2. Pengisian Lambat	32
2.4.3. Kombinasi Pengisian Cepat Dan Lambat	32
2.5. KEUNTUNGAN PENGGUNAAN BBG	34
2.5.1. Pengurangan Emisi Dibandingkan Kendaraan Bensin	34

2.5.2. Pengurangan Emisi Yang Menguap Saat Pengisian.....	34
2.5.3. Pengurangan Emisi Dibandingkan Kendaraan Diesel.....	35
2.5.4. Kontribusi Pemanasan Global Kendaraan BBG	35
2.5.5. Pengurangan Emisi Kebisingan.....	36
2.6. TRANSJAKARTA.....	38
2.7. PERKEMBANGAN BBG DI DKI JAKARTA	40
2.8. METODE <i>LOGISTIC CURVE</i>	41
BAB III. METODE PENELITIAN	44
3.1. STUDI LITERATUR	47
3.2. PENGUMPULAN DATA	47
3.3. PENENTUAN SKENARIO SIMULASI	48
3.4. PROYEKSI DENGAN METODE <i>LOGISTIC CURVE</i>	49
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1. ANALISA TRANSJAKARTA.....	51
4.1.1. Pengolahan Data Koridor II – VII.....	54
4.1.2. Pengolahan Data Koridor VIII - X.....	56
4.1.3. Pengolahan Data Gabungan (Koridor II - X).....	63
4.2. ANALISA TAKSI.....	65
4.2.1. Pengolahan Data Jumlah Taksi DKI Jakarta.....	67
4.2.2. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kota Tangerang.....	70
4.2.3. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kabupaten Tangerang	72
4.2.4. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kota Bekasi	75
4.2.5. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kabupaten Bekasi	79
4.2.6. Pengolahan Data Jumlah Taksi Depok	84
4.2.7. Pengolahan Taksi Secara Total	88
4.3. ANALISA SPBG	92
4.3.1. Pengolahan Data SPBG Untuk TransJakarta	93
4.3.2. Pengolahan Data SPBG Untuk Taksi	95
4.4. ANALISA INVESTASI	108
4.4.1. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario I.....	111
4.4.2. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario II.....	113
4.4.3. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario III	115
BAB V. KESIMPULAN	119
DAFTAR PUSTAKA	120
LAMPIRAN	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Rantai Nilai Industri Gas Bumi Indonesia	6
Gambar 2. 2. Struktur Industri Hilir Gas Bumi Indonesia	9
Gambar 2. 3. Model Industri Gas Dalam Transisi	11
Gambar 2. 4. Model Akses Terbuka	12
Gambar 2. 5. Gambar Model Liberalisasi Penuh	12
Gambar 2. 6. Bus TransJakarta BBG [6]	20
Gambar 2. 7. Truk Pengangkut Sampah BBG	23
Gambar 2. 8. Gambar Antrean Taksi BBG.....	25
Gambar 2. 9. Contoh Bajaj BBG Saat Ini.....	26
Gambar 2. 10. Gambar Pengisian Cepat	31
Gambar 2. 11. Gambar Penutup Tangki BBG Terbuka	31
Gambar 2. 12. Gambar Selang Bertekanan Penyumbat Ganda.....	31
Gambar 2. 13. Gambar Tangki di Bagian Bawah Kendaraan	31
Gambar 2. 14. Diagram Alir Sistem Pengisian Kombinasi Cepat dan Lambat.	33
Gambar 2. 15. Algoritma Metode Logistic Curve	42
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian Moda Transportasi Taksi.....	45
Gambar 3. 2. Diagram Alir Penelitian Moda Transportasi TransJakarta.....	46
Gambar 3. 3. Algoritma Metode <i>Logistic Curve</i>	49
Gambar 4. 1. Diagram Alir Hubungan Antara Stakeholder TransJakarta.	52
Gambar 4. 2. Diagram Alir Proses CNG di SPBG PK	92
Gambar 4. 3. Gambar Persebaran SPBG DKI Jakarta.....	98
Gambar 4. 4. Hasil Perkiraan Letak SPBG Baru Sesuai Skenario III.	118

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Pemanfaatan Gas Alam Indonesia per Tahun 2003	8
Tabel 2. 2. Komposisi CNG.	14
Tabel 2. 3. Perbandingan Nilai Kalor Antara Beberapa Jenis Bahan Bakar.	14
Tabel 2. 4. Biaya Instalasi Tambahan untuk Tipe Mesin dan Kendaraan Tertentu	17
Tabel 2. 5. Jumlah Bus Besar dan Sedang per 2006.	22
Tabel 2. 6. Pertumbuhan Taksi dan Bajaj 2000-2006	25
Tabel 2. 7. Perbandingan Emisi Moda Angkutan Darat	38
Tabel 2. 8. Perbandingan Emisi Per Penumpang-Kilometer	39
Tabel 4. 1. Konfigurasi Fisik Bejana Tekan Bus TransJakarta	51
Tabel 4. 2. Tabel Rp / Kilometer Tempuh Untuk Koridor I – VII per April 2008.....	53
Tabel 4. 3. Tabel Informasi Jarak dan Jumlah Unit Bus TransJakarta	54
Tabel 4. 4. Produksi Kilometer Tempuh Koridor I – VII Tahun 2007 – 2011	55
Tabel 4. 5. Perkiraan Konsumsi BBG Untuk Koridor II – VII Tahun 2007- 2011	55
Tabel 4. 6. Rencana Rute Dan Jarak Koridor VII - X.....	57
Tabel 4. 7. Rasio Jumlah Unit Bus per Kilometer Jarak Koridor.....	58
Tabel 4. 8. Rata-Rata Bus / Km Berdasarkan Kepadatan Jumlah Penumpang	58
Tabel 4. 9. Perkiraan Jumlah Unit Bus Untuk Koridor VIII – X.....	59
Tabel 4. 10. Jumlah Ritase Per Bus Tiap Harinya untuk Koridor I – III Per April 2008.	59
Tabel 4. 11. Perkiraan Jumlah Ritase Per Bus Tiap Harinya Untuk Koridor VIII - X.....	60
Tabel 4. 12. Realisasi Operasional 2007 Koridor I.....	60
Tabel 4. 13. Perkiraan Jumlah Km Tempuh / Hari.....	61
Tabel 4. 14. Perkiraan Kilometer Tempuh Per Tahun Koridor VIII – X.....	62
Tabel 4. 15. Perkiraan Total Kilometer Tempuh Koridor VIII – X.....	63
Tabel 4. 16. Total Perkiraan Konsumsi BBG Per Tahun Koridor VIII – X.....	63
Tabel 4. 17. Perkiraan Total Kebutuhan BBG 2007-2011 Koridor II - X.	64
Tabel 4. 18. Pertumbuhan Taksi Daerah DKI Jakarta Dan Sekitarnya Tahun 2002-2007.	66
Tabel 4. 19. Nilai GR DKI Jakarta Tahun 2001 - 2007	67
Tabel 4. 20. Nilai S DKI Jakarta Tahun 2001 - 2007	68
Tabel 4. 21. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi DKI Jakarta Tahun 2001 - 2015.....	69
Tabel 4. 22. Nilai GR Kota Tangerang Tahun 2001 - 2007.....	70
Tabel 4. 23. Nilai S Kota Tangerang Tahun 2001 - 2007	71
Tabel 4. 24. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kota Tangerang Tahun 2001 – 2015.....	71
Tabel 4. 25. Nilai GR Kabupaten Tangerang Tahun 2001 - 2007.....	72
Tabel 4. 26. Nilai S Kabupaten Tangerang Tahun 2001 - 2007.....	73
Tabel 4. 27. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kabupaten Tangerang Tahun 2001 – 2015.....	74
Tabel 4. 28. Nilai GR Kota Bekasi Tahun 2001 – 2007.	75
Tabel 4. 29. Nilai S Dan ln S Kota Bekasi Tahun 2001 – 2007.....	76
Tabel 4. 30. Nilai Ekstrapolasi ln S Dan Nilai S Kota Bekasi Tahun 2008 – 2015.	77
Tabel 4. 31. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kota Bekasi Tahun 2001 – 2015.....	78
Tabel 4. 32. Nilai GR Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2007.....	80
Tabel 4. 33. Nilai S Dan ln S Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2007.....	80

Tabel 4. 34. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2015.....	82
Tabel 4. 35. Nilai GR Depok Tahun 2001 – 2007.....	84
Tabel 4. 36. Nilai S Dan In S Depok Tahun 2001 – 2007.....	85
Tabel 4. 37. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Depok Tahun 2001 – 2015	86
Tabel 4. 38. Hasil Pengolahan Data Jumlah Taksi 2008-2015.....	88
Tabel 4. 39. Jumlah Taksi Total Tahun 2008 – 2015	89
Tabel 4. 40. Hasil Estimasi Konsumsi BBG	91
Tabel 4. 41. Hasil Pengamatan Lama Pengisian Bus TransJakarta	93
Tabel 4. 42. Prediksi Letak SPBG TransJakarta Koridor II – X.	94
Tabel 4. 43. Spesifikasi Pipa Untuk Depo H dan J.	94
Tabel 4. 44. Daftar SPBG <i>Refurbished</i>	96
Tabel 4. 45. Daftar SPBG <i>Existing</i>	96
Tabel 4. 46. Daftar SPBG Potensial untuk TransJakarta.	96
Tabel 4. 47. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario I).	100
Tabel 4. 48. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario II).	103
Tabel 4. 49. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario III).	106
Tabel 4. 50. Daftar Investasi Peralatan dan Non Peralatan SPBG Tahun 2008.	109
Tabel 4. 51. Hasil Prediksi Nelson Farrar Index 2008-2015.	110
Tabel 4. 52. Hasil Perhitungan Investasi Skenario I Taksi Dan Investasi TransJakarta.	112
Tabel 4. 53. Hasil Perhitungan Investasi Skenario II Taksi Dan Investasi TransJakarta.	114
Tabel 4. 54. Hasil Perhitungan Investasi Skenario III Taksi Dan Investasi TransJakarta	116



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Pengolahan Pertumbuhan Taksi.....	123
LAMPIRAN 2. Perhitungan Nelson Farrar dan Peralatan	130
LAMPIRAN 3. Pengolahan Jumlah Taksi BBG Per Tahun Sesuai Skenario.....	137
LAMPIRAN 4. Rincian Investasi TransJakarta dan Taksi Periode 2009 – 2015 Per Skenario.....	142



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang penelitian “Studi Pengembangan Infrastruktur BGG Untuk Melayani Sistem Transportasi Umum Di DKI Jakarta“. Selain itu, juga dijelaskan mengenai rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan penelitian ini.

1.1. LATAR BELAKANG

Salah satu isu krusial saat ini yang sedang dihadapi Indonesia adalah perihal ketersediaan sumber energi dalam jumlah memadai namun pada waktu yang sama tidak menambah beban pengeluaran negara. Terhitung sampai dengan Maret 2008, konsumsi premium sudah mencapai 4,58 juta kiloliter, lebih tinggi dari tetapan BBM subsidi yaitu 4,24 juta kiloliter selama 3 bulan pertama tahun 2008. Konsumsi solar sendiri sudah mencapai 2,8 juta kiloliter dimana tetapan APBN-Perubahan 2008 mematok penggunaan solar sebesar 2,49 juta kiloliter selama 3 bulan pertama 2008. Dalam APBN-Perubahan 2008, penggunaan premium bersubsidi sendiri telah dibatasi sebesar 16,976 juta kiloliter selama 2008 sedangkan penggunaan solar bersubsidi sendiri telah dibatasi sebesar 10 juta kiloliter selama 2008 [1].

Dengan mekanisme subsidi langsung dari Pemerintah, dapat dipastikan bahwa dengan bertambahnya konsumsi sumber energi maka beban Pemerintah akan semakin besar. Pada Januari 2008, Pemerintah Republik Indonesia mengajukan Anggaran Pendapatan dan Belanja Perubahan (APBN-P) tahun 2008 dimana dicanangkan pemberian subsidi BBM sebesar Rp 143,29 triliun dari estimasi sebelumnya yaitu Rp 45,8 triliun [2]. Subsidi ini setara dengan kurang lebih 25% dari total APBN saat ini sehingga dapat dibayangkan betapa beratnya beban Pemerintah saat ini [3]. Transportasi darat merupakan sektor yang mengkonsumsi BBM paling besar yaitu 48% dari

konsumsi nasional, sementara konsumsi BBM terbesar dari sektor transportasi darat adalah angkutan jalan yakni sebesar 88% [4].

Dari beberapa kemungkinan solusi seperti intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi sumber energi [5] yang dapat diterapkan di Indonesia; upaya diversifikasi sumber energi mungkin merupakan jawaban yang paling tepat dalam memecahkan masalah kebutuhan energi yang terus meningkat dalam jangka waktu cepat dengan modal yang relatif tidak terlalu besar.

Diversifikasi sumber energi dapat dideskripsikan sebagai upaya untuk menggunakan potensi sumber energi fosil atau non fosil selain solar dan bensin dalam jumlah yang mencukupi sehingga dapat memenuhi kebutuhan energi dan sekaligus mengurangi beban pengeluaran Pemerintah untuk subsidi solar dan bensin. Salah satu potensi diversifikasi energi yang sangat potensial untuk diterapkan adalah penggunaan Bahan Bakar Gas (BBG) atau yang dikenal di dunia dengan sebutan CNG (*compressed natural gas*). Pemakaian BBG semakin dianjurkan karena dapat mengurangi beban subsidi Pemerintah sekaligus dapat memecahkan masalah polusi udara karena menghasilkan emisi udara dan kebisingan yang lebih rendah [6]. Penggunaan BBG diyakini akan menghemat biaya yang digunakan untuk konsumsi bahan bakar. Harga satu liter BBG dijual Rp 2.600 sementara BBM jenis premium seharga Rp 6.000 dan solar seharga Rp 5.500 per liternya pada bulan Juni 2008 [3].

Selain dari proses diversifikasi sumber energi, konsumsi sumber energi fosil bersubsidi juga dapat ditekan dengan cara pembangunan infrastruktur transportasi umum sehingga publik dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan konsumsi bahan bakar fosil [8]. DKI Jakarta sebagai ibukota negara, tengah berupaya untuk mengembangkan sektor transportasi umum dengan menggunakan alternatif BBG.

Namun kendala yang dihadapi saat ini adalah diperlukannya studi lebih lanjut mengenai pengembangan infrastruktur penyediaan dan penyaluran BBG di DKI Jakarta yang dapat mengakomodasi kebutuhan akan BBG di masa depan. Diharapkan studi ini dapat memberikan *forecast* akan *demand* BBG untuk kendaraan umum di DKI Jakarta sekaligus dapat memberikan masukan mengenai pengembangan infrastruktur BBG yang dibutuhkan untuk menunjang proses diversifikasi energi ini.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Dengan meningkatnya kebutuhan energi Indonesia dan mekanisme subsidi BBM yang dianut oleh Indonesia, diperlukan suatu jalan keluar krisis energi yang dapat meminimalisir dampak negatif bagi masyarakat luas. Diversifikasi energi dengan menggunakan BBG dianggap dapat memberikan alternatif jalan keluar dalam permasalahan energi Indonesia namun saat ini belum ada studi mengenai proyeksi spesifik perihal permintaan dan infrastruktur BBG.

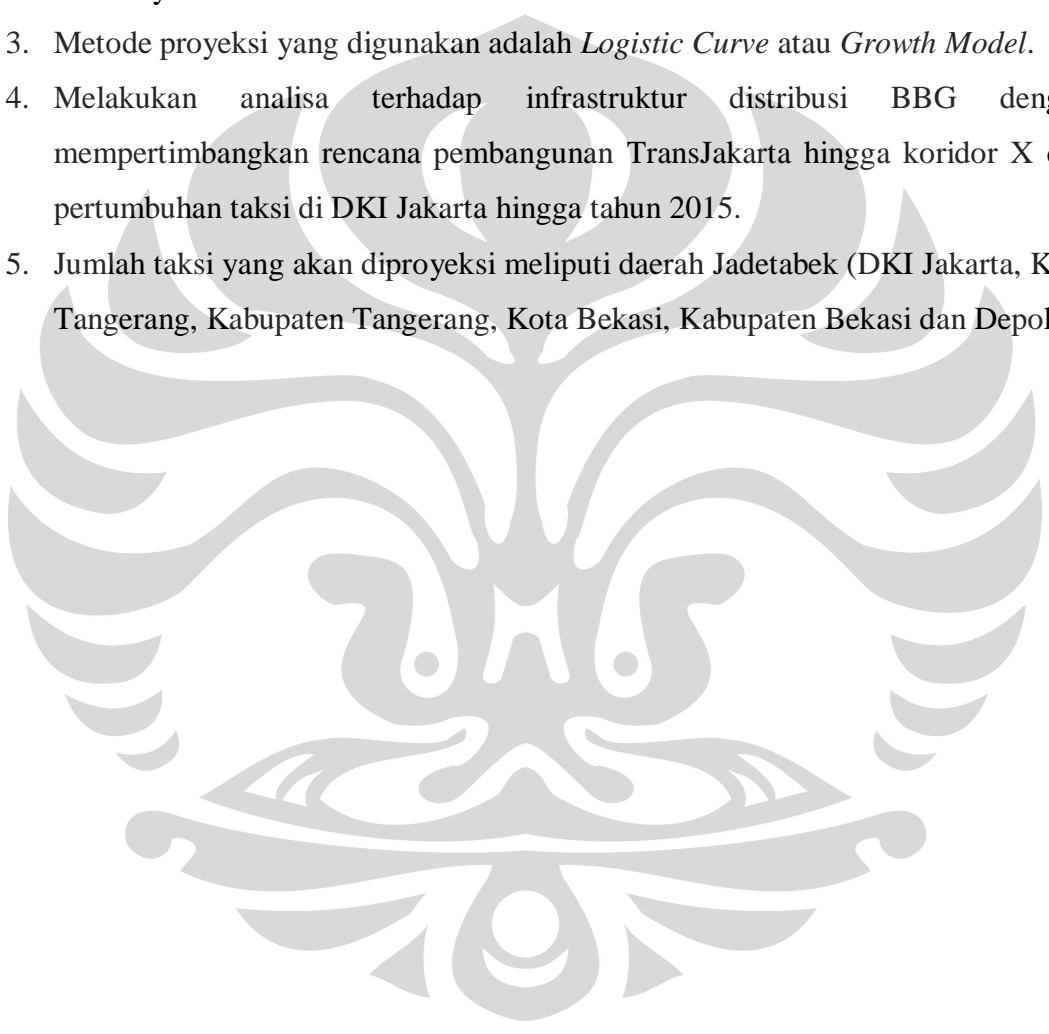
Oleh sebab itu, perlu dilakukan sebuah studi untuk mengetahui seberapa besar *demand* dan infrastruktur BBG yang dibutuhkan sehingga dapat melayani sistem transportasi umum di DKI Jakarta yang sekiranya dapat membantu dalam memberikan masukan bagi pembuat kebijakan untuk mengembangkan pemakaian BBG di masa depan..

1.3. TUJUAN PENELITIAN

1. Mengetahui kondisi tata niaga Bahan Bakar Gas (BBG) untuk transportasi umum di DKI Jakarta.
2. Mengetahui jumlah permintaan BBG dengan menganalisa pertumbuhan jumlah angkutan umum taksi dan TransJakarta di DKI Jakarta.
3. Mengetahui variabel signifikan yang mempengaruhi permintaan BBG untuk kendaraan umum DKI Jakarta.
4. Mengetahui metode yang digunakan untuk memproyeksi kebutuhan BBG transportasi umum terutama taksi.
5. Menganalisa sarana distribusi BBG yang dapat dijadikan basis data untuk merencanakan pengembangan infrastruktur dan distribusi BBG di DKI Jakarta.

1.4. BATASAN MASALAH

1. Tata niaga BBG yang akan dibahas merupakan tata niaga wilayah DKI Jakarta.
2. BBG yang akan dianalisa adalah untuk konsumsi transportasi umum DKI Jakarta yaitu taksi dan bus TransJakarta.
3. Metode proyeksi yang digunakan adalah *Logistic Curve* atau *Growth Model*.
4. Melakukan analisa terhadap infrastruktur distribusi BBG dengan mempertimbangkan rencana pembangunan TransJakarta hingga koridor X dan pertumbuhan taksi di DKI Jakarta hingga tahun 2015.
5. Jumlah taksi yang akan diproyeksi meliputi daerah Jadedetabek (DKI Jakarta, Kota Tangerang, Kabupaten Tangerang, Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi dan Depok).



1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Pada studi ini, akan dilakukan pembagian menjadi 5 bab yaitu:

- BAB I** : Pendahuluan
Meliputi latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.
- BAB II** : Tinjauan Pustaka
Berisi tinjauan pustaka yang akan dijadikan dasar penelitian. Meliputi informasi Bahan Bakar Gas (BBG), Model pengembangan industri hilir BBG, proses konversi kendaraan bermotor ke BBG, moda transportasi potensial BBG, penjelasan jenis pengisian BBG, rencana pengembangan TransJakarta, perkembangan penggunaan BBG di DKI Jakarta serta metode yang digunakan untuk memprediksi pertumbuhan angkutan umum di DKI Jakarta.
- BAB III** : Metode Penelitian
Berisi skema tahapan penelitian, data-data yang digunakan, skenario yang akan diterapkan, serta penerapan metode estimasi pertumbuhan angkutan umum yang digunakan.
- BAB IV** : Hasil Dan Pembahasan
Berisi hasil pengolahan data pertumbuhan, proyeksi *demand* BBG dan investasi SPBG tambahan sesuai dengan skenario yang dipilih untuk TransJakarta dan taksi.
- BAB V** : Kesimpulan
Berisi kesimpulan dari keseluruhan studi ini.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 GAS BUMI

2.1.1. Rantai Nilai Industri Gas Bumi

Kegiatan industri gas bumi dapat dibedakan ke dalam dua kelompok utama: kegiatan hulu (*upstream*) dan hilir (*downstream*). Di antara 2 kedua kelompok kegiatan itu, kadang ditambahkan kegiatan antara (*midstream*). Gambar 2.1 di bawah memperlihatkan diagram rantai nilai industri gas bumi.



Gambar 2.1. Rantai Nilai Industri Gas Bumi Indonesia [9]

Kegiatan hulu yang dilakukan oleh sebuah perusahaan eksplorasi/eksplorasi gas dimulai dengan upaya mendapatkan izin/konsesi atau kontrak kerja sama untuk melakukan eksplorasi atau pencarian gas di suatu wilayah tertentu. Di Indonesia, izin atau kontrak kerja sama untuk mendapatkan Wilayah Kerja Pertambangan dapat diperoleh melalui lelang (*tender*) yang dilakukan oleh Menteri Energi dan Sumberdaya & Mineral (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi) berdasarkan skema perjanjian bagi hasil (*production sharing contract*).

Bila kegiatan eksplorasi memberikan hasil yang positif, maka ini kemudian dilanjutkan dengan kegiatan produksi/eksploitasi gas bumi, minyak bumi serta produk turunannya. Hasil produksi dari lapangan gas dikumpulkan kemudian disalurkan ke kilang gas untuk diproses atau dikirim ke tujuan penjualan. Di kilang/pabrik gas, gas dari lapangan produksi tersebut dimurnikan atau diproses menjadi LNG (*liquefied natural gas*) dan LPG (*liquified petroleum gas*). Selanjutnya, gas yang telah diproses ini, melewati jaringan transportasi yang telah dibangun, dijual kepada konsumen besar (*wholesale*) dan seterusnya kepada konsumen kecil (*retail*).

2.1.2. Pemanfaatan Gas Bumi Indonesia

Di Indonesia, produksi gas dilakukan wilayah-wilayah utama Kalimantan Timur dan Aceh. Gas yang diproduksi kemudian juga dikilang wilayah tersebut menjadi LNG dan LPG, untuk kemudian diekspor. Gas juga diproduksi di lapangan-lapangan yang lebih kecil di Jawa Barat dan Jawa Timur, dan melalui jalur pipa dikirimkan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar/bahan baku pembangkitan listrik, industri dan gas kota di Jawa.

Pada awal pengembangan pada periode 1980-an, gas bumi Indonesia lebih banyak digunakan untuk ekspor dalam bentuk LNG dengan tujuan Jepang, Korea Selatan dan Taiwan. Ekspor gas bumi kemudian dilakukan melalui pipa ke Singapura dan Malaysia. Peningkatan penggunaan gas bumi di dalam negeri terjadi karena peningkatan permintaan gas bumi oleh pembangkit listrik, industri dan PT PGN. Tabel 2.1 memperlihatkan persentase penggunaan gas alam di Indonesia.

Tabel 2.1. Pemanfaatan Gas Alam Indonesia per Tahun 2003 [9]

Pemanfaatan	Volume (MMSCFD)	Persentase
Dalam Negeri		
• Pabrik pupuk dan petrokimia	696,5	8,3
• Kilang	63,0	0,7
• LPG/LEX	77,5	0,9
• PGN	435,4	5,2
• Pabrik semen	7,9	0,1
• Pembangkit listrik	500,2	5,9
• PT Krakatau Steel	71,5	0,8
• Industri lainnya	273,2	3,2
• Pemakaian sendiri	968,8	11,5
• Terbakar (<i>Flare</i>)	473,7	5,6
Subtotal	3.567,3	42,4
Ekspor		
• LNG	4.516,0	53,6
• LPG	15,5	0,2
• Gas (pipa)	321,5	3,8
Subtotal	4.853,2	57,6
TOTAL	8.420,5	100,0

2.1.3. Struktur Industri Hilir Gas Bumi

Seperti halnya minyak bumi, setelah kegiatan produksi di sisi hulu, industri hilir gas bumi diawali dengan kegiatan pengilangan gas yang memproduksi LNG dan LPG. Di samping itu, terdapat pula kegiatan pemurnian gas di sisi hulu, yang hasilnya kemudian (tanpa melalui kilang) disalurkan langsung melalui jalur pipa (*pipeline*) transmisi/distribusi gas bumi untuk diteruskan ke konsumen.

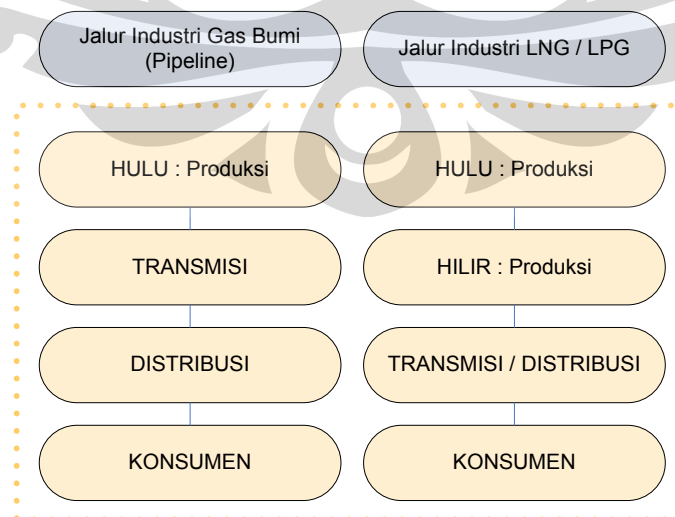
Produk kilang gas berupa LNG ditransportasikan dengan tanker LNG ke tujuan pengiriman yang biasanya terletak pada jarak yang sangat jauh dari lokasi kilang gas. Sebagai contoh, produk LNG dari kilang-kilang di Bontang dan Arun dikirimkan ke wilayah ekspor mereka di Jepang, Korea Selatan dan Taiwan. LPG, yang dihasilkan dari kilang gas yang juga menghasilkan LNG dapat dikirimkan melalui kapal/kendaraan darat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri atau diekspor. LPG dapat pula dihasilkan dari kilang khusus LPG

atau merupakan bagian dari kilang yang mengolah minyak mentah menjadi produk-produk minyak (terutama bahan bakar minyak).

Transportasi gas bumi membutuhkan biaya dan persyaratan teknis yang lebih tinggi dibandingkan transportasi minyak mentah, produk-produk minyak (*oil products*) maupun batubara. Hal ini karena karakteristik alamiah gas bumi itu sendiri, yang amat sulit ditransportasikan apabila masih berada dalam fase gas. Untuk mempermudah transportasinya, gas perlu dikompresikan atau didinginkan terlebih dahulu sehingga densitas energinya menjadi lebih besar dan lebih mudah dikirimkan.

Transportasi gas bumi pada sistem jaringan transmisi dan distribusi gas bumi yang telah dibangun dapat dilakukan melalui jalur pipa gas, kapal LNG, kapal LPG, truk tangki, serta melalui depo penyimpanan dan stasiun penjualan. Gambar 2.2 memperlihatkan struktur industri hilir gas bumi yang terdiri dari tiga komponen:

- (i) produksi gas bumi di sisi hilir (*downstream production*) yang dilakukan di kilang gas dan menghasilkan LNG/LPG
- (ii) transportasi gas bumi melalui jaringan transmisi dan distribusi yang telah dikembangkan.
- (iii) konsumen gas bumi sebagai pengguna antara atau akhir.



Gambar 2.2. Struktur Industri Hilir Gas Bumi Indonesia [9]

Jaringan pipa transmisi yang telah dioperasikan oleh PT PGN adalah sepanjang 800 kilometer dan diameter pipa 28 inci tekanan operasi 70 bar dengan kapasitas penyaluran 310 – 400 MMSCFD (juta standar kaki kubik per hari). Jaringan distribusi gas PT PGN memiliki panjang 2.547 km dan kapasitas penyaluran sebesar 830 MMSCFD. Jaringan pipa distribusi gas tersebut terdiri dari pipa *polietilena* (PE) sepanjang 1.107 km yang digunakan untuk menyalurkan gas ke konsumen rumah tangga/komersil dan sisanya berupa pipa baja untuk menyalurkan gas ke pelanggan industri. Pertamina sendiri memiliki jaringan pipa gas sekitar 480 km. Di samping itu pipa gas juga dimiliki oleh BP dan PT Igas. Sebagian besar infrastruktur seperti depo dan transportasi LPG masih didominasi oleh Pertamina sebagai pelaku utama. Untuk pemasaran, peran swasta selain Pertamina dan PGN baru terdapat pada agen LPG, pabrik tabung LPG, SPBG (CNG), SPBE (LPG), dan SPPBE.

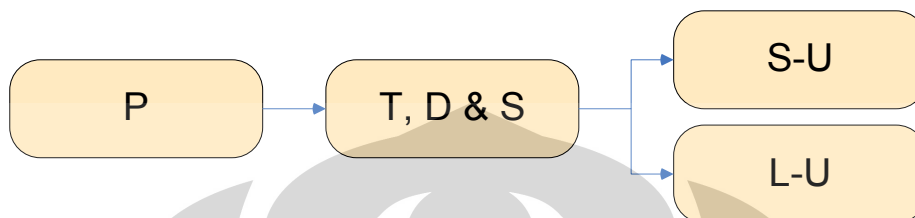
2.1.4. Model Pengembangan Industri Hilir Gas Bumi

Secara teoritis, dan dengan memperhatikan pengalaman negara-negara maju mengembangkan industri gas bumi mereka, pengembangan struktur hilir industri gas bumi dapat dimodelkan ke dalam tiga kelompok [10]. Ketiga macam model pengembangan tersebut adalah sebagai berikut:

2.1.4.a. Model Industri Gas Dalam Transisi

Dalam model ini, produsen gas (P) menjual gas ke perusahaan terintegrasi yang menguasai transmisi, distribusi dan *services* (TD&S). Perusahaan gas tersebut kemudian menjual produk-produknya (dalam bentuk *bundled*: gas itu sendiri, jasa transmisi, distribusi dan *supply services*) ke konsumen, baik konsumen besar maupun konsumen kecil (S-U and L-U). Dalam model ini, tidak ada pilihan (*options*) bagi

produsen dan konsumen untuk mengatur alternatif jasa, dan praktis tidak terjadi kompetisi di antara pemberi jasa. Gambar 2.3 di bawah memperlihatkan konsep “industri gas dalam transisi.”

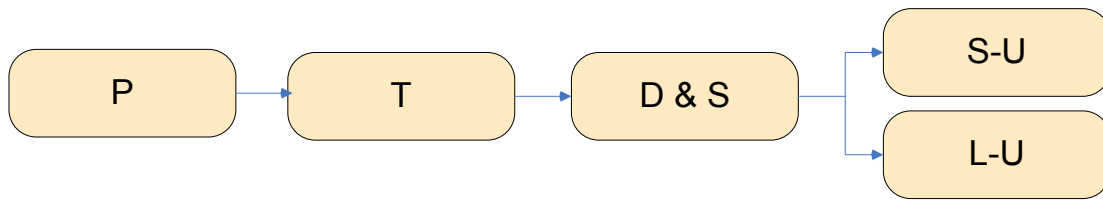


Gambar 2.3. Model Industri Gas Dalam Transisi [10]

Dari gagasan “industri gas dalam transisi” tersebut, nampak bahwa sampai saat ini Indonesia masih menerapkan model ini. Model bundling ini, walaupun sederhana masih menyisakan “keunggulan” yaitu dapat dimanfaatkan untuk menerapkan subsidi silang antara segmen rantai gas dan kategori konsumen. Di Indonesia, hal ini dipraktekkan oleh Pertamina untuk kasus penetapan harga gas bagi industri pupuk dan industri baja nasional serta PGN dalam menetapkan harga gas untuk pelanggan rumah tangga.

2.1.4.b. Model Akses Terbuka Untuk Konsumen Besar

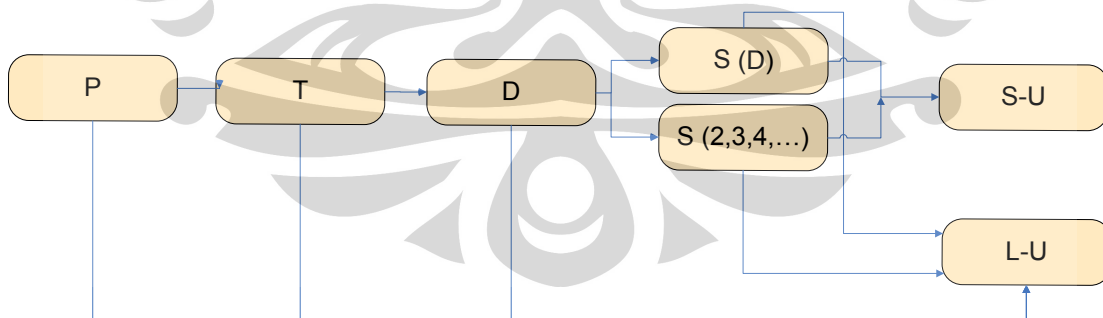
Dalam model akses terbuka untuk konsumen besar ini, Produsen (P) menjual gas ke perusahaan transmisi (T), kemudian T menjual kembali gas tersebut ke perusahaan Distribusi dan *Supply Services* (D&S). Selanjutnya perusahaan D&S menjual gas tersebut ke konsumen kecil (S-U) maupun konsumen besar (L-U). Di sisi lain, konsumen besar juga dapat membeli gas secara bebas dan langsung baik dalam bentuk *bundled* maupun *unbundled* dari masing-masing service provider (P, T dan D&S). Gambar 2.4 memperlihatkan secara skematik model akses terbuka yang namun masih terbatas untuk konsumen besar.



Gambar 2.4. Model Akses Terbuka [10]

2.1.4.c. Model Liberalisasi Penuh Untuk Semua Konsumen

Dalam model liberalisasi penuh ini, Produsen gas (P) menjual gas ke perusahaan transmisi (T), kemudian T menjual kembali gas tersebut ke perusahaan Distribusi (D). Perusahaan pemasok S(D) adalah afiliasi dari perusahaan distribusi D. Perusahaan S adalah *supplier* lain yang dapat melakukan *services* penjualan gas, baik dalam bentuk *bundled* maupun *unbundled*. Konsumen besar maupun kecil bebas memilih *provider of services* yang mereka sukai. Gambar 2.5 di bawah memperlihatkan skema model liberalisasi penuh, yang telah diterapkan di beberapa negara industri.



Gambar 2.5. Gambar Model Liberalisasi Penuh [10]

2.1.5. Bahan Bakar Gas (BBG)

Gas alam terkompresi (*compressed natural gas* atau CNG) secara harfiah dapat diartikan sebagai gas alam CH_4 yang berada dalam tekanan tinggi. CNG dianggap sebagai alternatif bahan bakar selain bensin atau solar karena sebagian besar terdiri dari gas CH_4 (gas metana) yang memiliki kandungan energi yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan bakar. CNG berada dalam tekanan tinggi agar memiliki kapasitas tampung volumetrik yang baik.

CNG terdiri dari 2 jenis yaitu CNG komersial (tekanan operasi > 200 bar) dan CNG untuk pemakaian di kendaraan bermotor (tekanan operasi 200 bar) atau yang sering disebut dengan NGV (*natural gas for vehicle*). Di Indonesia, CNG tipe NGV dikenal dengan merek dagang Bahan Bakar Gas (BBG).

Argentina dan Brazil adalah dua negara dengan jumlah kendaraan pengguna CNG terbesar. Konversi ke CNG difasilitasi dengan pemberian harga yang lebih murah bila dibandingkan dengan bahan bakar cair, peralatan konversi yang dibuat lokal dan infrastruktur distribusi CNG yang terus berkembang. Sejalan dengan semakin meningkatnya harga minyak dan kesadaran lingkungan, CNG mulai digunakan pada kendaraan penumpang dan truk berdaya ringan hingga menengah.

CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana (CH_4) yang diekstraksi dari gas alam. CNG disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, biasanya berbentuk silinder. Tabel 2.2 menunjukkan komponen penyusun CNG, dapat dilihat bahwa komponen utama CNG adalah gas metana. Tabel 2.3 menunjukkan nilai *gross energy value* dari CNG dan bahan bakar fosil lainnya sebagai data komparasi.

Tabel 2.2. Komposisi CNG. [7]

Komponen	Konsentrasi (%)
Metana	93,05
Etana	3,47
Nitrogen	1,67
Karbon Dioksida	0,81
Propana	0,66
N-Butana	0,12
I-Butana	0,08
N-Heksana	0,06
I-Pentana	0,04
N-Pentana	0,03
Oksigen	0,00
Total	99,99

Tabel 2.3. Perbandingan Nilai Kalor Antara Beberapa Jenis Bahan Bakar. [11]

Jenis Bahan Bakar	CNG	LNG	Diesel	Gasoline	LPG
Nilai Kalor	37-40 MJ/m ³				
		25 MJ/liter	38,3 MJ/liter	34,5 MJ/liter	25,4 MJ/liter
	46-49 MJ/kg				

Pencanangan untuk menggunakan CNG di Indonesia yang harganya lebih murah dan lebih bersih daripada bahan bakar minyak (BBM) sudah dilakukan sejak tahun 1986. Pada saat itu ditetapkan bahwa 20 persen dari armada taksi harus memakai CNG. Namun, karena pada saat itu harga BBM masih dianggap terjangkau dan stasiun pengisian BBM terdapat di mana-mana, maka minat untuk menggunakannya tidak sempat membesar.

Dengan tekanan sebesar 200 bar, tentunya penanganan CNG perlu dilakukan secara hati-hati. Antara lain dengan menggunakan tangki gas yang memenuhi persyaratan dan dipasang di bengkel yang direkomendasi. Tangki CNG dibuat dengan menggunakan bahan-bahan khusus yang mampu membawa CNG dengan aman. Desain terbaru tangki CNG menggunakan lapisan alumunium dengan diperkuat oleh *fiberglass*.

Gas alam memiliki *ignition temperature* yang tergolong tinggi yaitu sekitar 1.200° F dibandingkan dengan bensin yang berkisar antara 600° F [12]. Tingkat *flammability* gas alam juga tergolong sempit yaitu pada konsentrasi 5-

15% dalam udara, di luar kisaran ini gas alam tidak akan terbakar [12]. Karena CNG lebih ringan dari udara, kebocoran tidak menjadi terlalu beresiko bila sirkulasi udara terjaga dengan baik. Jika gas terbakar, *mesh* logam atau keramik akan mencegah tangki agar tidak meledak. Modifikasi tangki dalam bentuk apapun sangat tidak direkomendasikan.



2.2. PROSES KONVERSI KENDARAAN BERMOTOR KE BBG

Sebagian besar Kendaraan BBG yang beredar di dunia saat ini adalah kendaraan berbahan bakar bensin yang pada saat dikeluarkan dari pabrik dikonversi oleh sebuah perusahaan swasta sehingga dapat menggunakan bahan bakar gas atau bensin. Sebagian besar kendaraan berbahan bakar bensin jenis apapun dapat dikonversi, biasanya menjadi berbahan bakar ganda sehingga berjalan dengan bahan bakar gas atau bensin. Sarana ini meliputi: mobil penumpang, taksi, mobil polisi, minibus, *van* dan layanan antar. Kendaraan untuk *off-road* termasuk mobil derek di bandara, *fork lifts*, mesin-mesin pembersih salju, dan bahkan perahu dan kereta adalah calon yang dapat dikonversi ke bahan bakar gas.

Banyak kendaraan diesel yang dapat dikonversi tetapi lebih rumit dibandingkan mesin berbahan bakar bensin. Sebagian besar konversi diesel cenderung menjadi kendaraan besar seperti truk sampah atau bus. Pengembalian modal dari sistem bahan bakar gas akan tergantung pada perbedaan harga antara bahan bakar gas dan bensin/diesel. Kendaraan yang menjalani banyak kilometer per tahun akan mencapai pengembalian lebih cepat dibanding kendaraan yang tidak terlalu banyak berjalan. Kendaraan yang berjalan lebih dari sekitar 160-175 km per hari mungkin memerlukan tangki bahan bakar tambahan untuk meningkatkan jangkauan kendaraan. Kendaraan harus cukup besar untuk menampung tangki bahan bakar kedua.

Penggunaan mesin BBG memerlukan biaya tambahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan dengan mesin bensin atau diesel. Hal ini disebabkan karena masih rendahnya produksi kendaraan BBG saat ini. Tabel 2.4 menunjukkan gambaran biaya tambahan yang diperlukan untuk pembelian kendaraan BBG di Eropa untuk beberapa jenis tipe mobil dan tipe mesin BBG yang dipilih.

Tabel 2.4. Biaya Instalasi Tambahan untuk Tipe Mesin dan Kendaraan Tertentu [6]

Pabrik	Jenis Kendaraan b = bahan bakar ganda m = bahan bakar tunggal	Biaya bersih tambahan (Euro)
<i>Pabrik Peralatan Asli</i>		
BMW	316 g Compact (b)	3000
Daimler Chrysler	Sprinter (m), edisi-edisi yang berbeda	5000 - 7500
FIAT	Marea (b), Multipla (b), Multipla (b)	1500
Honda	Civic GX (m)	1750
Iveco	Daily 35.11 CNG (m) Daily 49.11 (m) Truk berat MH 260 E CNG (m)	5000
MAN	Bus gandeng berantai rendah NG 232 CNG (m) Bus gandeng berantai rendah NG 313 CNG (m) Bus standar berantai rendah NG 232 CNG (m) Truk berat LT 38 K 06 CNG (m)	40000 57500 37500 37500
Ford, GFI Mainz	Ford Ka Ford Fiesta Limousine, 60 1 tanki Ford Fiesta Limousine, 80 1 tanki Ford Mondeo Turnier Ford Galaxy Ford Fiesta Courier Ford Transit Van, 80 1 tanki Ford Transit Van, 2 x 80 1 tanki Angkutan Pick-up Ford	3300 3350 3400 3350 3450 3050 2950 3850 4500
Volkswagen, IAV Berlin	VW polo 1.4 VW Polo Varian 1.6 VW Caddy 1.4/1.6 VW Golf IV 1.4/1.6 VW Golf III Varian 1.6 VW Passat, VW Passant Varian 1.6 VW T4/2.0 VW LT II 2.3	4400 4450 4250 4500 4300 4850 4650 5700

Mesin bensin yang dikonversi menjadi bahan bakar gas cenderung untuk kehilangan tenaga sekitar 8-10 %. Hal ini disebabkan karena bahan bakar gas dimasukkan ke dalam silinder dalam bentuk uap, yang mengganti sekitar 8-10% oksigen dalam kepala silinder, sehingga mengurangi tenaga. Mesin-mesin yang lebih besar (sedikitnya memiliki kapasitas mesin > 1.000 cc) yang dikonversi ke bahan bakar gas cenderung lebih sedikit menampilkan kehilangan tenaga dibanding mesin lebih kecil. Dengan tidak adanya infrastruktur pengisian yang lengkap, konversi armada kendaraan yang kembali ke satu depo setiap malam merupakan pendekatan yang lebih ekonomis. Terdapat 2 macam konversi yang dapat diterapkan dalam penggunaan Bahan Bakar Gas:

2.2.1. Konversi Bahan Bakar Ganda Dari Kendaraan Bensin

Sebuah sistem konversi bahan bakar ganda dan tangki bahan bakar bertekanan tinggi ditambahkan untuk kendaraan berbahan bakar bensin.

Kendaraan dapat beroperasi baik dengan bahan bakar gas atau bensin. Jika bahan bakar gas telah habis, pengemudi menekan satu tombol atau secara otomatis melalui beberapa sistem lalu kendaraan beralih ke bensin. Ini dapat dilakukan saat kendaraan sedang berjalan atau diam. Pada jenis konversi ini, peralatan bahan bakar gas juga dapat dilepaskan dari kendaraan ketika akan dijual lagi dan dikembalikan ke kondisi normal dengan bensin.

2.2.2. Konversi Bahan Bakar Ganda Kendaraan Diesel

Beberapa mesin diesel dikonversi menggunakan bahan bakar ganda yaitu menggunakan kombinasi bahan bakar gas dan diesel. Ketika mesin dalam keadaan diam, mobil beroperasi 100% dengan diesel. Segera setelah kendaraan mulai berjalan, dan menambah kecepatan, semakin banyak bahan bakar gas yang terinjeksi ke dalam mesin, sampai sekitar 80% gas dan 20% diesel. Dalam mesin diesel, bahan bakar dinyalakan melalui panas pembakaran (sebagai ganti pemakaian busi pada mesin bensin). Bahan bakar diesel bertindak sebagai "pilot" untuk menyalakan bahan bakar gas di dalam mesin. Kinerja dan emisi bahan bakar ganda bervariasi, tergantung pada kondisi operasi dan kecanggihan sistem kendali.

Pengembangan selanjutnya adalah dengan menggunakan injektor diesel pengganti yang selain menginjeksi bahan bakar gas ke dalam silinder diesel, kinerja dan emisi akan meningkat. Perkembangan baru pada bahan bakar sistem ganda adalah komputer yang dikendalikan, yang disebut sistem injeksi langsung, sudah mengatasi sebagian masalah yang berhubungan dengan generasi-generasi teknologi sebelumnya. Namun, sistem ini terbatas untuk sejumlah kecil mesin dan pabrik. Tergantung pada teknologi, dan pabriknya, mesin berbahan bakar ganda diesel/bahan bakar gas dapat menawarkan alternatif yang ekonomis saat membeli kendaraan baru, dan/atau 'mengganti tenaga' mesin diesel yang sudah ada.

2.3. MODA TRANSPORTASI POTENSIAL PENGGUNA BBG

Setiap jenis moda transportasi memiliki karakteristik tersendiri baik dari segi teknis seperti kapasitas mesin, daya yang dihasilkan, dan dimensi dari kendaraan tersebut atau dari segi non teknis seperti perjalanan yang ditempuh per satuan waktu, penggunaan kendaraan untuk tujuan tertentu dan sebagainya. Jika selisih harga antara bahan bakar gas dan diesel/bensin adalah sekitar 30% maka proyek armada khusus bisa mendapatkan pengembalian modal dalam waktu 3-5 tahun, tetapi mungkin pula lebih lama. Bila harga diesel/bensin 50% lebih tinggi daripada bahan bakar gas, maka masa pengembalian modal menjadi lebih lama seperti halnya masa waktu yang dapat diterima untuk investasi, yaitu sekitar 2-3 tahun [6]. Tetapi ini hanyalah generalisasi yang sangat luas, karena ada banyak faktor yang harus dicakupkan di dalam penghitungan dari tiap-tiap biaya dan laba proyek.

Kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar gas, membawa silinder bertekanan tinggi dan sering kali dirasakan sangat mengkhawatirkan keamanannya jika terjadi kecelakaan. Berdasarkan berbagai statistik kecelakaan, kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar gas tekanan tinggi sama amannya atau lebih aman dibandingkan dengan kendaraan yang beroperasi dengan bahan bakar tradisional seperti bensin dan diesel [13]. Regulasi keamanan untuk semua bahan bakar cair maupun gas umumnya menjamin bahwa resiko timbulnya api dalam kondisi operasi normal adalah sangat kecil. Maka, keadaan bahaya umumnya terjadi jika terjadi tabrakan atau kerusakan peralatan. Dalam menentukan jenis moda transportasi yang cocok untuk menggunakan BBG, diperlukan analisa yang terperinci agar dapat menghasilkan *output* yang optimal.

2.3.1. Bus Kota

Bus kota adalah calon yang sangat populer untuk menggunakan bahan bakar gas (25% bus baru di Amerika Serikat dan Perancis menggunakan bahan bakar gas) [6]. Gambar 2.6 memperlihatkan salah satu contoh bus TransJakarta berbahan bakar BBG.



Gambar 2.6. Bus TransJakarta BRT [6]

Alasan utama mengapa bus merupakan salah satu moda transportasi yang sangat cocok dengan penggunaan BRT adalah:

- Kendaraan bus banyak menggunakan bahan bakar dan semakin banyak bahan bakar diesel yang dapat diganti dengan bahan bakar gas, pengembalian modal akan lebih cepat tercapai.
- Bus-bus kota yang berjalan dalam kepadatan tinggi, daerah kemacetan di kota. Partikulat dan emisi lain yang lebih banyak terkait dengan orang-orang yang tinggal di dalam kota daripada tempat dimana bus berjalan dalam daerah dengan kepadatan penduduk rendah dan lebih banyak lahan terbuka.
- Pola mengemudi bus yang stop-jalan potensial bagi peningkatan polusi, sehingga bahan bakar gas dapat membantu mengurangi asap, jelaga, dan partikulat yang terlihat.
- Mesin bus yang besar dan bertekanan tinggi mengakibatkan kinerja pengemudian yang baik disebabkan oleh 130 kadar oktan bahan bakar gas. Banyak bus berjalan dengan 100% bahan bakar gas. Bus-bus dan mesin bertenaga diesel lainnya juga dapat dikonversi untuk menggunakan bahan bakar gas. Sebagian besar bus ini cenderung terkonversi menjadi berbahan bakar ganda.

Sedangkan pertimbangan-pertimbangan khusus yang dapat dipertimbangkan dalam memutuskan untuk menggunakan bus bahan bakar gas adalah sebagai berikut:

- *Bobot silinder bahan bakar bahan bakar gas* - dengan kapasitas penyimpanan bahan bakar terisi penuh akan menggunakan bobot angkutan kendaraan sekitar 17%. Jika kendaraan menjadi terlalu berat, akan mengurangi jumlah penumpang yang berdiri.
- *Efisiensi bahan bakar pada bus bahan bakar gas tidak sebaik mesin diesel*. Laporan mengenai efisiensi pengurangan 10 - 15% bahan bakar merupakan hal biasa. Jika kendaraan menunjukkan pemakaian bahan bakar bahan bakar gas yang jauh lebih tinggi (25 - 40%) maka pengemudi harus dimonitor dan dilatih sehingga mereka tidak berlebihan mengendarai kendaraan dan mengurangi efisiensi bahan bakar.
- *Garasi perawatan* biasanya telah diatur untuk menangani bahan bakar diesel dan kendaraan. Karena bahan bakar gas lebih ringan dari udara dan mendesak ke depan, ventilasi yang memadai diperlukan pada bagian atap bengkel kerja.
- *Banyak operator bus menuntut pengisian yang cepat seperti waktu pengisian diesel*. Bus bahan bakar gas dapat diisi bersamaan dengan bus diesel, tetapi butuh kompresor yang sangat besar untuk memastikan arus dan kapasitas yang seimbang. Beberapa perusahaan bus menggunakan kombinasi pengisian lambat dan pengisian cepat. Hal ini dimungkinkan tergantung pada operator dan fleksibilitas jika memasukkan bus bahan bakar gas ke dalam armadanya

Bus kota merupakan salah satu calon potensial bagi pengembangan penggunaan BBG di DKI Jakarta. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bus kota untuk mengangkut penumpang dalam jumlah cukup banyak, telah digunakan dengan luas oleh penduduk, memiliki jangkauan trayek yang luas dan memiliki usia rata-rata pemakaian kendaraan yang sudah lama sehingga memerlukan peremajaan mesin. Berdasarkan data yang didapat dari Biro Pusat Statistik DKI

Jakarta [14], diketahui jumlah bus kota ukuran besar hingga sedang sampai dengan tahun 2006, data dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Jumlah Bus Besar dan Sedang per 2006. [14]

Nama Perusahaan		Jumlah Bus	Jumlah Trayek
Bus Besar		4.513	256
	Perum PPD	1.700	68
	Mayasari Bakti	1.595	102
	Pahala Kencana	40	3
	Bianglala	149	8
	Steady Safe	499	48
	Agung Bhakti	25	3
	Koperasi ARH	25	1
	Koda Jaya	120	6
	Jasa Utama	30	2
	Koperasi Himpurna	85	6
	Metro Mini	66	4
	BP Trans Jakarta	159	3
	Putra Tasima	15	1
	Daya Sentosa Utama	5	1
Bus Sedang		4.979	92
	Metro Mini	3.104	53
	Kopaja	1.481	27
	Koantas Bima	185	7
	Kopami Jaya	163	3
	Jewa Dian Mitra	46	2

2.3.2. Minibus

Secara khusus, minibus digunakan sebagai angkutan pribadi untuk kelompok kecil yang tidak membutuhkan kendaraan kota yang besar. Perusahaan hotel dan penyewaan mobil secara khusus menggunakan minibus untuk pelayanan jarak pendek tetapi berkesinambungan. Minibus adalah kendaraan yang sangat cocok untuk menggunakan bahan bakar gas karena kecenderungan konsumsi bahan bakarnya dalam jumlah besar jika digunakan secara berkesinambungan. Aneka macam minibus tersedia di pabrik-pabrik, sebagian besar menggunakan standar mesin bahan bakar gas perusahaan lain dan memasangnya dalam kasis dan kerangka minibus mereka sendiri.

2.3.3. Truk-Truk Pengangkut Sampah

Truk sampah adalah kendaraan populer yang menggunakan bahan bakar gas. Truk tersebut menyebabkan polusi tingkat tinggi, mengkonsumsi banyak bahan bakar serta merupakan kendaraan bising yang tempat pengisian bahan bakarnya berada ditengah. Oktan bahan bakar gas menjadikan suara mesin dieselnya jauh lebih lembut.



Gambar 2.7. Truk Pengangkut Sampah BBG [6]

Karena banyak truk sampah yang sudah mulai bekerja pagi-pagi sekali, polusi suara menjadi faktor penting. Bobot silinder penyimpanan pada badan kendaraan secara khusus mengurangi bobot angkutan kendaraan sekitar 17% yang menjadi kekhawatiran bagi industri pengelolaan limbah.

Beberapa truk sampah menggunakan biogas yang berasal limbah manusia atau pertanian. Ini memberikan kesempatan untuk memiliki truk sampah dengan ‘siklus lingkungan tertutup’ di mana limbah diproses menjadi bahan bakar gas atau biogas yang pada akhirnya menjadi bahan bakar truk.

2.3.4. Taksi Dan Angkutan Umum

Sebagian dari pabrik suku cadang sudah mendesain kendaraan yang terutama untuk digunakan sebagai taksi. dibandingkan dengan diesel saingannya, bahan bakar gas menawarkan keunggulan yang bersaing dalam hal harga bahan bakar dan mengurangi polusi. Buenos Aires, contohnya, disini pada tahun 1986 taksi diesel ditinggalkan dan dalam waktu relatif singkat digantikan oleh Kendaraan BBG. Saat ini Argentina memiliki lebih dari 400.000 Kendaraan BBG, yang kebanyakan adalah taksi di Buenos Aires. Kota Göteborg di Swedia, tempat asal Volvo, telah membuat suatu jalur khusus di depan stasiun pusat kota, yang memberikan posisi antri istimewa khusus untuk taksi berbahan bakar bersih.

CNG juga dapat digunakan pada klub mobil angkutan umum, yang memiliki pola penggunaan kekuatan energi yang sama. Bremen menggunakan beberapa mobil CNG baik sebagai taksi maupun kendaraan angkutan umum. Kota-kota besar lain di Amerika Utara, Eropa, Cina, Jepang, Mesir dan di tempat lainnya mulai beralih kepada taksi bahan bakar gas, sebagai pendukung utama untuk meningkatkan kualitas udara. Pengemudi taksi mengkhawatirkan soal ruang badan/kaki dan ketersediaan SPB. Mereka mengemudi selama delapan jam per hari dan terkadang lebih lama lagi, maka waktu yang dibutuhkan untuk menemukan bahan bakar dan pada SPB harus diminimalisir.

Kendaraan berbahan bakar ganda membantu mengatasi masalah ini dengan cadangan bensin. Pada kendaraan *retrofit*, tangki bahan bakar sering terdapat di bagian pijakan kaki, dan pengemudi biasanya khawatir terhadap kurangnya ruang untuk penumpang yang membawa barang-barang. Kecuali jika taksi secara khusus dirancang untuk beroperasi di bandara, bagaimanapun juga, mayoritas luas tempat untuk penumpang dengan sedikit atau sama sekali tanpa barang, maka ruang untuk badan janganlah menjadi masalah besar. Untuk taksi-taksi di bandara ada pilihan-pilihan lain: pabrik merakit taksi dengan tangki

bahan bakar yang terpasang di dalam sasis, atau menggunakan *van* kecil yang biasanya ada ruang yang cukup untuk isi tangki CNG, biasanya terpasang di sebelah bawah.

Taksi merupakan kandidat ideal pengguna BBG karena memiliki jumlah armada yang besar dan tergolong kendaraan umum yang menempuh jarak yang cukup jauh per harinya. Taksi merupakan salah satu moda transportasi umum yang diminati warga karena fleksibel dan tidak tergantung trayek. Tabel 2.6 di bawah menunjukkan pertumbuhan jumlah taksi dan bajaj dari tahun 2000-2006.

Tabel 2.6. Pertumbuhan Taksi dan Bajaj 2000-2006 [14]

Tahun	Jumlah Unit Taksi	Jumlah Unit Bajaj
2000	22.710	14.612
2001	23.351	14.612
2002	23.413	14.612
2003	23.434	14.612
2004	23.575	14.586
2005	24.246	14.542
2006	24.251	14.353

Dapat terlihat dari Tabel 2.6 di atas bahwa pertumbuhan taksi pada rentang 2000-2006 cenderung stabil dan bahkan mengalami penurunan pada tahun 2006 sedangkan bajaj justru mengalami penurunan jumlah pada akhir tahun 2004-2006. Data tersebut sedikit banyak menunjukkan bahwa jumlah taksi DKI Jakarta berada pada keadaan jenuh. Gambar 2.8 dan Gambar 2.9 memperlihatkan contoh taksi dan bajaj BBG daerah operasi DKI Jakarta.



Gambar 2.8. Gambar Antrean Taksi BBG.



Gambar 2.9. Contoh Bajaj BBG Saat Ini.

2.4. SISTEM PENGISIAN BAHAN BAKAR GAS

SPBG terdiri dari pipa masukan saluran bahan bakar gas yang bertekanan 1-30 bar. Bagian utama SPBG adalah kompresor, pengering gas, sistem bertekanan tinggi (200-250 bar) dengan sistem penyimpanan, instrumen listrik untuk mengukur dan mengontrol, pompa gas dan penutup. Dua jenis sistem pengisian telah dipasarkan pada saat ini adalah sistem pengisian cepat dan lambat

Pengisian lambat adalah suatu sistem pengisian jika armada digunakan sepanjang hari dan diparkir di depo pada malam hari atau sebaliknya. Dalam kondisi diam, kendaraan langsung diisi oleh kompresor. Pengisian cepat dilakukan jika pengisian harus diselesaikan dalam beberapa menit, misalnya untuk suplai ke pelanggan eksternal, dan besarnya permintaan bahan bakar gas menentukan biaya investasi tertinggi. Kapasitas stasiun pengisian bahan bakar harus dirancang menurut permintaan CNG per unit waktu. Terutama parameter berikut harus dipertimbangkan dengan seksama:

Parameter Armada:

- Jumlah kendaraan
- Jarak tempuh per kendaraan
- Konsumsi per kilometer
- Volume simpanan bahan bakar
- Jumlah isi ulang per unit waktu (pengisian cepat).
- Jangka waktu pengisian (pengisian lambat).

Parameter Penempatan:

- Lokalitas, jalur mobil
- Sifat kendaraan (bobot, radius berkendara)
- Sambungan gas (lokasi, desain, tekanan berlebih pada pipa masuk)
- Sambungan listrik (lokasi, desain).

2.4.1. Pengisian Cepat

Pengisian cepat dengan CNG tidak memerlukan waktu lebih lama dibandingkan pengisian bahan bakar konvensional seperti diesel atau bensin. Hal ini biasanya diperlukan jika kendaraan harus diisi ulang dalam jangka waktu yang sama dengan bensin, kira-kira 3-7 menit untuk mobil dan truk ringan. Pada SPBG tipe pengisian cepat, bahan bakar gas dimampatkan oleh kompresor dan disimpan dalam sistem penyimpanan bertekanan tinggi, contohnya *cascades* silinder penyimpanan gas.

Jika kendaraan diisi ulang dan tekanan suplai bahan bakar di dalam sistem penyimpanan mulai turun, kompresor secara otomatis diaktifkan, sehingga suplai bahan bakar gas di dalam silinder penyimpanan mengisi kembali. Sistem lain bekerja dengan sistem hidrolik piston yang menjaga tekanan di dalam sistem penyimpanan selalu pada tingkat yang sama. Satu dispenser kemudian menghantar dan mengukur bahan bakar gas ke dalam silinder penyimpan bahan bakar pada badan kendaraan. Secara rinci diperlukan peralatan berikut:

- Kompresor: pada penerapan pengisian cepat tekanan pada penyimpan tetap tinggi dan kapasitas menunjukkan kondisi kerja yang baik. Kompresor yang melakukan pengisian cepat mampu menghasilkan sedikitnya 250 bar. Kompresor tersedia dengan kapasitas aliran mulai dari 0,8 liter/detik sampai ratusan liter/detik. Kompresor mengontrol menjamin keselamatan operasi. Tekanan dan temperatur kritis dimonitor oleh alat penyetop. Indikator visual umumnya disediakan untuk menunjukkan kondisi operasi atau stop.
- Kontrol: kontrol yang diperlukan tergantung pada jenis spesifikasi stasiun. Kontrol dasar menentukan aliran gas ke dan dari kompresor, sistem pemulihan gas dan ke dispenser. Sebagian besar kompresor masing-masing mempunyai sistem kontrol sendiri untuk *start/stop*, memantau dan keselamatan operasi. Jika penyimpanan *cascades*

bertekanan tinggi dipasang, kendali pada tingkat yang lebih tinggi harus dipasang untuk menentukan ke dan dari tangki atau tabung silinder mana gas akan mengalir. Suatu sistem pneumatik atau katup yang beroperasi dengan listrik, disebut sistem prioritas mengarahkan bahan bakar gas yang berasal dari kompresor ke dalam atau tabung penyimpanan bertekanan tinggi, sedang, atau rendah. Alat kontrol pindah dari tabung ke tabung hingga semuanya terisi sampai ke tekanan penyimpanan maksimum lalu kompresor mati secara otomatis. Sistem gelombang berangkai mengontrol arus dari sistem penyimpan ke kendaraan. Hanya satu bagian dari tiap kapasitas tabung yang dapat digunakan akibat penyeimbangan tekanan antara kendaraan dan sistem penyimpanan. Karena perbedaan tekanan antara kendaraan dan sistem penyimpanan selama proses pengisian berkurang, laju aliran melemah. Dengan tujuan untuk mencapai efisiensi pengisian maksimal, sistem katup berangkai pindah ke tabung berikutnya. Bagian yang dapat digunakan pada penyimpanan bervariasi antara sistem satu dan lainnya dalam kisaran 25% sampai 60%. Rata-rata diperkirakan jadi 30%. Jika tekanan penyimpan naik, persentase ini akan berubah. Hal ini penting karena mempengaruhi jumlah total penyimpanan yang dibutuhkan selain juga dapat mempengaruhi ukuran kompresor.

- Sistem penyimpanan: terdapat variasi persamaan dalam sistem penyimpanan. Biasanya dikaitkan dengan botol, penampung, tangki, tabung, *cascades*, bejana tekan dan silinder. Sistem *cascade* yang paling umum membagi penyimpanan dalam tabung atau tangki tinggi, sedang dan rendah. Sementara masing-masing tabung diisi hingga tekanan kerja yang sama, istilah tinggi, sedang, dan rendah mengacu pada tingkat tekanan yang akan dikurangi ketika pengisian bahan bakar dimulai. Beberapa sistem hanya menggunakan dua tingkat tekanan berbeda. Misalnya, diasumsikan sebuah sistem memiliki semua tabung di dalam sebuah sistem penyimpan tiga tabung yang terisi sampai 300 bar. Ketika pengisian kendaraan dimulai, bahan bakar gas yang tersimpan akan

mengalir ke dalam kendaraan sampai tekanan di dalam tangki yang rendah berkurang menjadi 70 bar, kemudian kontrol akan pindah ke tangki yang sedang dimana aliran akan berlanjut sampai tekanan antara kendaraan dan keseimbangan tangki berada pada 140 bar. Akhirnya, tabung yang tinggi akan mencapai penyimpanan kendaraan pada 250 bar. Kontrol akan mulai mengisi kembali penyimpanan segera saat tekanan dalam setiap tabung turun ke bawah *setting* tekanan sela kompresor dan berhenti ketika semua tempat penyimpanan berada kembali pada tekanan maksimal.

- Sistem dispenser/pengukuran: seluruh stasiun harus memiliki dispenser untuk mengisi kendaraan. Ini mungkin sesederhana seperti pengisian tiang dengan selang dan pipa atau mungkin dapat mencakup dispenser pengukur selang ganda yang dapat diprogram dengan tampilan dan sistem pengunci kartu yang serupa dengan pompa bensin. Pemutusan arus biasanya diperlukan untuk menghentikan aliran gas dalam situasi terdorong. *Underfilling* adalah gangguan yang bisa diminimalisasi melalui penggunaan pengganti temperatur. Aspek lain dari pengisian cepat adalah adanya kapasitas penyimpan bahan bakar yang agak berkurang pada kendaraan dibandingkan dengan tangki yang diisi perlahan pada tipe dan tekanan yang sama. Penyebabnya adalah, bahwa saat gas terbentuk dengan pesat dan memampatkan gas yang telah ada disana, temperatur dalam tangki akan naik, yang akhirnya akan menurunkan kepadatan gas tersebut. Pada pendekatan pengisian lambat pengaruh ini tidak terjadi karena suhu lebih rendah secara signifikan akan meningkat selama pengisian ulang. Gambar 2.10 sampai Gambar 2.13 memberikan gambaran singkat proses pengisian BBG di SPBG yang telah ada saat ini.



Gambar 2.10. Gambar Pengisian Cepat [6]



Gambar 2.11. Gambar Penutup Tangki BBG Terbuka [6]



Gambar 2.12. Gambar Selang Bertekanan Penyumbat Ganda[6]



Gambar 2.13. Gambar Tangki di Bagian Bawah Kendaraan[6]

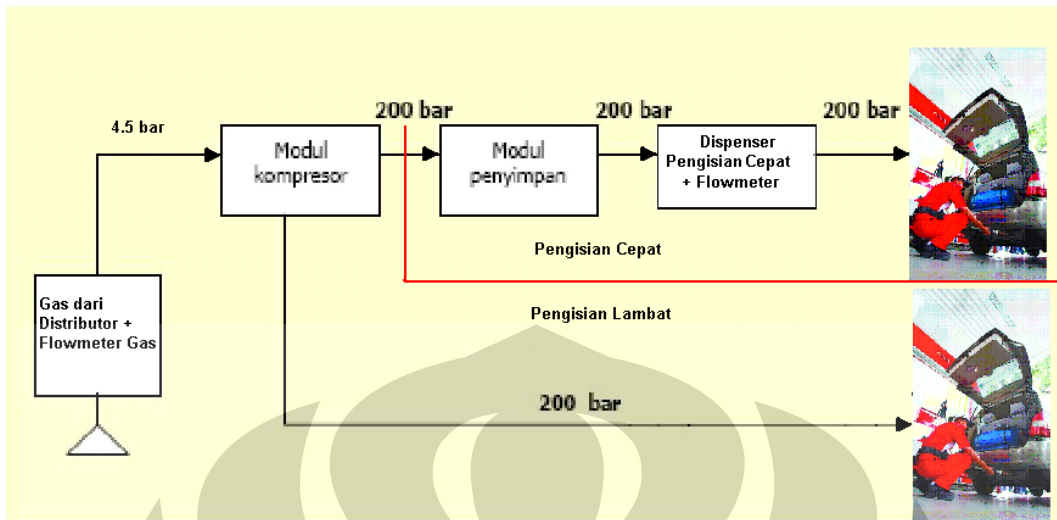
2.4.2. Pengisian Lambat

Pengisian bahan bakar kendaraan di SPBG lambat adalah langsung dari kompresor melalui dispenser pengisian lambat khusus. Hal ini menghilangkan kebutuhan akan sistem penyimpanan bertekanan tinggi yang mahal dan memperlama proses pengisian pada setiap kendaraan hingga beberapa jam. Kompresor pengisian lambat hanya perlu meningkatkan tekanan agak lebih tinggi dari pada tekanan penyimpanan pada kendaraan. Pengisian lambat biasanya direkomendasikan untuk armada dimana kendaraan kembali ke lokasi pusat selama 6 sampai 8 jam atau untuk mobil pribadi yang dapat diisi ulang semalaman di rumah. Komponen stasiun pengisian lambat adalah:

- Akses ke sistem pipa bahan bakar gas
- Kompresor
- Dispenser pengisian lambat.

2.4.3. Kombinasi Pengisian Cepat Dan Lambat

Kombinasi kedua pengisian lambat dan cepat juga memungkinkan dan merupakan solusi yang menarik bagi operasional armada besar jika hanya sebagian dari armada yang butuh pengisian cepat sehingga mengurangi kapasitas penyimpanan yang diminta di wilayah itu serta menghemat biaya investasi. Kombinasi opsi pengisian lambat dan cepat juga disarankan jika saat dimulainya proyek kendaraan BBG dimungkinkan untuk memprediksi seberapa cepat permintaan akan tumbuh. Gambar 2.14 menjelaskan diagram alir proses pengisian kombinasi yang sedang dikembangkan saat ini.



Gambar 2.14. Diagram Alir Sistem Pengisian Kombinasi Cepat dan Lambat. [6]

Bangunan stasiun pengisian yang dapat diperluas saat armada kendaraan BBG tumbuh akan meminimalisasi resiko investasi. Kombinasi pengisian cepat dan lambat juga dapat digunakan untuk melayani kelompok pemakai yang berbeda, contohnya pelanggan eksternal dilayani pada pengisian cepat dan kendaraan perusahaan dapat diisi melalui pengisian lambat sepanjang malam.

2.5. KEUNTUNGAN PENGGUNAAN BBG

Kendaraan BBG dikenal atas keseluruhan kontribusinya menuju udara yang lebih bersih dan emisi yang lebih rendah dibandingkan kendaraan bensin maupun diesel. Selain itu, penggunaan BBG juga memiliki beberapa keuntungan lainnya seperti emisi suara yang lebih rendah dan lebih *eco-friendly*.

2.5.1. Pengurangan Emisi Dibandingkan Kendaraan Bensin

Bahan bakar gas memiliki emisi Karbon Monoksida (CO) yang lebih rendah, hampir tidak memancarkan partikulat dan telah mengurangi senyawa organik yang mudah menguap (VOC). Bahan bakar gas per unit energi, mengandung lebih sedikit karbon dibandingkan dengan bahan bakar fosil lain, mendorong ke arah emisi gas karbon dioksida yang lebih rendah (CO₂) per kilometer. Emisi *cold-start* dari kendaraan BBG juga rendah karena pengayaan *cold-start* tidaklah diperlukan dan ini mengurangi baik emisi hidrokarbon non metana (NMHC) dan emisi CO. Pengurangan emisi spesifik untuk Kendaraan BBG dibandingkan dengan bensin adalah [6], [12]:

- CO, 60-80%
- Gas organik non metana (NMOG), 87%
- NO_x, 50-80%
- CO₂, sekitar 20%
- Reaktifitas produksi ozon, 80-90%

(Nilai ini bervariasi tergantung pada kendaraan pembanding yang digunakan.)

2.5.2. Pengurangan Emisi Yang Menguap Saat Pengisian

Manfaat lain emisi tercapai jika menggunakan kendaraan BBG. Kendaraan bensin memiliki emisi yang menguap selama pengisian bahan bakar akibat tempertur ambient saat pengisian dan penggunaan. Emisi ini berjumlah

kira-kira 50% dari suatu emisi total hidrokarbon kendaraan. Karena sistem kendaraan Bahan bakar gas merupakan sistem yang tertutup dan bertekanan maka tidak memiliki emisi yang menguap.

2.5.3. Pengurangan Emisi Dibandingkan Kendaraan Diesel

Ada banyak sekali ragam mesin diesel, mulai dari ukuran yang berbeda-beda, digunakan untuk berbagai aplikasi. Jika menggunakan bahan bakar diesel, fungsi mesin-mesin ini adalah pada 'panas kompresi'. Bahan bakar diesel ditekan dalam kepala silinder kemudian memancar secara otomatis. Hanya jika busi terpasang, seratus persen bahan bakar gas digunakan pada satu fungsi mesin diesel, karena bahan bakar gas berpendar lebih dari dua kali lipat temperatur diesel.

Jadi, mesin diesel mempertahankan karakteristik tahan lama dari desain aslinya tetapi dirubah ke dalam sebuah mesin daur ulang Otto (seperti bensin). Hasil emisi terbaik biasanya berasal dari mesin bahan bakar gas alam walaupun telah ada beberapa terobosan di dalam teknologi bahan bakar ganda. Pengurangan emisi dari penggunaan bahan bakar gas pada mesin-mesin berat khususnya meliputi:

- CO, 70-90%
- Gas organik tanpa metana, 40-60%
- NO_x, 80-90%
- Bahan partikulat (PM 10), 90-95%

Catatan: Sebagian besar partikulat dipancarkan dari mesin berminyak pelumas yang menembus di dalam kepala piston dan bukan merupakan hasil langsung bahan bakar gas [15].

2.5.4. Kontribusi Pemanasan Global Kendaraan BBG

Banyak orang merasa khawatir mengenai kemungkinan pemanasan global (GWP) kendaraan BBG karena kendaraan-kendaraan ini memancarkan

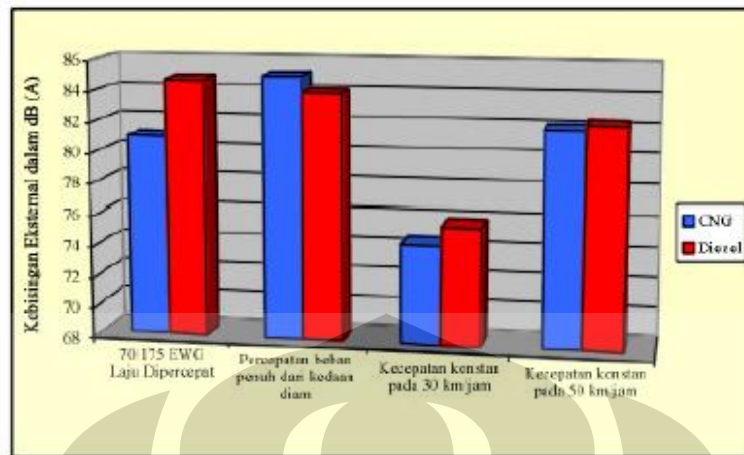
sejumlah gas metana yang tidak terbakar (hidrokarbon pembentuk non-ozon) yang biasanya lebih dari standar total hidrokarbon (THG) untuk kendaraan bensin. Namun, kenyataannya, gas metana, suatu gas pemanas global, jika dibandingkan dengan kendaraan bensin, dengan mempertimbangkan CO₂ dan metana, GWP dari kendaraan BBG adalah sekitar 20% lebih kecil daripada kendaraan bensin dan hampir sama atau sedikit lebih kecil dari mesin diesel.

Sumber alami dari emisi metana seperti ternak, sawah, anai-anai, dan lainnya menghasilkan lebih banyak metana dibandingkan dengan yang akan ditimbulkan oleh ratusan ribu kendaraan BBG di jalan. Sebagai contoh, kementerian lingkungan hidup Jerman memperkirakan bahwa jika 10% bahan bakar diesel digantikan dengan bahan bakar gas, kontribusi emisi total metana di Jerman adalah berkisar antara 0,0004% dan 0,0017%, tergantung pada jenis mesin yang sedang digunakan.

2.5.5. Pengurangan Emisi Kebisingan

Emisi kebisingan dari kendaraan menimbulkan masalah polusi yang serius bagi manusia. Kendaraan bertenaga bahan bakar gas beroperasi dengan suara yang lebih halus dibandingkan dengan kendaraan diesel. Hal ini penting terutama ketika kendaraan dioperasikan sebagai transportasi umum. Proyek bus berbahan bakar gas Berlin merekam kebisingan dari berbagai jenis bus yang berbeda yang digerakkan baik dengan bahan bakar gas ataupun diesel.

Grafik 2.1 menunjukkan hasil perekaman suara bising eksternal. Nilai-nilai tersebut diukur pada kecepatan tetap sebesar 30 km/jam dan 50 km/jam juga dari percepatan yang disimulasikan jauh dari sebuah halte bus, yang dibedakan antara diesel dan CNG kira-kira 1 dB(A). Percepatan yang berlebihan menunjukkan suatu perbedaan yang jelas dimana kendaraan dengan bahan bakar gas didapat 3,3 dB(A). Peningkatan sebesar 3 dB sama dengan penggandaan efek kebisingan [16].



Grafik 2.1. Perbandingan Tingkat Kebisingan Antara Bus BGG Dan Bus Diesel Biasa [16]



2.6. TRANSJAKARTA

TransJakarta merupakan salah satu proyek Pemerintah DKI Jakarta yang dicanangkan oleh mantan Gubernur Sutiyoso dan diresmikan pada Januari 2004. Proyek ini merupakan salah satu dari upaya Pemerintah DKI Jakarta untuk memecahkan masalah kemacetan ibukota yang semakin parah. Inti dari proyek ini adalah menyediakan sarana transportasi massal berupa bus yang akan berjalan di atas jalur bebas kendaraan lain. Hal ini dimaksudkan agar penumpang dapat menempuh perjalanan dengan waktu yang singkat pada koridor-koridor yang telah diterapkan dan beralih dari kendaraan pribadi sehingga dapat mengurangi jumlah kendaraan pribadi di jalan.

Dengan menggunakan BBG pada armada bus TransJakarta, diharapkan tingkat polusi DKI Jakarta juga dapat ditekan. BBG tersusun sebagian besar atas metana yang merupakan rantai hidrokarbon pendek sehingga saat pembakaran di dalam mesin, pembakaran akan berjalan lebih sempurna dan menghasilkan emisi yang lebih rendah (dapat dilihat pada Tabel 2.7). Dengan tingkat emisi yang lebih rendah (dapat dilihat pada Tabel 2.8) dan sifatnya yang merupakan kendaraan umum berkapasitas medium (maksimum 65-80 orang) maka secara tidak langsung jumlah emisi per penumpang-kilometer akan lebih kecil dibandingkan kendaraan pribadi atau moda transportasi lainnya.

Tabel 2.7. Perbandingan Emisi Moda Angkutan Darat [17]

Jenis Kendaraan	PM 10	Karbon Dioksida
	(gram/km)	
Mobil Pribadi	0,2	293
Taksi	0,2	293
Sepeda Motor	0,5	118
Bajaj	0,5	150
Bus TransJakarta - Diesel	0,68	1.408
Bus TransJakarta - CNG	0,03	1.408

Tabel 2.8. Perbandingan Emisi Per Penumpang-Kilometer [17]

Jenis Kendaraan	PM 10	Karbon Dioksida
	(gram/km)	
Mobil Pribadi	0,17	244
Taksi	0,4	586
Sepeda Motor	0,42	98
Bajaj	1	300
Bus TransJakarta - Diesel	0,01	22
Bus TransJakarta - CNG	0,0005	22

Dengan proyek TransJakarta, diharapkan akan terjadi penurunan emisi tahunan DKI Jakarta diantaranya:

1. Senyawa NO_x → 155 metrik ton/tahun.
2. Partikulat → 23 metrik ton/tahun.
3. CO₂ → 20.000 metrik ton/tahun.

Proyek TransJakarta sendiri akan dirampungkan menurut rencana sampai dengan tahun 2010 dengan rencana 10 koridor yang akan aktif. Koridor-koridor tersebut adalah:

- Koridor 1: Blok M- Kota.
- Koridor 2: Harmoni-Pulo Gadung.
- Koridor 3: Pasar Baru-Kalideres.
- Koridor 4: Pulo Gadung-Dukuh Atas.
- Koridor 5: Ancol-Kampung Melayu.
- Koridor 6: Dukuh Atas 2-Ragunan.
- Koridor 7: Kampung Melayu-Kampung Rambutan
- Koridor 8: Harmoni-Lebak Bulus.
- Koridor 9: Pluit-Pinang Ranti
- Koridor 10: Tanjung Priok- Cililitan.

2.7. PERKEMBANGAN BBG DI DKI JAKARTA [3]

Dari total 86.995 angkutan umum di DKI Jakarta saat ini, hanya 1.139 unit yang menggunakan BBG. Artinya baru mencakup 1,5% dari total jumlah unit kendaraan umum saja. Jumlah itu justru berkurang dibandingkan jumlah angkutan umum yang menggunakan BBG saat pencanangan program Langit Biru Jakarta pada 1996.

Dari jumlah total taksi yang ada di Jakarta, yang menggunakan BBG baru 605 unit. Lalu, dari 16.000 mikrolet, yang menggunakan BBG baru 36 unit. Untuk bajaj, saat ini jumlahnya mencapai 14.300 armada. Tapi, yang menggunakan BBG baru 116 armada. Sedangkan total jumlah bus TransJakarta sampai 2007 mencapai 272 unit dan baru 91 armada yang menggunakan BBG. Bahkan, dari 10 ribu metromini dan 8.000 bus besar, belum satupun yang menggunakan BBG.

Pengalihan penggunaan BBM ke BBG untuk kendaraan umum di Jakarta masih terkendala pada minimnya jumlah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) di Jakarta. Jumlah SPBG di Jakarta saat ini baru ada 16 unit. 13 unit di antaranya berlokasi di Jalan Sumenep, Daan Mogot, Pemuda, Pluit, Warung Buncit, dan Pasar Minggu. Tiga lainnya merupakan SPBG khusus bus TransJakarta yang ada di Jalan Perintis Kemerdekaan, Rawa Buaya, dan Daan Mogot.

Pemprov DKI diminta membantu pengusaha angkutan umum dalam pengadaan *converter kit* yang harganya Rp 7-14 juta per unit [18]. Harga konverter yang relatif mahal itu perlu didukung pemerintah lewat kredit lunak tanpa bunga. Sampai akhir 2007 Direktorat Jenderal Perhubungan Darat telah membagikan 1.755 *converter kit* untuk perusahaan taksi. Penggunaan BBG diyakini dapat membuat emisi yang dihasilkan menjadi nol dan kilometer *running*-nya juga lebih tinggi. Misalnya, jika dengan 1 liter BBM, bajaj hanya dapat menempuh jarak tempuh 15 km, sedangkan dengan 1 liter BBG dapat menempuh jarak 28 km.

2.8. METODE *LOGISTIC CURVE* [19]

Metode *Logistic Curve* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kejenuhan dari suatu kurva pertumbuhan. Metode ini dimulai dengan menggunakan persamaan dasar seperti pada Persamaan 1:

$$V_t = \frac{V_m}{1 + e^{-b}e^{-a t}} \dots\dots\dots(1)$$

Nilai a dan b merupakan suatu konstanta, karena secara matematis sangat sulit untuk mengerjakan suatu persamaan dengan 2 konstanta yang tidak diketahui nilainya maka variabel e^{-b} dapat disubstitusikan dengan suatu variabel pengganti bernama p. Persamaan 1 akan berubah menjadi Persamaan 2:

$$V_t = \frac{V_m}{1 + p e^{-a t}} \dots\dots\dots(2)$$

Persamaan 2 masih sulit untuk diselesaikan sehingga dideferensialkan dan Persamaan 2 akan menjadi Persamaan 3:

:

$$\frac{dV_t}{d_t} = a V_t - \frac{a}{V_m} V_t^2 \dots\dots\dots(3)$$

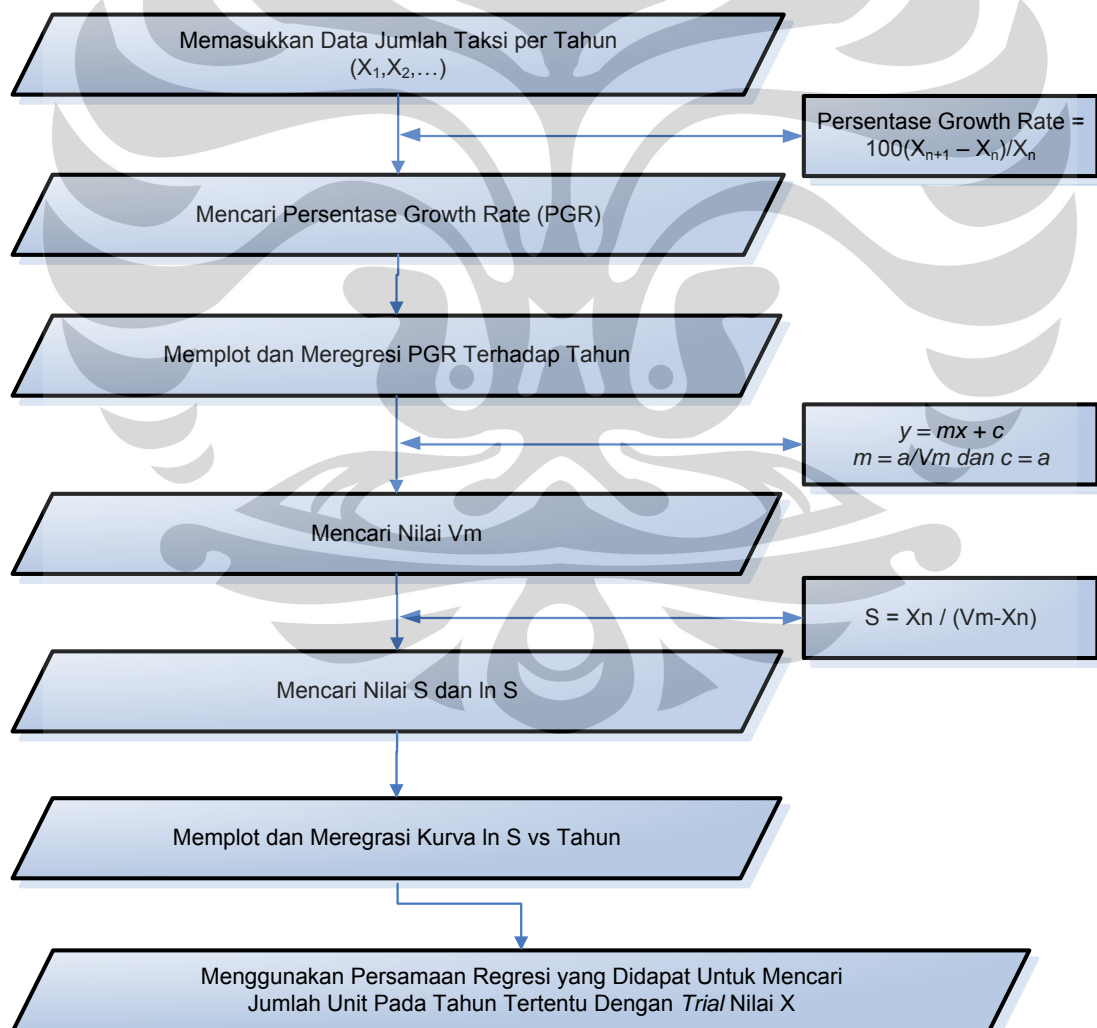
Salah satu properti dari model logistik adalah variabel tingkat pertumbuhan (*growth rate*) atau G_t . Variabel $dV_t/V_t d_t$ diasumsikan linier dan mengecil seiring dengan bertambahnya eksposur dan menjadi 0 (nol) pada kondisi arus jenuh/*saturated*. Hal ini dapat dinyatakan dengan persamaan akhir sebagai berikut:

.

$$G_t = \frac{1}{V_t} \frac{dV_t}{d_t} = a - \frac{a}{V_m} V_t \dots\dots\dots(4)$$

Pada Persamaan 4 terlihat bahwa nilai variabel a dan nilai variabel $\frac{a}{V_m}$ dapat dicari dengan memplotkan nilai *growth rate* dari suatu data pada diagram Cartesian dan dengan menggunakan regresi linier, nilai tingkat kejenuhan V_m dapat pula dicari.

Pada penelitian ini, pertumbuhan moda transportasi seperti taksi merupakan data utama yang perlu diproyeksikan agar dapat dicari nilai kebutuhan BBG sampai dengan masa yang ditentukan. Metode ini menggunakan prinsip kurva S dimana pertumbuhan pada suatu waktu akan mencapai titik jenuh dan akan cenderung turun dan akan mencapai titik keseimbangan baru. Gambar 2.15 menggambarkan secara skematis algoritma metode *logistic curve*.



Gambar 2.15. Algoritma Metode Logistic Curve

Untuk mendapatkan output pertumbuhan taksi pada Gambar 2.15 dengan metode *logistic curve*, data pertama yang perlu diolah adalah mencari nilai persentase *growth rate* (G_R). Variabel G_R dapat dicari secara manual dengan menggunakan rumus persentase G_R pada data jumlah taksi tiap tahun yang telah didapat dari narasumber. Dengan mengetahui persentase G_R tiap selang tahun, dapat diprediksi kecenderungan G_R di masa depan dengan menggunakan regresi linier antara variabel independen tahun dengan variabel dependen G_R .

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai V_m yaitu variabel volume maksimum/jenuh dari data yang didapat dengan membagi antara nilai konstanta dan gradien dari persamaan regresi linier pertama. Variable V_m kemudian digunakan untuk mencari variabel S dari data aktual. Nilai S kemudian diregresikan kembali terhadap waktu sehingga dengan menggunakan ekstrapolasi nilai S di masa depan dan nilai V_m maka nilai X pada waktu tertentu dapat diketahui. Target terakhir yaitu variabel X_n dihitung dengan cara men-trial nilai S regresi dan V_m yang telah diketahui sebelumnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

Dalam studi pengembangan infrastruktur BBG untuk melayani sistem transportasi umum di DKI Jakarta ini akan digunakan rangkaian metode penelitian dengan tahapan sebagai berikut:

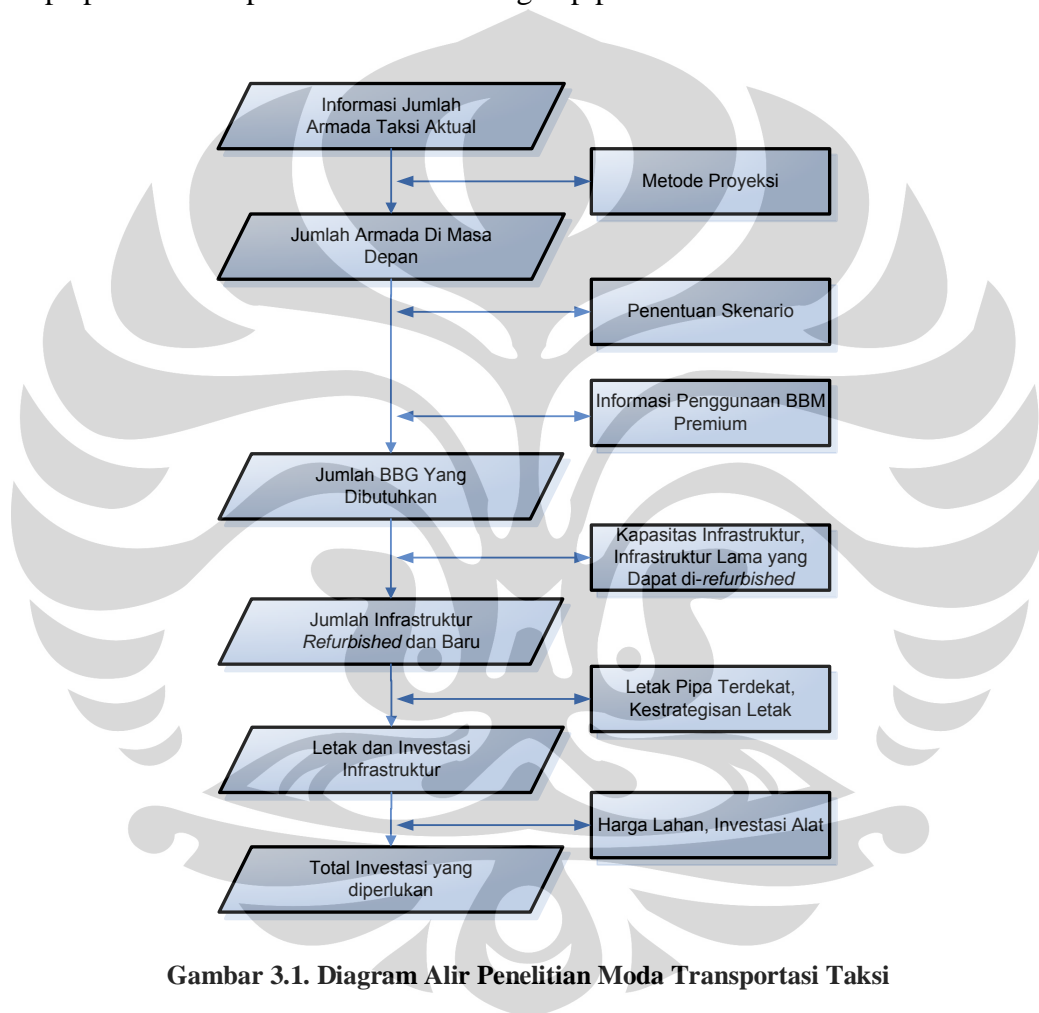
1. Studi literatur
2. Pengumpulan data aktual sebagai basis penelitian.
3. Penentuan skenario yang akan diproyeksikan sampai *time frame* tertentu.
4. Simulasi model, perhitungan data, dan pengolahan data aktual untuk basis proyeksi masa depan.
5. Analisis hasil.
6. Pengambilan kesimpulan dan kebijakan dari hasil analisa.

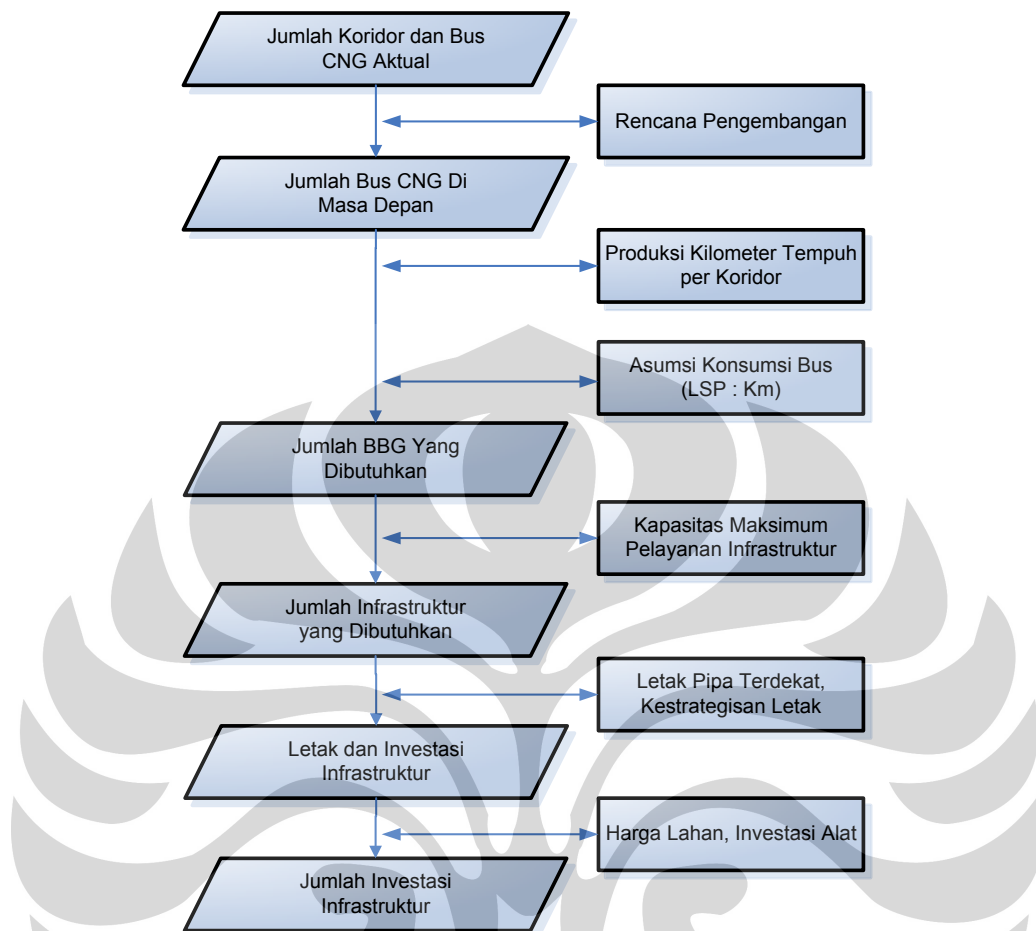
Adapun diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 di halaman selanjutnya. Gambar 3.1 menunjukkan tahapan metode penelitian untuk sarana transportasi taksi dan Gambar 3.2 menunjukkan tahapan metode penelitian untuk sarana transportasi TransJakarta.

Penjelasan skema penelitian Taksi: Informasi pertama yang perlu diketahui dalam pengolahan data moda transportasi taksi sesuai dengan Gambar 3.1 adalah jumlah aktual dari angkutan taksi yang beroperasi dalam rentang waktu saat ini. Dengan menggunakan metode proyeksi yang dipilih, jumlah armada pada rentang waktu yang akan diteliti dapat dicari. Skenario digunakan untuk membantu menghasilkan berbagai output data yang diperkirakan akan terjadi seperti jumlah taksi di masa depan.

Informasi penggunaan premium (dalam satuan liter premium/taksi dalam 1 hari operasi) dapat digunakan untuk memberikan gambaran konsumsi premium per tahun sesuai dengan pertumbuhan taksi dan skenario yang dipilih. Hasil konsumsi premium dan skenario yang dipilih akan menghasilkan jumlah konsumsi BBG pengganti premium.

Perbandingan infrastruktur BBG yang sudah ada saat ini dapat memberikan gambaran kapasitas maksimum pengisian BBG saat ini sehingga jumlah infrastruktur yang perlu ditambahkan di masa depan merupakan hasil pembagian antara konsumsi dan kapasitas pelayanan dalam satu kurun waktu yang spesifik. Jumlah infrastruktur *refurbished* dan baru akan menghasilkan suatu nilai investasi yang bergantung pada beberapa parameter seperti letak SPBG dengan pipa distribusi terdekat.





Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian Moda Transportasi TransJakarta

Pada Gambar 3.2, terlihat bahwa pengolahan data untuk TransJakarta dimulai dengan mencari jumlah aktual dari angkutan TransJakarta yang beroperasi dalam rentang waktu saat ini. Dengan menggunakan *blueprint* rencana pengembangan, jumlah armada pada rentang waktu yang akan diteliti dapat diketahui. Dengan membandingkan produksi kilometer tempuh per koridor yang sudah ada saat ini dan konsumsi BBG dari bus maka dapat diprediksi kecenderungan data untuk koridor baru.

Pengolahan data di atas akan menghasilkan output berupa produksi kilometer tempuh sehingga konsumsi bus BBG koridor baru dapat diprediksi. Perbandingan infrastruktur BBG yang sudah ada saat ini dapat memberikan gambaran kapasitas maksimum pengisian BBG saat ini sehingga jumlah infrastruktur yang perlu ditambahkan di masa depan merupakan hasil pembagian antara konsumsi dan kapasitas

pelayanan dalam satu kurun waktu yang spesifik. Jumlah infrastruktur *refurbished* dan baru akan menghasilkan suatu nilai investasi yang bergantung pada beberapa parameter seperti letak SPBG dengan pipa distribusi terdekat.

3.1. STUDI LITERATUR

Studi literatur adalah proses pencarian sumber-sumber tertulis yang berkaitan dengan materi-materi yang diperlukan dalam studi ini, diantaranya konsumsi BBM untuk sektor transportasi umum DKI Jakarta, jumlah unit kendaraan umum spesifik sampai dengan *time frame* yang ditentukan, bahan baku BBG, kondisi serta perkembangannya di Indonesia. Studi literatur juga perlu dilakukan untuk menentukan proyeksi jumlah unit taksi di masa depan dan studi konversi satuan komersial yang digunakan dalam penjualan CNG.

3.2. PENGUMPULAN DATA

Dalam merancang simulasi pengembangan infrastruktur BBG maka perlu dilakukan pengumpulan data baik melalui penelusuran literatur, pengolahan data yang ada, maupun wawancara langsung. Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- a. Untuk proyeksi kebutuhan moda transportasi yang *fixed* seperti TransJakarta maka diperlukan rencana pengembangan ke depan agar jumlah kebutuhan akan CNG di masa depan dapat diperkirakan.
- b. Untuk proyeksi kebutuhan moda transportasi yang tidak *fixed* dimana pertumbuhan taksi di DKI Jakarta dan sekitarnya tidak mengikuti suatu *grand plan* maka diperlukan suatu data riil pertumbuhan taksi selama ini.
- c. Data infrastruktur BBG yang ada saat ini sebagai data perbandingan untuk perencanaan di masa depan.

- d. Kelemahan sistem distribusi atau infrastruktur yang ada saat ini sebagai dasar untuk pengembangan infrastruktur yang lebih baik.
- e. Data konsumsi bus TransJakarta untuk tiap satuan gas yang digunakan.
- f. Data konsumsi BBM per unit taksi tiap harinya yang akan digantikan oleh penggunaan BBG di masa depan.
- g. Data harga BBG dan BBM subsidi untuk perencanaan skenario dan perbandingan antara investasi infrastruktur vs subsidi.
- h. Jumlah, lokasi dan kapasitas SPBU dan SPBG di DKI Jakarta
- i. Jumlah, lokasi, dan kapasitas depo bus di DKI Jakarta.

3.3. PENENTUAN SKENARIO SIMULASI

Untuk melengkapi penelitian pengembangan infrastruktur BBG untuk sistem transportasi umum di DKI Jakarta maka perlu ditetapkan skenario simulasi yang akan digunakan. Terdapat 3 skenario besar yang dapat dipilih dalam penelitian ini, yaitu:

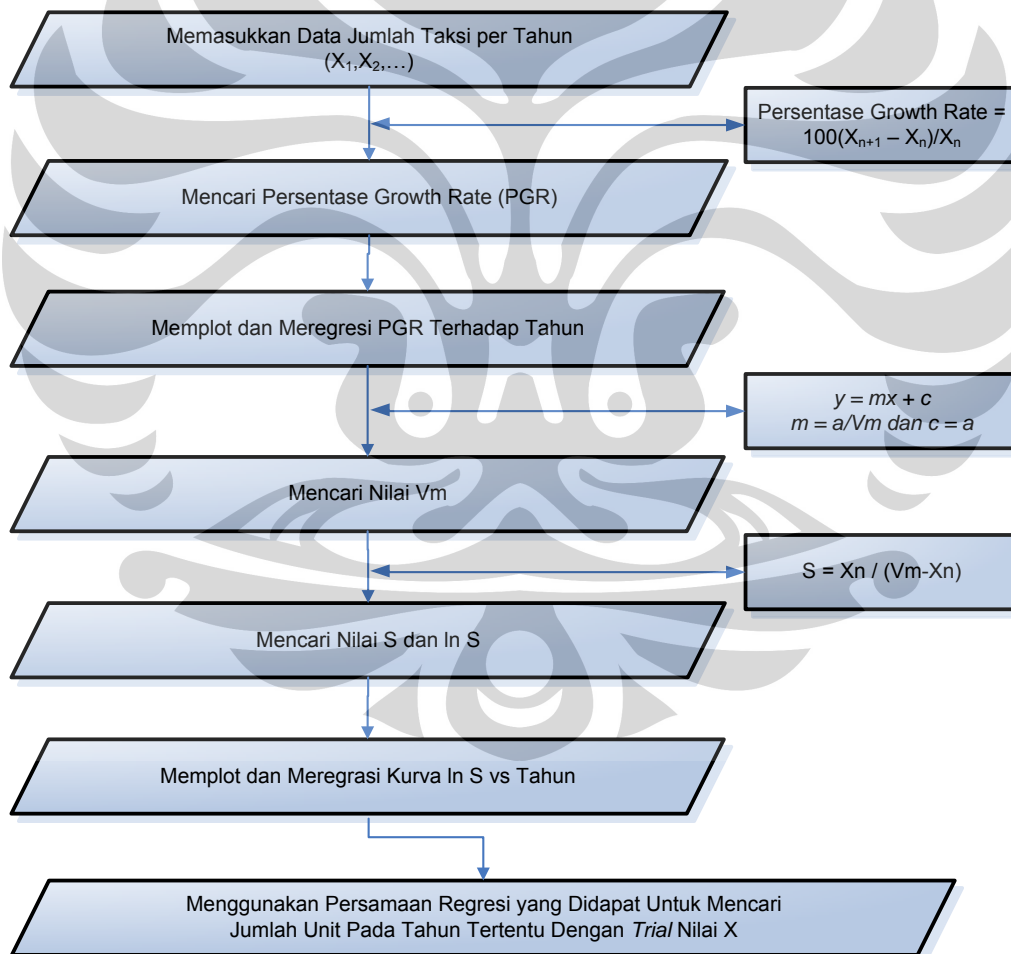
- 1) Skenario pesimistis: sampai dengan 2015, persentase jumlah taksi yang terkonversi mencapai 50% dari jumlah taksi total tahun 2007.
- 2) Skenario *intermediate*: sampai dengan 2015, persentase jumlah taksi yang terkonversi mencapai 70% dari jumlah taksi total tahun 2007.
- 3) Skenario optimistis: sampai dengan 2015, persentase jumlah taksi yang terkonversi mencapai 100% dari jumlah taksi total tahun 2007.

Untuk mendukung perhitungan dalam simulasi ini, maka perlu ditetapkan beberapa asumsi yang akan digunakan yaitu sebagai berikut:

- Harga bahan baku BBG dianggap tetap setiap tahun;
- Biaya pengolahan BBG dianggap tetap setiap tahun;
- Biaya angkut transportasi dianggap tetap setiap tahun;
- *Loss* diabaikan;

3.4. PROYEKSI DENGAN METODE *LOGISTIC CURVE*

Metode *Logistic Curve* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan tingkat kejenuhan dari suatu kurva pertumbuhan. Pada penelitian ini, pertumbuhan moda transportasi seperti taksi merupakan data utama yang perlu diproyeksikan agar dapat dicari nilai kebutuhan BBG sampai dengan masa yang ditentukan. Metode ini menggunakan prinsip kurva S dimana pertumbuhan pada suatu waktu akan mencapai titik jenuh dan akan cenderung turun dan akan mencapai titik keseimbangan baru.



Gambar 3.3. Algoritma Metode *Logistic Curve*

Untuk mendapatkan output pertumbuhan taksi pada Gambar 3.3 dengan metode *logistic curve*, pdata pertama yang perlu diolah adalah mencari nilai persentase *Growth Rate* (G_R). Variabel G_R dapat dicari secara manual dengan menggunakan rumus persentase G_R pada data jumlah taksi tiap tahun yang telah didapat dari narasumber. Dengan mengetahui persentase G_R tiap selang tahun, dapat diprediksi kecenderungan G_R di masa depan dengan menggunakan regresi linier antara variabel independen tahun dengan variabel dependen G_R .

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai V_m yaitu variabel volume maksimum/jenuh dari data yang didapat dengan membagi antara nilai konstanta dan gradien dari persamaan regresi linier pertama. Variable V_m kemudian digunakan untuk mencari variabel S dari data aktual. Nilai S kemudian diregresikan kembali terhadap waktu sehingga dengan menggunakan ekstrapolasi nilai S di masa depan dan nilai V_m maka nilai X pada waktu tertentu dapat diketahui. Target terakhir yaitu variabel X_n dihitung dengan cara men-trial nilai S regresi dan V_m yang telah diketahui sebelumnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. ANALISA TRANSJAKARTA

Dalam proses pengolahan data untuk kebutuhan BBG TransJakarta, diperlukan beberapa data utama yaitu:

- 1) Data perencanaan pengembangan proyek TransJakarta. Data ini diperlukan karena proyek ini merupakan proyek terencana sehingga perkembangan jumlah dan jarak tempuh bus yang digunakan sudah dikalkulasi dengan mempertimbangkan beberapa parameter.
- 2) Data konsumsi BBG rata-rata tiap bus per satuan kilometer. Data ini diperlukan untuk mempermudah proyeksi perhitungan *demand* BBG untuk proyek ini di masa depan.
- 3) Data referensi SPBG yang ada di DKI Jakarta. Data ini dapat digunakan untuk memperhitungkan nilai investasi dari peralatan, lahan, SDM serta kemampuan pengisian kendaraan yang digunakan dan sekaligus dapat digunakan untuk referensi kelemahan sistem pengisian bahan bakar gas yang ada sekarang ini.

Bus TransJakarta menggunakan silinder CNG tekanan tinggi berkapasitas isi air 121 liter per tabung dengan jumlah 6 tabung per bus. Tabung yang digunakan terbuat dari bahan Cr-Mo *Steel Plate D.D.I Press Forming* ISO 11439 agar dapat menahan beban tekanan 200 bar saat pengisian BBG (dikutip dari: *Memorandum Informasi Produk NK Co., Ltd. Juni 2006*).

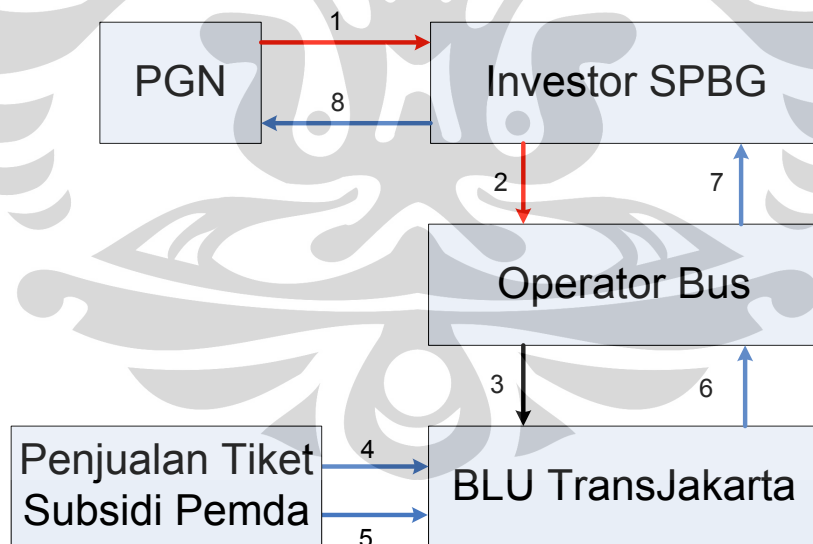
Tabel 4.1. Konfigurasi Fisik Bejana Tekan Bus TransJakarta

Dimensions		Weight (Kg)	Serve Pressure (bar)
O.D. (mm)	Length (mm)		
327	1800	87	207

Pada pembahasan selanjutnya, akan ditemukan istilah kilometer tempuh. Kilometer tempuh merupakan definisi yang digunakan oleh BLU TransJakarta untuk mendefinisikan jumlah jarak yang ditempuh bus pada saat melaksanakan rit (kilometer produksi) dan saat menempuh jarak ke depo bus/SPBG (kilometer *empty*), Persamaan 5 menjabarkan secara sederhana hubungan kilometer tempuh dengan kilometer produksi serta kilometer tempuh. Semua perhitungan CAPEX dan OPEX dilakukan oleh sebuah lembaga konsultan independen dan kontrak operator akan di-*tender* ke pihak swasta.

$$\text{Kilometer Tempuh} = n (\text{Kilometer Produksi}) + m (\text{Kilometer Empty}) \dots (5)$$

Sedangkan dalam menjalankan kegiatan pelayanan sehari-hari, diperlukan suatu koordinasi yang terpadu antara BLU TransJakarta, PGN, investor serta operator bus. Hubungan antar pihak dapat dijabarkan dalam sebuah skema pada Gambar 4.1 di bawah.



Gambar 4.1. Diagram Alir Hubungan Antara Stakeholder TransJakarta.

Dari Gambar 4.1, terlihat hubungan antara PGN, BLU TransJakarta, operator, investor SPBG dan Pemda. Garis merah (nomor 1 -2) menandakan aliran gas, aliran hitam menggambarkan aliran data kilometer tempuh (nomor 3) dan garis biru

menandakan aliran uang (nomor 4 – 8). Gas disediakan oleh PGN ke pengelola SPBG kemudian disalurkan ke operator bus. Dengan mencatat konsumsi dan jarak kilometer tempuh, operator kemudian menagihkan jumlah kilometer tempuh kepada BLU TransJakarta.

BLU TransJakarta lalu membayarkan uang ke operator bus sesuai dengan produksi kilometer tempuh (Rp/km tempuh) yang telah dilaksanakan tiap operator tiap bulannya dengan menggunakan uang yang berasal dari pendapatan tiket dan subsidi pemda DKI Jakarta. Jumlah Rp/kilometer tempuh yang dibayarkan termasuk ditambah dengan perhitungan CAPEX (bus, komponen investasi lainnya), OPEX (gaji karyawan, biaya operasional lainnya) dan margin keuntungan yang telah disepakati sebelumnya (sumber: wawancara dengan bagian operasional BLU TransJakarta periode April 2008).

Adapun besaran biaya Rp/km kilometer tempuh yang dibayarkan BLU TransJakarta untuk setiap koridor tidaklah sama. Perbedaan Rp/kilometer tempuh yang dibayarkan ke tiap operator berbeda karena adanya perbedaan bahan bakar yang digunakan, investasi bus, biaya operasi yang berbeda tiap koridor dan berbagai faktor lainnya. Tabel 4.2 berikut menjelaskan beberapa contoh nilai pembayaran Rp/kilometer tempuh yang dilakukan BLU TransJakarta kepada operator bus sampai dengan Mei 2008:

Tabel 4.2. Tabel Rp/Kilometer Tempuh Untuk Koridor I – VII per April 2008.

Koridor	Operator Bus	Rp / Kilometer Tempuh	Penandatanganan Kontrak
I	P.T. JET	Rp 8.250,00	2004
II	P.T. TB	Rp 12.550,00	2006
III	P.T. TB	Rp 12.550,00	2006
IV	P.T. JTM	Rp 12.885,00	2007
V	P.T. JMT	Rp 12.885,00	2007
VI	P.T. JTM	Rp 12.885,00	2007
VII	P.T. JMT	Rp 12.885,00	2007

Pembayaran dilakukan dengan menggunakan hasil dari pendapatan TransJakarta setiap bulan; dari hasil wawancara dengan BLU TransJakarta, diperoleh keterangan bahwa pendapatan TransJakarta terdiri dari 2 komponen penyusun utama yaitu:

- 1) Pendapatan dari penjualan tiket (59 - 65% dari total pendapatan)
- 2) Subsidi operasional dari APBD DKI Jakarta (35 – 41% dari total pendapatan).

4.1.1. Pengolahan Data Koridor II – VII

Data perencanaan pengembangan proyek TransJakarta diperoleh dari Laporan Draft Final Rencana Strategi Bisnis BLUD TransJakarta Busway 2007-2011 oleh PT Pusparaya Karsa Perdana. Perlu dicatat bahwa koridor I merupakan satu-satunya koridor yang memakai bus bermesin diesel, data koridor I dicantumkan di bawah agar dapat memberikan gambaran jumlah unit bus per km di daerah kepadatan penumpang tinggi yang akan dijadikan referensi pengolahan data koridor VIII – X. Tabel 4.3 berikut memuat data jumlah unit dan koridor koridor I - VII:

Tabel 4.3. Tabel Informasi Jarak dan Jumlah Unit Bus TransJakarta

Koridor	Panjang Rute (Km)	Jumlah Unit	Jurusan
I	12,9	91	Blok M - Kota
II	14	55	Pulogadung - Harmoni
III	19	71	Harmoni - Kalideres
IV	11,85	30	Pulogadung - Dukuh Atas
V	13,5	30	Ancol - Kampung Melayu
VI	13,3	31	Ragunan - Kuningan
VII	12,8	51	Kpg Rambutan - Kpg Melayu

Dengan mengetahui jumlah hari kerja, jumlah bus yang beroperasi dan jumlah trayek per hari yang dapat ditempuh di masing-masing koridor maka dapat diperoleh data produksi kilometer tempuh tiap tahunnya. Tabel 4.4 memuat data kilometer tempuh tiap koridor per tahun yang telah tercantum dalam Laporan Draft Final Rencana Strategi Bisnis BLUD TransJakarta Busway 2007-2011:

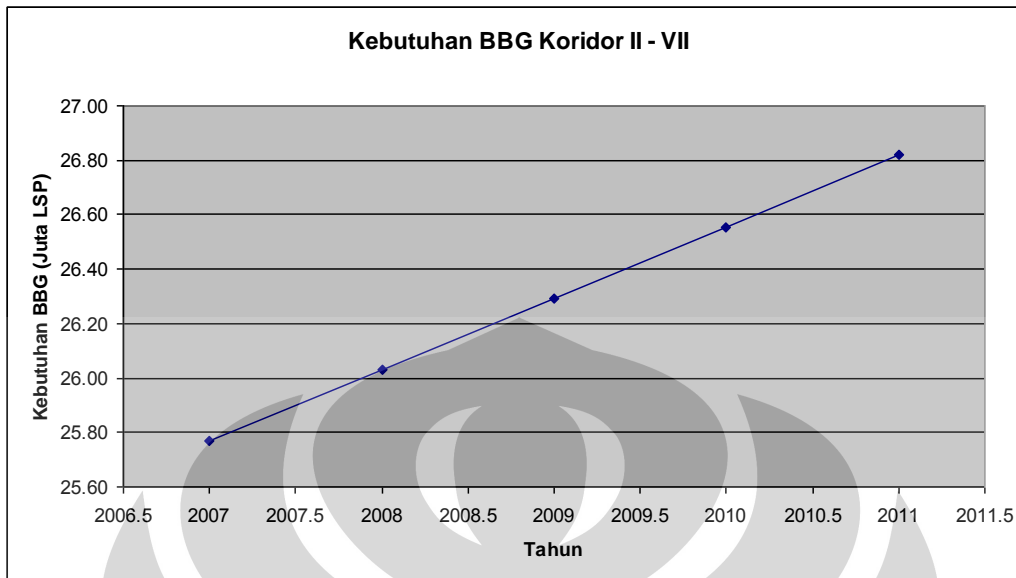
Tabel 4.4. Produksi Kilometer Tempuh Koridor I – VII Tahun 2007 – 2011

Koridor	Panjang Rute (Km)	Produksi Kilometer Tempuh (Km)				
		2007	2008	2009	2010	2011
I	12,90	7.787.136	7.865.007	7.943.657	8.023.094	8.103.325
II	14,00	4.646.625	4.693.092	4.740.023	4.787.423	4.835.297
III	19,00	8.172.197	8.253.919	8.336.458	8.419.823	8.504.021
IV	11,85	4.300.675	4.343.682	4.387.119	4.430.990	4.475.300
V	13,50	3.842.748	3.881.175	3.919.987	3.959.187	3.998.779
VI	13,30	5.686.151	5.743.012	5.800.442	5.858.447	5.917.031
VII	12,80	6.854.221	6.922.763	6.991.991	7.061.911	7.132.530
Total per Tahun (II-VII)		33.502.617	33.837.643	34.176.020	34.517.781	34.862.958

Dengan menggunakan asumsi bahwa 1 LSP BBG dapat digunakan untuk jarak tempuh rata-rata 1,3 km maka dengan menggunakan data proyeksi produksi kilometer per koridor tiap tahunnya seperti yang terlihat pada Tabel 4.5 , jumlah konsumsi BBG untuk TransJakarta dapat dikalkulasi. Data konsumsi 1 LSP :1,3 km diperoleh dari informasi rata-rata teoritis dan konsumsi aktual bus TransJakarta koridor II dan III hasil wawancara yang dilakukan di SPBG Perintis Kemerdekaan (unit pelayanan pengisian koridor II dan II) dan wawancara dengan pihak BLU TransJakarta periode April – Mei 2008.

Tabel 4.5. Perkiraan Konsumsi BBG Untuk Koridor II – VII Tahun 2007- 2011

Koridor	Konsumsi BBG (LSP)					
	2007	2008	2009	2010	2011	
II	3.574.327	3.610.071	3.646.172	3.682.633	3.719.459	
III	6.286.305	6.349.168	6.412.660	6.476.787	6.541.555	
IV	3.308.212	3.341.294	3.374.707	3.408.454	3.442.538	
V	2.955.960	2.985.519	3.015.375	3.045.528	3.075.984	
VI	4.373.962	4.417.702	4.461.878	4.506.498	4.551.562	
VII	5.272.478	5.325.202	5.378.455	5.432.239	5.486.562	
Total BBG per Tahun (II-VII)		25.771.244	26.028.956	26.289.246	26.552.139	26.817.660



Grafik 4.1. Demand BBG Aktual Untuk Koridor II – VII Tahun 2007 – 2011

Tabel 4.5 dan Grafik 4.1 memperlihatkan kebutuhan BBG untuk koridor II – VII yang telah beroperasi akan mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan disebabkan adanya penambahan bus untuk beberapa koridor, efisiensi waktu perjalanan dan adanya perbedaan hari kerja pada tahun 2007 – 2011. Rata-rata penggunaan BBG untuk tiap koridor bervariasi oleh adanya perbedaan jarak koridor serta jumlah bus yang beroperasi untuk masing-masing koridor. Penggunaan BBG untuk koridor II – VII berkisar antara 25 sampai 26,8 juta LSP per tahun.

4.1.2. Pengolahan Data Koridor VIII - X

Pada Laporan Draft Final Rencana Strategi Bisnis BLUD TransJakarta Busway 2007-2011, diperoleh data rencana jumlah bus yang beroperasi sampai dengan koridor VII. Koridor I merupakan satu-satunya koridor TransJakarta yang menggunakan bahan bakar diesel (solar) sementara koridor II sampai dengan X akan menggunakan bus berbahan bakar gas (BBG). Tabel 4.6 berisi rencana pengembangan TransJakarta koridor VIII – X yang didapat dari buku *Company Profile TransJakarta (Edisi 2007)*.

Tabel 4.6. Rencana Rute Dan Jarak Koridor VII - X

Koridor	Panjang Rute (Km)	Jurusan
VIII	26	Lebak Bulus - Harmoni
IX	29,9	Pluit - Pinang Ranti
X	19	Tanjung Priok - Cililitan

Koridor yang akan beroperasi sampai dengan pertengahan 2008 adalah koridor I sampai VII, koridor VIII sampai X masih merupakan wacana pada saat pengolahan data sehingga jumlah perkiraan bus yang akan beroperasi pada koridor VIII sampai X merupakan asumsi dengan mempertimbangkan beberapa parameter berikut:

- 1) Jarak tempuh koridor.
- 2) Perkiraan tingkat kepadatan penumpang berdasarkan lokasi koridor.
- 3) Ada tidaknya interkoneksi koridor dengan koridor lain yang ada.
- 4) Jumlah halte yang ada di antara koridor.

Berdasarkan data koridor I – VII, dapat diperoleh bahwa jumlah unit bus/kilometer koridor sangatlah bervariasi satu dengan lainnya. Hal ini disebabkan karena keempat parameter di atas, dimana diperkirakan bahwa parameter jarak tempuh dan tingkat kepadatan penumpangnya yang merupakan parameter utamanya. Koridor yang memiliki jarak tempuh dan tingkat kepadatan tertinggi yang akan memiliki rasio jumlah unit bus/kilometer koridor yang paling tinggi. Dengan menggunakan acuan tersebut maka dapat dicari rasio jumlah unit bus/kilometer koridor yang akan digunakan untuk memprediksi jumlah bus untuk perencanaan koridor VII – X (warna biru menandakan koridor yang memiliki jumlah unit/km yang tergolong tinggi).

Tabel 4.7. Rasio Jumlah Unit Bus per Kilometer Jarak Koridor

Koridor	Panjang Rute (Km)	Jumlah Unit	Average Bus / Km
I	12,9	91	7,05
II	14	55	3,93
III	19	71	3,74
IV	11,85	30	2,53
V	13,5	30	2,22
VI	13,3	31	2,33
VII	12,8	51	3,98

Tabel 4.8. Rata-Rata Bus / Km Berdasarkan Kepadatan Jumlah Penumpang

Average Kepadatan Tinggi =	4,67
Average Kepadatan Rendah =	2,36
Average Kepadatan Sedang =	3,51

Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 di atas memperlihatkan bahwa koridor I, II, III dan VII merupakan koridor yang tergolong padat dan memiliki koridor yang panjang jaraknya. Pada koridor yang padat, jumlah unit bus harus diperbanyak untuk mengurangi penumpukan penumpang di halte-halte yang dapat menyebabkan penurunan kualitas layanan dan keamanan bagi penumpang.

Rasio unit/kilometer koridor di atas juga memperlihatkan adanya pengaruh interkoneksi koridor yang akan memperbesar jumlah penumpang di halte sentral dan menyebabkan perlunya penambahan jumlah unit bus. Hal ini diperlihatkan oleh koridor I dimana jumlah bus yang beroperasi di koridor ini merupakan yang terbanyak dan memiliki jarak tempuh terpendek namun memiliki rasio unit bus/km koridor yang paling tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh karena koridor I memiliki halte sentral Harmoni yang merupakan pusat transit bagi setidaknya 3 koridor saat ini (koridor I, II dan III) sehingga diperlukan penambahan jumlah bus untuk melayani penumpang yang transit.

Dengan mempertimbangkan parameter tersebut maka dapat dilakukan suatu perkiraan awal jumlah unit koridor VIII sampai koridor X. Tabel 4.9 berikut menunjukkan hasil perkiraan unit untuk koridor VIII – X yang didapatkan dari hasil pengalihan rasio bus/km yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.8 dengan jarak tempuh untuk tiap koridor.

Tabel 4.9. Perkiraan Jumlah Unit Bus Untuk Koridor VIII – X

Koridor	Panjang (Km)	Kepadatan	Interkoneksi	Jurusan	Perkiraan Unit
VIII	26	(Tinggi)	(Ada)	Lebak Bulus - Harmoni	(120)
IX	29,9	(Sedang)	(Ada)	Pluit - Pinang Ranti	(105)
X	19	(Rendah)	(Tidak)	Tanjung Priok - Cillilitan	(45)

Perkiraan jumlah bus pada Tabel 4.9 di atas dapat digunakan sebagai referensi untuk mengetahui prediksi kebutuhan BBG koridor VIII – X dengan cara mencari produksi kilometer tempuh tiap tahunnya terlebih dahulu. Produksi kilometer tempuh terdiri dari beberapa komponen yaitu

- 1) Jumlah bus yang beroperasi per satuan waktu.
- 2) Jumlah ritase yang dilakukan per satuan bus dan waktu.
- 3) Jarak kilometer produksi per ritase.
- 4) Jarak kilometer *empty* pulang-pergi yang ditempuh bus saat non operasi (saat dari atau ke depo) atau pengisian bahan bakar.
- 5) Jumlah hari kerja dan hari non kerja (libur, Sabtu , Minggu) dalam setahun.

Dengan menggunakan hasil perhitungan pada Tabel 4.9 dan 5 komponen produksi kilometer tempuh maka dapat dicari perkiraan produksi kilometer tempuh untuk koridor VIII – X per hari. Komponen perkiraan produksi kilometer tempuh untuk koridor VIII – X menggunakan acuan dari data aktual realisasi operasional koridor I – III yang diperoleh dari Bagian Operasional BLU TransJakarta Perencanaan 2008 – 2009 dan hasil wawancara dengan jurumudi koridor II – III yang dilakukan pada periode April 2008.

Tabel 4.10. Jumlah Ritase Per Bus Tiap Harinya untuk Koridor I – III Per April 2008.

Koridor	Jarak (Km)	Jumlah Bus	Rit per Bus per Hari	Sumber Informasi
I	12,9	91	8 - 9 Rit	Op. TransJakarta
II	14	55	9 Rit	Wawancara
III	19	71	9 Rit	Wawancara

Rata-rata tempuh untuk tiap koridor tiap harinya berkisar antara 8 sampai 9 rit per harinya. Dengan menggunakan pendekatan data di atas maka

diperkirakan jumlah ritase per bus tiap harinya untuk koridor VIII – X akan berkisar antara 7 – 9 rit. Jumlah ini sangat dipengaruhi oleh panjang koridor terutama untuk koridor VII dan IX yang memiliki panjang koridor sampai hampir dua kali lipat dibanding rata-rata panjang koridor lainnya sehingga diperkirakan jumlah ritase akan berkurang pada waktu operasional yang sama.

Tabel 4.11. Perkiraan Jumlah Ritase Per Bus Tiap Harinya Untuk Koridor VIII - X.

Koridor	Km / Rit	Perkiraan Unit	Jumlah Rit / Hari
VIII	26	(120)	(7)
IX	29,9	(105)	(7)
X	19	(45)	(9)

Perbedaan jumlah rit per hari antara koridor VIII – X seperti yang terlihat pada Tabel 4.11 di atas, terjadi karena adanya faktor jarak tempuh koridor VIII dan IX yang lebih jauh dibanding koridor lainnya sehingga diperkirakan jumlah rit untuk koridor tersebut akan lebih sedikit.

Tabel 4.12. Realisasi Operasional 2007 Koridor I (Sumber: Op. BLU TransJakarta)

No.	Tahun	2007
	Koridor	I
	Operator	P.T. JET
1	Jumlah Bus Operasi	24.620
	HeadWay Rata-rata (menit)	1,10
	Rata-rata Bus / Hari	66
2	Jumlah Km Produksi	5.462.993
	Rata-rata Km Produksi / Hari	14.967
3	Jumlah Km Empty	1.026.939
	Rata-rata Km Empty/Hari	2.814
4	Jumlah Km Tempuh	6.489.932
	Rata-rata Km tempuh per Hari	17.781
	Rata-rata Km tempuh per Hari. Bus	269
5	Jumlah Ritase	210.115
	Rata-rata Ritase Per Hari	576
	Rata-rata Ritase/Bus Tiap Hari	9
6	Kapasitas Penumpang	35.719.570
	Jumlah Penumpang (Data Ticketing)	24.440.707
7	Rata-rata Penumpang /Hari	66.961
	Rata-rata Penumpang/Bus Tiap Hari	1.015
	Penumpang/ Km Tempuh	3,80
	Load Factor	68%

Tabel 4.12 menunjukkan beberapa data aktual koridor I yang digunakan untuk dijadikan parameter perbandingan untuk perhitungan kilometer tempuh koridor- koridor baru. Beberapa data penting yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah:

- 1) Jumlah Km Produksi (5,46 juta kilometer)
- 2) Jumlah Km *Empty* (1,03 juta kilometer)

Dengan menggunakan hasil perhitungan dari perkiraan unit bus pada Tabel 4.9, perkiraan jumlah ritase pada Tabel 4.11, rasio Km Produksi : Km *Empty* dari Tabel 4.12 dan persamaan Km Tempuh pada Persamaan 6 pada sub bab 4.1 maka didapatkan hasil perkiraan jumlah Km Tempuh untuk masing-masing koridor baru.

Tabel 4.13. Perkiraan Jumlah Km Tempuh / Hari

Koridor	Km / Rit	Unit	Rit / Hari	Km Prod/ Hari	Km Empty/ Hari	Km Tempuh/ Hari
VIII	26	(120)	(7)	21.840	4.368	26.208
IX	29.9	(105)	(7)	21.976	4.395	26.371
X	19	(45)	(9)	7.695	1.539	9.234

Asumsi: Km *Empty* = 0,2 x Km Produksi.
 Km Produksi = Km/Rit.Unit x Unit x Rit/Hari
 Km Tempuh = Km Produksi + Km *Empty*

Penjelasan asumsi Km *Empty* = 0,2 x Km Produksi: dengan mengacu pada data operasional koridor I – III tahun 2007 dan perencanaan operasional koridor I tahun 2007 (Tabel 4.12) dimana jumlah kilometer *empty* bernilai kurang lebih 20% dari kilometer produksi per harinya maka dapat diperkirakan jumlah kilometer tempuh per harinya untuk perencanaan koridor VIII – X. Hal ini didukung dengan fakta hasil wawancara jurumudi koridor II – III periode April – Mei 2008 yang menegaskan bahwa tiap harinya, diperlukan 2 kali perjalanan pulang-pergi untuk pengisian bahan bakar untuk mencapai target 10 ritase per harinya. Perlu dicatat bahwa pada saat perjalanan pengisian BBG tersebut, tiap bus harus berada di jalur kendaraan biasa yang dipastikan akan

memiliki kepadatan lalu lintas yang lebih tinggi dibanding pada saat berada di jalur busway.

Dengan mengetahui perkiraan jumlah kilometer tempuh per hari untuk koridor VIII – X maka data di atas dapat diolah untuk mendapatkan jumlah kilometer tempuh per tahun dengan menghitung jumlah hari kerja dan hari non-kerja pada tahun 2009-2011. Dari data perencanaan operasional koridor I tahun 2008-2009, didapatkan referensi rasio pengoperasian bus antara hari kerja dan hari non-kerja.

Jumlah unit pada hari kerja lebih banyak daripada jumlah unit pada hari non-kerja karena jumlah penumpang yang lebih besar pada hari kerja. Rasio jumlah unit hari kerja/unit hari non-kerja yang didapatkan dari Op. BLU TransJakarta berkisar pada nilai 0,67 sehingga dengan rasio ini, perkiraan jumlah kilometer tempuh per tahun dapat dilakukan.

Tabel 4.14. Perkiraan Kilometer Tempuh Per Tahun Koridor VIII – X

Tahun		Koridor VIII	Koridor IX	Koridor X
2009	Jumlah Hari Kerja	248	248	248
	Jumlah Hari Non Kerja	117	117	117
	Km Tempuh / Hari (Kapasitas 100%)	26.208	26.371	9.234
	Kilometer Tempuh per Tahun	8.554.029	8.607.491	3.013.885
2010	Jumlah Hari Kerja	248	248	248
	Jumlah Hari Non Kerja	117	117	117
	Km Tempuh / Hari (Kapasitas 100%)	26.208	26.371	9.234
	Kilometer Tempuh per Tahun	8.554.029	8.607.491	3.013.885
2011	Jumlah Hari Kerja	247	247	247
	Jumlah Hari Non Kerja	118	118	118
	Km Tempuh / Hari (Kapasitas 100%)	26.208	26.371	9.234
	Kilometer Tempuh per Tahun	8.545.380	8.598.789	3.010.838

Tabel 4.14 menampilkan jumlah hari kerja untuk masing-masing koridor dimana jumlah hari libur diasumsikan sejumlah 13 hari sesuai dengan jumlah hari libur nasional tahun 2007 dan jumlah hari non kerja lainnya (Sabtu dan Minggu) dihitung secara manual dengan menggunakan kalender digital. Tabel 4.15 menunjukkan ringkasan dari Tabel 4.14 dimana ditampilkan kilometer tempuh tahun 2009 – 2011 untuk masing-masing koridor baru.

Tabel 4.15. Perkiraan Total Kilometer Tempuh Koridor VIII – X.

Tahun	Kilometer Tempuh Per Tahun Tiap Koridor			Total (Km)
	Koridor VIII	Koridor IX	Koridor X	
2009	8.554.029	8.607.491	3.013.885	20.175.406
2010	8.554.029	8.607.491	3.013.885	20.175.406
2011	8.545.380	8.598.789	3.010.838	20.155.007

Dengan menggunakan asumsi bahwa 1 LSP BBG dapat digunakan untuk jarak tempuh rata-rata 1,3 km dan dengan menggunakan data proyeksi produksi kilometer per koridor tiap tahunnya dari Tabel 4.15 ; jumlah konsumsi BBG untuk TransJakarta dapat dikalkulasi. Data konsumsi 1 LSP :1,3 km diperoleh dari informasi rata-rata teoritis dan konsumsi aktual bus TransJakarta koridor II dan III hasil wawancara yang dilakukan di SPBG Perintis Kemerdekaan (unit pelayanan pengisian koridor II dan II) dan wawancara dengan pihak BLU TransJakarta periode April – Mei 2008. Dengan mengasumsikan jumlah hari dalam setahun adalah 365 hari maka kebutuhan LSP dapat dikonversi menjadi satuan MMSCFD seperti pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Total Perkiraan Konsumsi BBG Per Tahun Koridor VIII – X.

Tahun	Konsumsi BBG (LSP)			Total (LSP)	Total (MMSCFD)
	Koridor VIII	Koridor IX	Koridor X		
2009	6.580.022	6.621.148	2.318.373	15.519.543	1,31
2010	6.580.022	6.621.148	2.318.373	15.519.543	1,31
2011	6.573.370	6.614.453	2.316.029	15.503.852	1,31

Didapatkan total demand BBG untuk koridor VIII – X berkisar antara 15,5 juta LSP atau setara dengan 1,31 MMSCFD gas. Dengan data ini maka jumlah SPBG yang akan ditambahkan untuk proyek 3 koridor baru ini dapat diperhitungkan. Perhitungan jumlah SPBG tambahan dan investasi dapat dilihat pada sub bab 4.3.1 dan 4.4.

4.1.3. Pengolahan Data Gabungan (Koridor II - X)

Dengan mengetahui jumlah total konsumsi BBG untuk TransJakarta untuk koridor aktual dan koridor yang akan dibangun maka dapat diketahui total

kebutuhan BBG untuk koridor II – X dari tahun 2007 -2011. Dengan mengasumsikan jumlah hari dalam setahun adalah 365 hari maka kebutuhan LSP dapat dikonversi menjadi satuan MMSCFD.

Tabel 4.17. Perkiraan Total Kebutuhan BBG 2007-2011 Koridor II - X.

Tahun	Konsumsi BBG (LSP)			Konsumsi (MMSCFD)
	Koridor II - VII	Koridor VIII - X	Total Koridor II - X	Total Koridor II - X
2007	25.771.244	0	25.771.244	2,18
2008	26.028.956	0	26.028.956	2,20
2009	26.289.246	15.519.543	41.808.789	3,53
2010	26.552.139	15.519.543	42.071.682	3,56
2011	26.817.660	15.503.852	42.321.512	3,58

Dari Tabel 4.17 di atas terlihat bahwa terdapat nilai 0 pada bagian koridor VIII – X tahun 2007 – 2008. Hal ini terjadi karena pada tahun-tahun ini, koridor baru diasumsikan belum beroperasi sehingga belum membutuhkan BBG. Terhitung bahwa terjadi kenaikan permintaan BBG dengan adanya 3 koridor baru yaitu sebesar 15,6 juta LSP per tahun atau setara dengan kenaikan *demand* sebesar 1,3 MMSCFD.

4.2. ANALISA TAKSI

Dalam pengolahan data untuk angkutan umum taksi, diperlukan beberapa hal utama yaitu:

- 1) Data jumlah armada taksi di DKI Jakarta dan sekitarnya. Data ini diperlukan untuk memproyeksikan jumlah armada taksi di masa depan.
- 2) Data konsumsi BBM rata-rata tiap taksi per satuan kilometer. Data ini diperlukan untuk mempermudah proyeksi perhitungan *demand* BBG untuk armada taksi di masa depan.
- 3) Data referensi pemakaian BBG di taksi.

Dari hasil wawancara yang dilakukan selama pengumpulan data, diperoleh keterangan bahwa jumlah taksi di wilayah DKI Jakarta telah mencapai titik jenuh dan jumlah dari taksi yang diterbitkan izin usahanya telah dibatasi. Hal ini diperkuat dengan:

- 1) Wawancara langsung dengan salah satu perusahaan taksi terbesar di DKI Jakarta pada April 2008 dimana Manager Humas perusahaan taksi tersebut menegaskan bahwa jumlah taksi di perusahaan tersebut telah dibatasi dan justru mengalami penurunan pada 5 tahun terakhir. Ekspansi perusahaan tersebut tidak lagi dilakukan dengan cara menambah armada untuk wilayah DKI Jakarta namun dengan cara membuka peluang di kota besar lainnya seperti Bandung dan Bali.
- 2) Dengan adanya data yang didapat dari Dirlantas DKI Jakarta per Februari 2008, terlihat bahwa pertumbuhan taksi di DKI Jakarta memang sudah dibatasi semenjak 2002 dan bahkan mengalami penurunan jumlah armada pada tahun 2007.

Jumlah taksi yang beroperasi di DKI Jakarta tidak saja didominasi oleh perusahaan taksi dari Jakarta namun daerah sekitar DKI Jakarta juga acap kali mengantongi izin untuk beroperasi di DKI Jakarta. Perusahaan luar DKI Jakarta inilah yang biasanya dianggap sebagai pemain baru dan belum dapat dibatasi pertumbuhannya

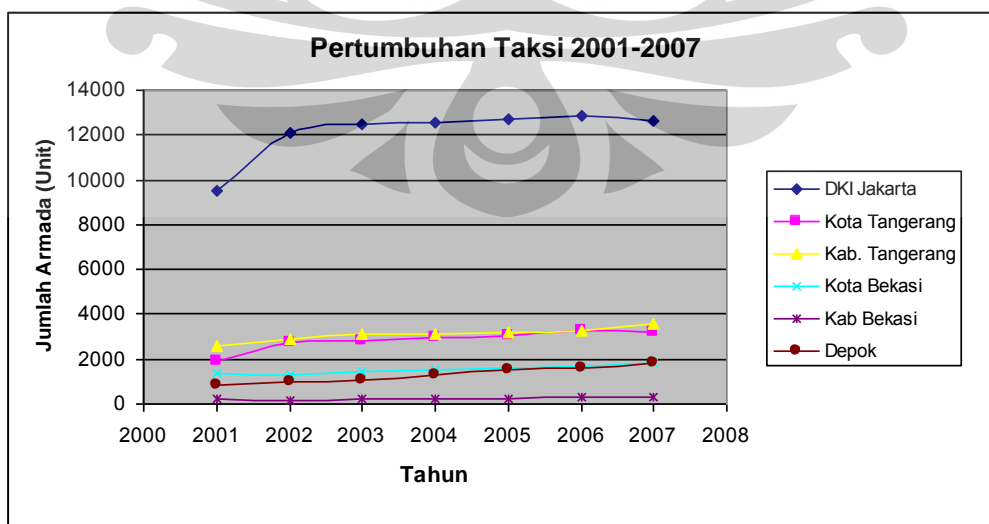
karena berada di luar daerah DKI Jakarta. Yang dimaksud daerah sekitar DKI Jakarta dan memiliki perusahaan taksi yang dapat beroperasi di DKI Jakarta adalah:

- 1) Kota Tangerang
- 2) Kabupaten Tangerang
- 3) Kota Bekasi
- 4) Kabupaten Bekasi
- 5) Depok.

Tabel 4.18. Pertumbuhan Taksi Daerah DKI Jakarta Dan Sekitarnya Tahun 2002-2007.

Wilayah	Tahun						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
DKI Jakarta	9.517	12.114	12.448	12.557	12.684	12.885	12.609
Kota Tangerang	1.896	2.717	2.849	2.948	3.080	3.274	3.187
Kab. Tangerang	2.587	2.874	3.108	3.112	3.217	3.288	3.584
Kota Bekasi	1.358	1.284	1.481	1.508	1.578	1.684	1.845
Kabupaten Bekasi	204	188	218	242	257	278	318
Depok	841	987	1.089	1.289	1.485	1.587	1.848
Jumlah	16.403	20.164	21.193	21.656	22.301	22.996	23.391

Terlihat dari Tabel 4.18 dan Grafik 4.2 bahwa pertumbuhan taksi DKI Jakarta memang mengalami stagnasi akibat titik jenuh namun untuk 5 daerah satelit di luar DKI Jakarta, jumlah taksi masih mengalami peningkatan yang berarti bahwa memang belum ada kontrol jumlah unit di luar ibukota.



Grafik 4.2. Pertumbuhan Taksi Tahun 2001-2007 Per Daerah Tiap Tahunnya.

Tingkat kejenuhan jumlah armada taksi ini dapat diteliti kembali dengan menggunakan Metode *Logistic Curve*. Pemisahan pengolahan data untuk tiap kota perlu dilakukan karena karakter tiap kota yang berbeda sehingga tidak bisa di-generalisasikan menjadi satu pengolahan data saja. Informasi ini sangat penting untuk pengolahan data skripsi ini karena sektor *demand* bahan bakar akan sangat mempengaruhi keluaran dari penelitian ini.

Catatan: terdapat 2 macam output pengolahan data pada sub bab 4.2.1 sampai dengan 4.2.6 yaitu tipe jenuh dan tipe bertumbuh. Daerah DKI Jakarta, Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang merupakan tipe jenuh; sedangkan Kota Bekasi, Kabupaten Bekasi serta Depok merupakan tipe bertumbuh. Untuk mempermudah pengamatan, akan diberikan satu contoh pengerjaan lengkap untuk masing-masing tipe output yaitu pada bagian daerah DKI Jakarta dan Kota Bekasi. Langkah pengerjaan yang lengkap untuk daerah lainnya akan diberikan pada bagian Lampiran di belakang.

4.2.1. Pengolahan Data Jumlah Taksi DKI Jakarta

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari taksi tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth rate* (GR).

Tabel 4.19. Nilai GR DKI Jakarta Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	9.517	27,28
2002	12.114	2,75
2003	12.448	0,87
2004	12.557	1,01
2005	12.684	1,58
2006	12.885	-2,14
2007	12.609	

Data GR pada Tabel 4.19 yang sudah didapatkan kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Dari regresi

GR (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang), didapatkan persamaan garis

$$y = -4,3009 x + 8622,1$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan berikutnya.

a=	8.622,10
a/Vm=	4,30
Vm=	2.004,72

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.20. Nilai S DKI Jakarta Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S
2001	9.517	27,28	-1,26
2002	12.114	2,75	-1,19
2003	12.448	0,87	-1,19
2004	12.557	1,01	-1,18
2005	12.684	1,58	-1,18
2006	12.885	-2,14	-1,18
2007	12.609		-1,18

Lewat pengolahan data yang telah dilakukan, terlihat bahwa nilai dari variabel S pada Tabel 4.20 bernilai negatif. Secara teoritis, nilai S yang bernilai negatif menunjukkan bahwa data sudah mencapai titik jenuh sehingga tidak dapat diproyeksi dengan metode *Logistic Curve* ini. Pada saat kondisi jenuh, data proyeksi jumlah taksi masa depan akan diasumsikan konstan dan akan bernilai sama dengan rata-rata jumlah taksi pada data aktual yaitu dari tahun 2001-2007.

Tabel 4.21. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi DKI Jakarta Tahun 2001 - 2015

Tahun	Jumlah Armada
2001	9.517
2002	12.114
2003	12.448
2004	12.557
2005	12.684
2006	12.885
2007	12.609
2008	12.116
2009	12.116
2010	12.116
2011	12.116
2012	12.116
2013	12.116
2014	12.116
2015	12.116

Tabel 4.21 menunjukkan jumlah taksi untuk wilayah DKI Jakarta, hasil nilai pengolahan pada tahun 2008 – 2015 bernilai konstan karena jumlah taksi di wilayah ini sudah dianggap jenuh sesuai dengan metode *Logistic Curve* dan diperkirakan akan berada pada kisaran rata-rata jumlah taksi tahun 2001 – 2007 (12.116 unit).

4.2.2. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kota Tangerang

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth rate* (GR).

Tabel 4.22. Nilai GR Kota Tangerang Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	1.896	43,30
2002	2.717	4,85
2003	2.849	3,47
2004	2.948	4,47
2005	3.080	6,29
2006	3.274	-2,65
2007	3.187	

Data GR yang sudah didapatkan pada Tabel 4.22 kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Dari regresi variabel GR (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang), didapatkan persamaan garis

$$y = -6,4135 x + 12859$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan berikutnya.

$V_m =$	2.004,98
---------	----------

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.23. Nilai S Kota Tangerang Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S
2001	1.896	43,30	17,39
2002	2.717	4,85	-3,81
2003	2.849	3,47	-3,37
2004	2.948	4,47	-3,12
2005	3.080	6,29	-2,86
2006	3.274	-2,65	-2,57
2007	3.187		-2,69

Lewat pengolahan data yang telah dilakukan, terlihat bahwa nilai dari variabel S pada Tabel 4.23 bernilai negatif. Secara teoritis, nilai S yang bernilai negatif menunjukkan bahwa data sudah mencapai titik jenuh sehingga tidak dapat diproyeksi dengan metode *Logistic Curve* ini. Pada saat kondisi jenuh, data proyeksi jumlah taksi masa depan akan diasumsikan konstan dan akan bernilai sama dengan rata-rata jumlah taksi pada data aktual.

Tabel 4.24. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kota Tangerang Tahun 2001 – 2015

Tahun	Jumlah Armada
2001	1.896
2002	2.717
2003	2.849
2004	2.948
2005	3.080
2006	3.274
2007	3.187
2008	2.850
2009	2.850
2010	2.850
2011	2.850
2012	2.850
2013	2.850
2014	2.850
2015	2.850

Tabel 4.24 menunjukkan jumlah taksi untuk wilayah Kota Tangerang, hasil nilai pengolahan pada tahun 2008 – 2015 bernilai konstan seperti pada wilayah DKI Jakarta karena jumlah taksi di wilayah ini sudah dianggap jenuh sesuai dengan metode *Logistic Curve* dan diperkirakan akan berada pada kisaran rata-rata jumlah taksi tahun 2001 – 2007 (2.850 unit).

4.2.3. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kabupaten Tangerang

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth rate* (GR).

Tabel 4.25. Nilai GR Kabupaten Tangerang Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	2.587	11,09
2002	2.874	8,14
2003	3.108	0,12
2004	3.112	3,37
2005	3.217	2,20
2006	3.288	9,00
2007	3.584	

Data GR yang sudah didapatkan pada Tabel 4.25 kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Dari hasil regresi linier variabel GR (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang), didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y = -0,7148 x + 1437,7$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan berikutnya.

Vm=	2.011,33
------------	-----------------

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.26. Nilai S Kabupaten Tangerang Tahun 2001 - 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S
2001	2.587	11,09	-4,49
2002	2.874	8,14	-3,33
2003	3.108	0,12	-2,83
2004	3.112	3,37	-2,82
2005	3.217	2,20	-2,66
2006	3.288	9,00	-2,57
2007	3.584		-2,27

Lewat pengolahan data yang telah dilakukan, terlihat bahwa nilai dari variabel S pada Tabel 4.26 bernilai negatif. Secara teoritis, nilai S yang bernilai negatif menunjukkan bahwa data sudah mencapai titik jenuh sehingga tidak dapat diproyeksi dengan metode *Logistic Curve* ini. Pada saat kondisi jenuh, data proyeksi jumlah taksi masa depan akan diasumsikan konstan dan akan bernilai sama dengan rata-rata jumlah taksi pada data aktual.

Tabel 4.27. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kabupaten Tangerang Tahun 2001 – 2015

Tahun	Jumlah Armada
2001	2.587
2002	2.874
2003	3.108
2004	3.112
2005	3.217
2006	3.288
2007	3.584
2008	3.110
2009	3.110
2010	3.110
2011	3.110
2012	3.110
2013	3.110
2014	3.110
2015	3.110

Tabel 4.27 menunjukkan jumlah taksi untuk wilayah Kabupaten Tangerang, hasil nilai pengolahan pada tahun 2008 – 2015 bernilai konstan seperti pada wilayah DKI Jakarta karena jumlah taksi di wilayah ini sudah dianggap jenuh sesuai dengan metode *Logistic Curve* dan diperkirakan akan berada pada kisaran rata-rata jumlah taksi tahun 2001 – 2007 (3.110 unit).

4.2.4. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kota Bekasi

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth Rrte* (GR).

Tabel 4.28. Nilai GR Kota Bekasi Tahun 2001 – 2007.

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	1.358	-5,44
2002	1.284	15,34
2003	1.481	1,82
2004	1.508	4,64
2005	1.578	6,71
2006	1.684	9,56
2007	1.845	

Data GR yang sudah didapatkan di Tabel 4.28 kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Hasil regresi linier variabel GR (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang) adalah sebuah persamaan garis yaitu:

$$y = 1,4855x - 2970,7$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

a=	2.970,7
a/ V_m =	1,48
V_m =	1.999,79

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.29. Nilai S Dan ln S Kota Bekasi Tahun 2001 – 2007.

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S	ln S
2001	1.358	-5,44	2,11	0,74
2002	1.284	15,34	1,79	0,58
2003	1.481	1,82	2,85	1,04
2004	1.508	4,64	3,06	1,12
2005	1.578	6,71	3,74	1,31
2006	1.684	9,56	5,33	1,67
2007	1.845		11,91	2,47

Dari plot grafik nilai ln S yang telah didapat di Tabel 4.29 (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang) maka akan didapat persamaan garis linier hasil regresi yaitu:

$$y = 0,2727x - 545,18$$

Dengan mendapatkan persamaan regresi dari ln S, nilai S pada tahun yang akan diprediksi akan dapat dihitung. Dan dengan meng-eksponenkan nilai ln S yang telah didapat maka akan didapatkan nilai S untuk tahun yang akan diprediksi.

Tabel 4.30, Nilai Ekstrapolasi ln S Dan Nilai S Kota Bekasi Tahun 2008 – 2015.

S	Selisih	ln S	ln S	-545,18	+	0,2727	x
	ln S aktual-model	model	aktual				
			y				
1,636	-0,256	0,492	0,749				2001
2,149	0,181	0,765	0,584				2002
2,823	-0,010	1,038	1,048				2003
3,709	0,190	1,310	1,120				2004
4,871	0,264	1,583	1,319				2005
6,399	0,182	1,856	1,673				2006
8,405	-0,349	2,128	2,478				2007
11,040	2,401	2,401	0				2008
14,502	2,674	2,674	0				2009
19,048	2,947	2,947	0				2010
25,020	3,219	3,219	0				2011
32,864	3,492	3,492	0				2012
43,168	3,765	3,765	0				2013
56,701	4,037	4,037	0				2014
74,477	4,310	4,310	0				2015

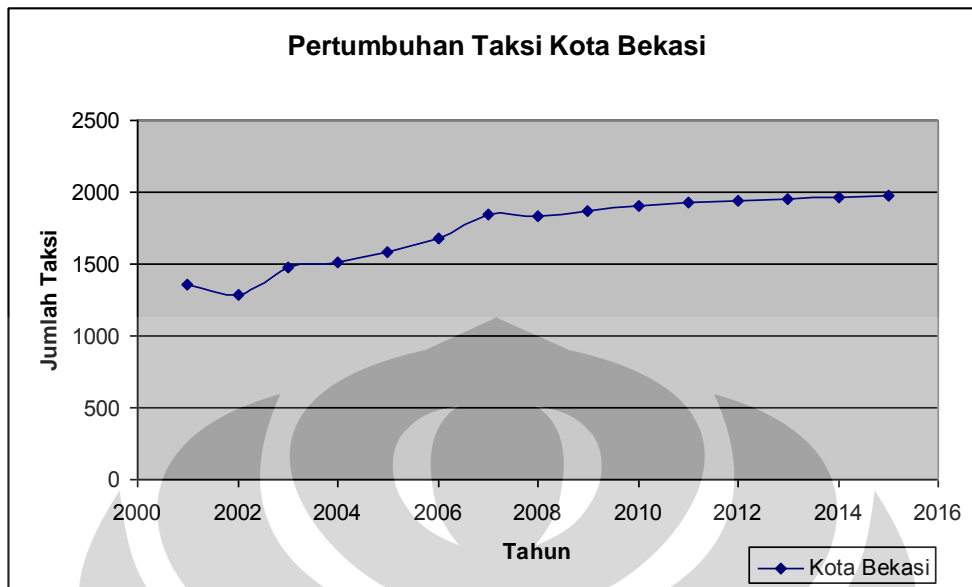
Ketika nilai S sudah didapatkan maka jumlah armada pada tahun yang akan diprediksi dapat dicari dengan men-trial nilai jumlah armada sampai mendapatkan nilai S yang sama dengan nilai S hasil regresi linier seperti pada Tabel 4.30. Nilai S dapat di-trial karena variabel S memiliki hubungan dengan data jumlah taksi (X_n) dengan hubungan persamaan:

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.31. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kota Bekasi Tahun 2001 – 2015

	Jumlah	Maksimum	Selisih	Trial	S
Tahun	Armada	Armada	thd Vm	Point	
2001	1.358	2.000	642		2,11
2002	1.284	2.000	716		1,79
2003	1.481	2.000	519		2,85
2004	1.508	2.000	492		3,06
2005	1.578	2.000	422		3,74
2006	1.684	2.000	316		5,33
2007	1.845	2.000	155		11,91
2008	1.834	2.000	166	11,04	11,04
2009	1.871	2.000	129	14,50	14,50
2010	1.900	2.000	100	19,04	19,04
2011	1.923	2.000	77	25,02	25,02
2012	1.941	2.000	59	32,86	32,86
2013	1.955	2.000	45	43,16	43,16
2014	1.965	2.000	35	56,70	56,70
2015	1.973	2.000	26	74,47	74,47

Bagian Tabel 4.31 yang diberikan warna kuning merupakan nilai jumlah armada yang telah berhasil diprediksi. Terlihat bahwa terjadi pertumbuhan jumlah taksi sampai dengan tahun 2015 namun dalam jumlah yang tidak terlalu signifikan dan menuju suatu keadaan jenuh untuk Kota Bekasi. Berikut adalah tampilan grafik dari Tabel 4.31 di atas.



Grafik 4.3. Hasil Perkiraan Pertumbuhan Taksi Kota Bekasi.

Dari Grafik 4.3, terlihat bahwa pertumbuhan taksi Kota Bekasi tahun 2008 – 2015 akan semakin meningkat namun berada dalam suatu gradien yang tidak terlalu curam atau dengan kata lain, menuju titik jenuh. Hal ini konsisten dengan data nilai V_m atau variabel volume maksimum titik jenuh jumlah taksi Kota Bekasi hasil perhitungan yang bernilai 2.000 unit.

4.2.5. Pengolahan Data Jumlah Taksi Kabupaten Bekasi

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth rate* (GR).

Tabel 4.32. Nilai GR Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2007.

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	204	-7,84
2002	188	15,95
2003	218	11,00
2004	242	6,19
2005	257	8,17
2006	278	14,38
2007	318	

Data GR yang sudah didapatkan pada Tabel 4.32 kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Dari hasil regresi linier variabel GR (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang), didapatkan persamaan garis yaitu

$$y = 2,3711x - 4742,5$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

$V_m =$	2.000,12
---------	----------

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

Tabel 4.33. Nilai S Dan ln S Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2007

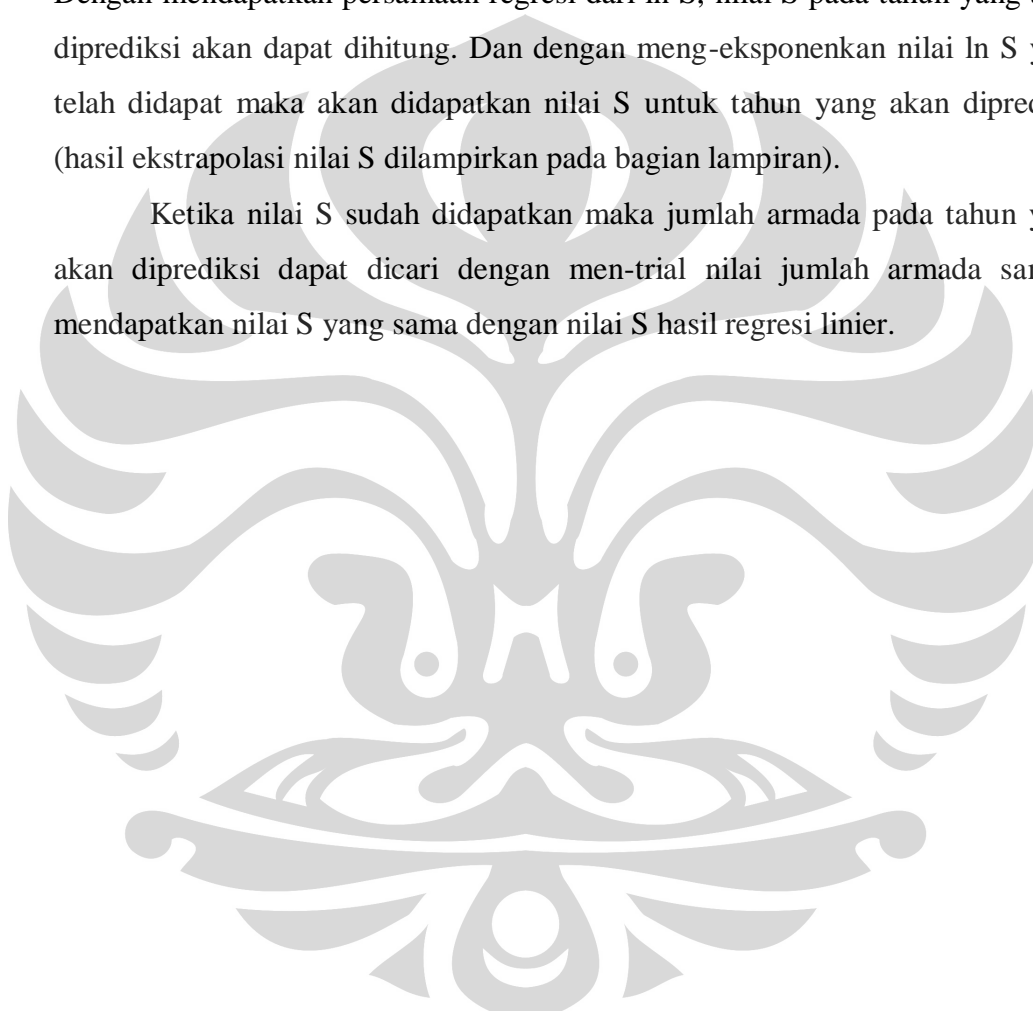
Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S	ln S
2001	204	-7,84	0,11	-2,17
2002	188	15,95	0,10	-2,26
2003	218	11,00	0,12	-2,10
2004	242	6,19	0,13	-1,98
2005	257	8,17	0,14	-1,91
2006	278	14,38	0,16	-1,82
2007	318		0,18	-1,66

Dari hasil regresi $\ln S$ (grafik regresi dilampirkan di lampiran pada bagian akhir skripsi ini) maka didapatkan sebuah persamaan linier baru yaitu:

$$y = 0,0928 x - 188,04$$

Dengan mendapatkan persamaan regresi dari $\ln S$, nilai S pada tahun yang akan diprediksi akan dapat dihitung. Dan dengan meng-eksponenkan nilai $\ln S$ yang telah didapat maka akan didapatkan nilai S untuk tahun yang akan diprediksi (hasil ekstrapolasi nilai S dilampirkan pada bagian lampiran).

Ketika nilai S sudah didapatkan maka jumlah armada pada tahun yang akan diprediksi dapat dicari dengan men-trial nilai jumlah armada sampai mendapatkan nilai S yang sama dengan nilai S hasil regresi linier.



Tabel 4.34. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Kabupaten Bekasi Tahun 2001 – 2015

Tahun	Jumlah Armada	Maksimum Armada	Selisih thd Vm	Trial Point	S
2001	204	2.000	1.796		0,11
2002	188	2.000	1.812		0,10
2003	218	2.000	1.782		0,12
2004	242	2.000	1.758		0,13
2005	257	2.000	1.743		0,14
2006	278	2.000	1.722		0,16
2007	318	2.000	1.682		0,18
2008	309	2.000	1.691	0,18	0,18
2009	335	2.000	1.665	0,20	0,20
2010	361	2.000	1.639	0,22	0,22
2011	390	2.000	1.611	0,24	0,24
2012	420	2.000	1.581	0,26	0,26
2013	451	2.000	1.549	0,29	0,29
2014	484	2.000	1.516	0,31	0,31
2015	519	2.000	1.481	0,35	0,35

Tabel 4.34 yang diberikan warna kuning merupakan nilai jumlah armada yang telah berhasil diprediksi. Terlihat bahwa terjadi pertumbuhan jumlah taksi sampai dengan tahun 2015 dalam jumlah yang signifikan, dikatakan signifikan karena jumlah taksi di akhir 2015 hampir mencapai kenaikan 100% dari data tahun 2007. Berikut adalah tampilan grafik dari Tabel 4.34 atas.



Grafik 4.4. Hasil Perkiraan Pertumbuhan Taksi Kabupaten Bekasi

Dari Grafik 4.4, terlihat bahwa pertumbuhan taksi Kabupaten Bekasi tahun 2008 – 2015 akan semakin meningkat dalam suatu gradien yang cukup curam atau dengan kata lain, jumlah taksi saat ini belum mendekati keadaan jenuh. Hal ini konsisten dengan data nilai V_m atau variabel volume maksimum titik jenuh jumlah taksi Kabupaten Bekasi hasil perhitungan yang bernilai 2.000 unit.

4.2.6. Pengolahan Data Jumlah Taksi Depok

Dari data pertumbuhan taksi yang didapat dari Dirlantas Metro Jaya (Tabel 4.18), diperoleh data pertumbuhan dari tahun 2001-2007. Data ini kemudian diolah sesuai dengan algoritma metode *Logistic Curve* untuk mendapatkan nilai *growth rate* (GR).

Tabel 4.35. Nilai GR Depok Tahun 2001 – 2007.

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)
2001	841	17,36
2002	987	10,33
2003	1.089	18,36
2004	1.289	15,20
2005	1.485	6,86
2006	1.587	16,44
2007	1.848	

Data GR yang sudah didapatkan pada Tabel 4.35 kemudian diregresi untuk mendapatkan persamaan regresi linier dari data yang didapatkan. Dari hasil regresi linier GR (grafik regresi linier GR dapat dilihat di lampiran), didapatkan persamaan garis yaitu

$$y = -0,5179x + 1051,8$$

Persamaan regresi pertama ini kemudian digunakan untuk mencari nilai V_m yang akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

V_m=	2.030,89
-----------------------	----------

Langkah selanjutnya adalah mencari regresi linier dari nilai S dengan cara memplot terlebih dahulu nilai S yang aktual.

$$S = \frac{X_n}{V_m - X_n}$$

Tabel 4.36. Nilai S Dan ln S Depok Tahun 2001 – 2007

Tahun	Jumlah Armada	GR (%)	S	ln S
2001	841	17,36	0,70	-0,34
2002	987	10,33	0,94	-0,05
2003	1.089	18,36	1,15	0,14
2004	1.289	15,20	1,73	0,55
2005	1.485	6,86	2,72	1,00
2006	1.587	16,44	3,57	1,27
2007	1.848		10,10	2,31

Regresi ln S (grafik hasil regresi ln S dapat dilihat pada bagian lampiran) menghasilkan sebuah persamaan linier yaitu:

$$y = 0,4106x - 822,06$$

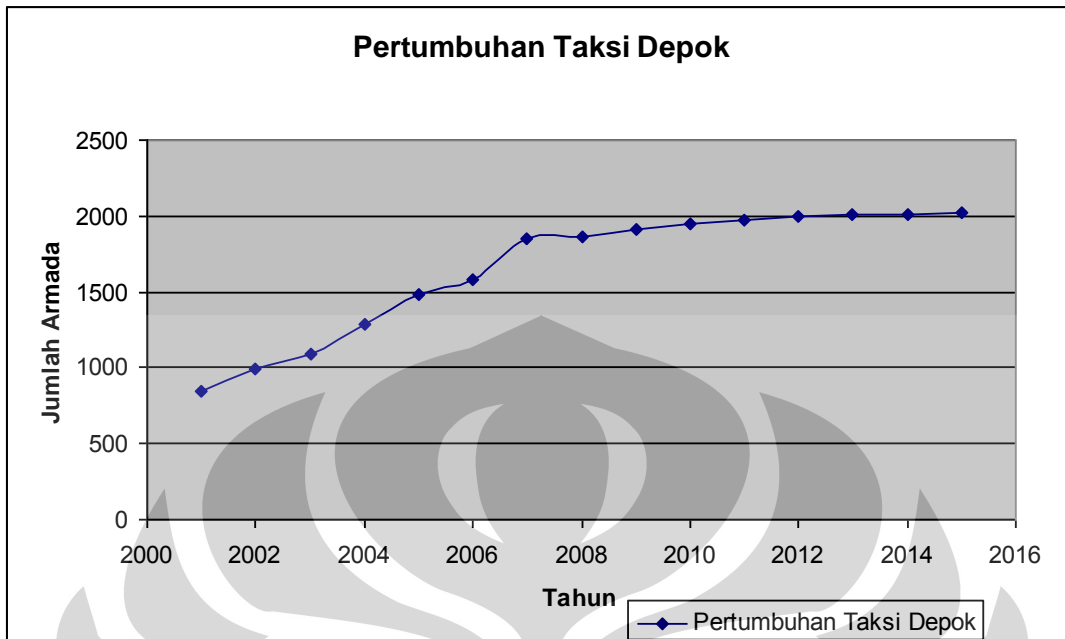
Dengan mendapatkan persamaan regresi dari ln S, nilai S pada tahun yang akan diprediksi akan dapat dihitung. Dan dengan meng-eksponenkan nilai ln S yang telah didapat maka akan didapatkan nilai S untuk tahun yang akan diprediksi (hasil ekstrapolasi nilai S dilampirkan pada bagian lampiran).

Ketika nilai S sudah didapatkan maka jumlah armada pada tahun yang akan diprediksi dapat dicari dengan men-trial nilai jumlah armada sampai mendapatkan nilai S yang sama dengan nilai S hasil regresi linier.

Tabel 4.37. Hasil Perkiraan Jumlah Taksi Depok Tahun 2001 – 2015

	Jumlah	Maksimum	Selisih	Trial	S
Tahun	Armada	Armada	thd Vm	Point	
2001	841	2.031	1.190		0,70
2002	987	2.031	1.044		0,94
2003	1.089	2.031	942		1,15
2004	1.289	2.031	742		1,73
2005	1.485	2.031	546		2,72
2006	1.587	2.031	444		3,57
2007	1.848	2.031	183		10,10
2008	1.860	2.031	171	10,85	10,85
2009	1.914	2.031	117	16,36	16,36
2010	1.952	2.031	79	24,68	24,68
2011	1.978	2.031	53	37,21	37,21
2012	1.995	2.031	36	56,10	56,10
2013	2.007	2.031	24	84,58	84,58
2014	2.015	2.031	16	127,53	127,53
2015	2.020	2.031	11	192,28	192,28

Bagian Tabel 4.37 yang diberikan warna kuning merupakan nilai jumlah armada yang telah berhasil diprediksi. Terlihat bahwa terjadi pertumbuhan jumlah taksi sampai dengan tahun 2015 dalam jumlah yang cukup drastis untuk wilayah Depok. Berikut adalah tampilan grafik dari Tabel 4.37 atas.



Grafik 4.5. Hasil Perkiraan Pertumbuhan Taksi Depok

Grafik 4.5 menunjukkan pertumbuhan taksi Depok tahun 2008 – 2015 akan semakin meningkat dalam suatu gradien yang cukup curam pada tahun 2008 – 2010 namun pada tahun 2011 - 2015, jumlah taksi akan mendekati keadaan jenuh pada kisaran jumlah 2.000 unit. Hal ini konsisten dengan data nilai V_m atau variabel volume maksimum titik jenuh jumlah taksi Depok hasil perhitungan yang bernilai 2.030 unit.

4.2.7. Pengolahan Taksi Secara Total

Bagian ini akan menggabungkan hasil dari proyeksi maupun estimasi rata-rata dari jumlah taksi tiap daerah. Jumlah taksi akan dijumlahkan dengan penjumlahan sederhana untuk melihat kebutuhan BBG sampai dengan tahun 2015.

Tabel 4.38. Hasil Pengolahan Data Jumlah Taksi 2008-2015

Kabupaten Tangerang		Kota Tangerang		DKI Jakarta	
Tahun	Jumlah Armada	Tahun	Jumlah Armada	Tahun	Jumlah Armada
2008	3.110	2008	2.850	2008	12.116
2009	3.110	2009	2.850	2009	12.116
2010	3.110	2010	2.850	2010	12.116
2011	3.110	2011	2.850	2011	12.116
2012	3.110	2012	2.850	2012	12.116
2013	3.110	2013	2.850	2013	12.116
2014	3.110	2014	2.850	2014	12.116
2015	3.110	2015	2.850	2015	12.116

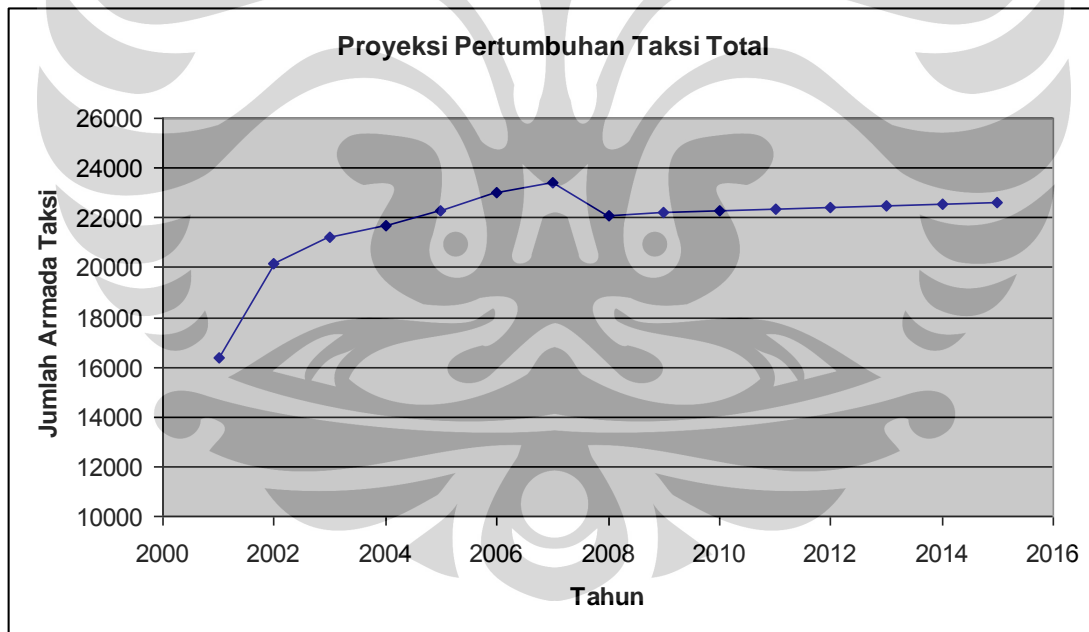
Depok		Kabupaten Bekasi		Kota Bekasi	
Tahun	Jumlah Armada	Tahun	Jumlah Armada	Tahun	Jumlah Armada
2008	1.860	2008	309	2008	1.834
2009	1.914	2009	335	2009	1.871
2010	1.952	2010	361	2010	1.900
2011	1.978	2011	390	2011	1.923
2012	1.995	2012	420	2012	1.941
2013	2.007	2013	451	2013	1.955
2014	2.015	2014	484	2014	1.965
2015	2.020	2015	519	2015	1.973

Kabupaten Tangerang, Kota Tangerang dan DKI Jakarta memiliki jumlah unit taksi yang konstan karena menurut teori *logistic curve*, keadaan jenuh sudah tercapai dan cenderung akan mengalami jumlah unit yang konstan. Depok, Kabupaten Bekasi dan Kota Bekasi yang secara teoritis belum mencapai

tingkat jenuh, akan terus mengalami pertumbuhan sampai menyentuh nilai jenuhnya (V_m). Tabel 4.39 dan Grafik 4. 6 berikut menampilkan hasil pertumbuhan unit taksi secara total:

Tabel 4.39. Jumlah Taksi Total Tahun 2008 – 2015

Tahun	Jumlah Armada Total
2008	22.079
2009	22.196
2010	22.290
2011	22.367
2012	22.432
2013	22.489
2014	22.540
2015	22.589



Grafik 4. 6. Hasil Proyeksi Pertumbuhan Taksi 2001 – 2015.

Sesuai dengan Tabel 4.39, jumlah tiap taksi akan terus bertumbuh, hal ini konsisten dengan data hasil pengolahan yang telah dilakukan sebelumnya pada sub bab 4.2.1 sampai 4.2.6. Pada Grafik 4. 6, terlihat bahwa sempat terjadi penurunan jumlah taksi secara total pada tahun 2008. Hal ini disebabkan oleh

adanya selisih jumlah unit taksi tahun 2007 di wilayah DKI Jakarta, Kota Tangerang dan Kabupaten Tangerang yang bernilai lebih besar daripada rata-rata jumlah unit hasil estimasi keadaan jenuh. Tercatat hampir terjadi selisih 1.000 unit akibat ketiga wilayah tersebut telah dinyatakan jenuh dan apalagi jumlah tahun berikutnya dinyatakan senilai dengan rata-rata unit tahun 2001 – 2007.

Dengan mengetahui jumlah unit taksi di masa depan maka dapat diprediksi jumlah kebutuhan BBM sampai dengan tahun 2015. Acuan yang akan dipakai dalam perhitungan selanjutnya merupakan rata-rata nilai yang didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan taksi dan dengan menggunakan asumsi nilai kalor yang dipakai oleh PGN saat ini. Dengan data jumlah taksi maka dapat diketahui jumlah kebutuhan BBG untuk moda transportasi taksi sampai dengan 2015 dengan menggunakan beberapa asumsi seperti:

- 1) **Konsumsi BBM untuk tiap taksi adalah rata-rata konsumsi mobil sedan dengan mesin kapasitas 1.500 cc. Menurut hasil wawancara dengan salah satu perusahaan taksi terbesar di Indonesia pada bulan April 2008, secara statistik tiap harinya diperlukan 40-50 liter BBM setara premium yang digunakan untuk jarak tempuh 250-300 km per harinya.**
- 2) **Jumlah hari operasi taksi tiap tahunnya berjumlah antara 340 - 345 hari, selisih 20 – 25 hari digunakan untuk *maintenance* minimal 1 hari tiap bulannya dan sekitar >10 hari untuk servis besar per tahun.**
- 3) **Harga BBG komersial adalah Rp 2562 untuk tiap LSP dan harga BBM setara premium adalah Rp 6000 untuk setiap liternya diasumsikan konstan selama periode studi.**

Jumlah	Hari	Kerja	=	340	Hari		
Premium	Per	Hari	=	45	Liter	per	Hari

Heat	Content	Premium	=	8.300	kcal	per	Liter	(PGN)
Heat	Content	CNG	=	9.500	kcal	per	m kubik	(PGN)

Lewat perhitungan, didapatkan nilai konsumsi untuk sektor transportasi umum dengan moda taksi per tahunnya juga nilai energi per tahun. Informasi ini kemudian digunakan untuk memprediksi kebutuhan BBG berdasarkan skenario yang diambil. Tabel 4.40 memperlihatkan demand BBG jika 100% armada taksi pada tahun itu terkonversi menggunakan BBG.

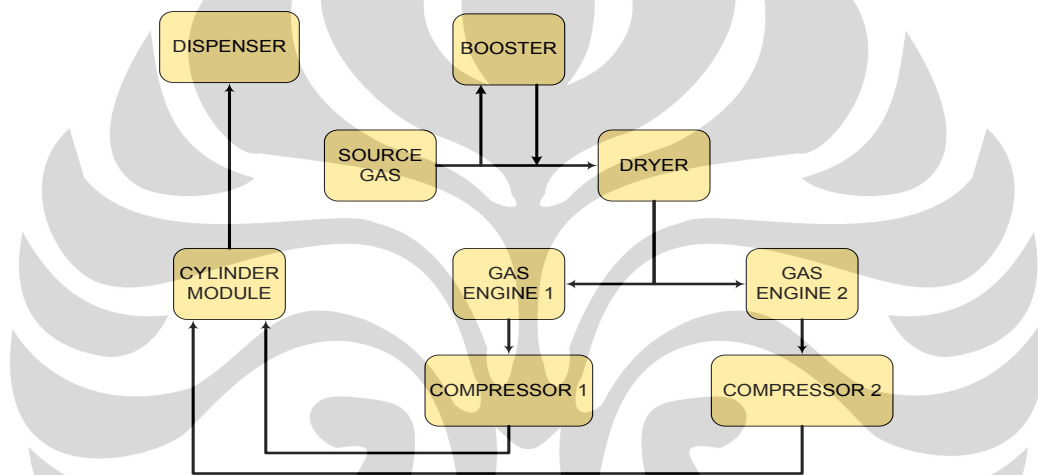
Tabel 4.40. Hasil Estimasi Konsumsi BBG (100% Terkonversi Tiap Tahun)

Tahun	Jumlah Armada	Jumlah Liter Premium / Tahun	Jumlah Energy / Tahun (kkal)	Jumlah MMSCFD
2008	22.079	337.801.745	2,803 E+12	28,55
2009	22.196	339.596.111	2,818 E+12	28,70
2010	22.290	341.030.316	2,830 E+12	28,82
2011	22.367	342.210.301	2,840 E+12	28,92
2012	22.432	343.210.071	2,848 E+12	29,01
2013	22.489	344.082.758	2,855 E+12	29,08
2014	22.540	344.867.466	2,862 E+12	29,15
2015	22.589	345.616.938	2,868 E+12	29,21

Terlihat bahwa jumlah kebutuhan gas jika 100 % taksi terkonversi BBG untuk setiap tahunnya. Jumlah kebutuhan BBG cenderung stabil pada level 28,55 – 29,21 MMSCFD, hal ini dikarenakan pertumbuhan taksi yang terjadi tidaklah drastis mengingat tingkat kejenuhan taksi di masing-masing daerah.

4.3. ANALISA SPBG

Adapun sistem SPBG yang diasumsikan akan dibangun pada pembahasan studi ini adalah SPBG tipe pengisian cepat. Dengan mengambil contoh referensi SPBG pengisian cepat yang ada di DKI Jakarta saat ini (SPBG Perintis Kemerdekaan), diperoleh data diagram alir proses sebagai berikut:



Gambar 4.2. Diagram Alir Proses CNG di SPBG PK

Penjelasan Gambar 4.2: gas dari pipa PGN (*source gas*) dengan tekanan 4-5 bar akan dialirkan ke *dryer* untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalam gas. Setelah gas melewati *dryer* maka gas kering akan dialirkan sebagian menuju gas engine dan sebagian besar sisanya ke kompresor. Gas engine merupakan sumber tenaga bagi kompresor dan menggunakan gas sebagai bahan bakarnya.

Kompresor akan menaikkan tekanan gas kering sampai dengan >200 bar untuk kemudian dialirkan ke cylinder module yaitu berupa susunan tabung gas dengan konfigurasi 2 x 5 x 10 tabung sebagai media penyimpanan gas bertekanan tinggi jika gas belum akan dipakai. Jika gas yang diterima dari penyedia gas tidak mencapai

tekanan minimum kompresor maka gas dari pipa asal akan terlebih dahulu dialirkan ke booster sampai dengan tekanan kerja minimum suction kompresor yaitu sekitar 4-5 bar.

Tabel 4.41. Hasil Pengamatan Lama Pengisian Bus TransJakarta (SPBG PK, April 2008)

Sampel	Awal (bar)	Akhir (bar)	Selisih (bar)	Lama Pengisian (Menit)
1	35	170	135	6
2	65	170	105	5
3	55	180	125	5
4	40	190	150	9
5	20	180	160	9
6	50	125	75	5
	125	200	75	6
7	40	195	155	11
8	40	175	135	7
9	30	190	160	10
10	20	150	130	5
	150	190	40	3

Tabel 4.41 di atas memberikan 10 sampel acak lama waktu pengisian bus TransJakarta dalam 1 hari, terlihat bahwa lama rata-rata untuk pengisian dari 30 sampai 170 bar adalah 6-8 menit (6 tabung @ 121 liter kapasitas volume air). Untuk pengisian taksi dengan tangki bahan bakar yang lebih kecil (rata-rata 40 – 50 liter air per tabung) diharapkan lama pengisian tidak akan memakan waktu terlalu lama sehingga diasumsikan tidak akan menimbulkan antrean yang panjang.

Dengan mengetahui jumlah konsumsi BBG untuk TransJakarta dan angkutan taksi maka data yang telah tersedia dapat diolah untuk menentukan jumlah SPBG dan fasilitas lain yang perlu dikembangkan untuk melayani kebutuhan BBG TransJakarta dan taksi DKI Jakarta.

4.3.1. Pengolahan Data SPBG Untuk TransJakarta

Dari hasil wawancara dengan bidang operasional BLU TransJakarta pada April 2008, didapatkan rencana pembangunan depo bus baru/pengoptimalan fasilitas depo bus yang sudah ada di DKI Jakarta untuk koridor TransJakarta yang sedang dikembangkan. Hal ini berarti bahwa untuk tambahan 3 koridor

baru maka akan dibutuhkan minimal 3 SPBG baru untuk tiap koridor barunya. Hal ini dapat terjadi selama *demand* BBG dari tiap koridor baru tersebut tidak melebihi kapasitas maksimum dari asumsi spesifikasi pelayanan SPBG pengisian cepat.

Tabel 4.16 pada bagian sebelumnya memperlihatkan kebutuhan *demand* BBG tiap koridor untuk koridor VIII – X masih berada di bawah kapasitas maksimum pengisian SPBG PK yaitu 6,75 juta LSP per tahun (sumber: Op. TransJakarta April 2008). Hal ini berarti bahwa untuk koridor baru (VIII – X), diperlukan masing-masing 1 SPBG baru yang dapat menampung kebutuhan BBG koridor tersebut.

Tabel 4.42. Prediksi Letak SPBG TransJakarta Koridor II – X.

Koridor	Rute	Lokasi SPBG Aktual	Rencana SPBG
II	Pulogadung - Harmoni	Perintis Kemerdekaan	Perintis Kemerdekaan
III	Harmoni - Kalideres	Rawa Buaya	Rawa Buaya
IV	Pulogadung - Dukuh Atas	Pemuda dan Perintis Kemerdekaan	Pemuda dan Perintis Kemerdekaan
V	Ancol - Kampung Melayu	Perintis Kemerdekaan	Tanah Merdeka
VI	Ragunan - Kuningan	Jalan Raya Bogor	Jalan Raya Bogor
VII	Kpg Rambutan - Kpg Melayu	Jalan Raya Bogor	Terminal Kampung Rambutan
VIII	Lebak Bulus - Harmoni	n/a	TB Simatupang
IX	Pluit - Pinang Ranti	n/a	Depo-J Halim Perdana Kusuma
X	Tanjung Priok - Cililitan	n/a	Depo-H Jalan Kramat Jati

Tabel 4.43. Spesifikasi Pipa Untuk Depo H dan J. (Sumber: Op. TransJakarta)

	Depo-H Kramat Jati	Depo-J Halim
Diameter Pipa PGN Terdekat	8"	8"
Tekanan Pipa	8 bar	8 bar
Kedalaman Pipa	1,5 m	1,5 m
Jarak Pipa ke Lokasi	700 m	670 m
Lintasan Jalan	50 m	152 m

Pada Tabel 4.42, tercantum kandidat depo yang akan ditambahkan SPBG untuk Koridor V – X. Koridor V – VII sampai saat ini masih berbagi SPBG

dengan SPBG Rawa Buaya, Pemuda dan Perintis Kemerdekaan sehingga diperlukan investasi SPBG untuk meningkatkan pelayanan dan mencegah penumpukan di ketiga SPBG tersebut. Sedangkan pada Tabel 4.43, didapatkan jarak dan diameter pipa PGN yang didapatkan dari Operasional TransJakarta.

4.3.2. Pengolahan Data SPBG Untuk Taksi

Bagian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan jumlah infrastruktur BBG berupa SPBG yang akan dibangun dalam rangka mengantisipasi peningkatan permintaan BBG sebagai akibat upaya konversi penggunaan BBG sebagai bahan bakar taksi. Pengolahan data akan diarahkan sesuai dengan skenario yang sudah direncanakan pada awal penelitian. Adapun jumlah SPBG *existing* di DKI Jakarta saat ini juga perlu diperhitungkan sebagai upaya optimasi infrastruktur yang sudah ada dan untuk menekan pengeluaran untuk SPBG baru. Dari data yang diperoleh dari PGN per Mei 2008, diperoleh daftar rencana pembangunan SPBG baru ataupun peremajaan (*refurbished*) infrastruktur yang sudah ada. SPBG *Refurbished* diasumsikan sudah memiliki lahan dan saluran pipa gas dan hanya memerlukan investasi peremajaan alat baru. Tabel 4.44 sampai Tabel 4.46 pada halaman berikut adalah daftar SPBG-SPBG berdasarkan status saat ini:

Tabel 4.44. Daftar SPBG *Refurbished*.

25 SPBG Baru / Refurbished

No.	Lokasi
1	Jalan Raya Cilangkap
2	Jalan Kampung Rambutan
3	Jalan Kalibata
4	Jalan Pramuka
5	Jalan T.B. Simatupang-Ragunan
6	Jalan Pangeran Antasari
7	Jalan Raya Slipi
8	Jalan Raya Pakubuwono
9	Jalan Blok S
10	Jalan Patal Senayan
11	Jalan Ciledug Raya
12	Jalan Raya Fatmawati
13	Jalan Metro Pondok Indah
14	Jalan Arteri Kebun Jeruk
15	Jalan Raya Pondok Cabe
16	Jalan Cempaka Putih
17	Jalan Cipinang
18	Jalan Pondok Gede
19	Jalan Gusti Ngurah Rai
20	Jalan Raya Cakung
21	Jalan Raya Kapuk
22	Jalan Raya Kembangan
23	Jalan KH Mas Mansyur
24	Jalan Menteng Raya
25	Jalan Raya Bekasi

Tabel 4.45. Daftar SPBG *Existing*.

6 SPBG Umum Existing

No.	Lokasi
1	Kalideres
2	Sumenep
3	Gading
4	Margonda
5	Pesing
6	Cikokol

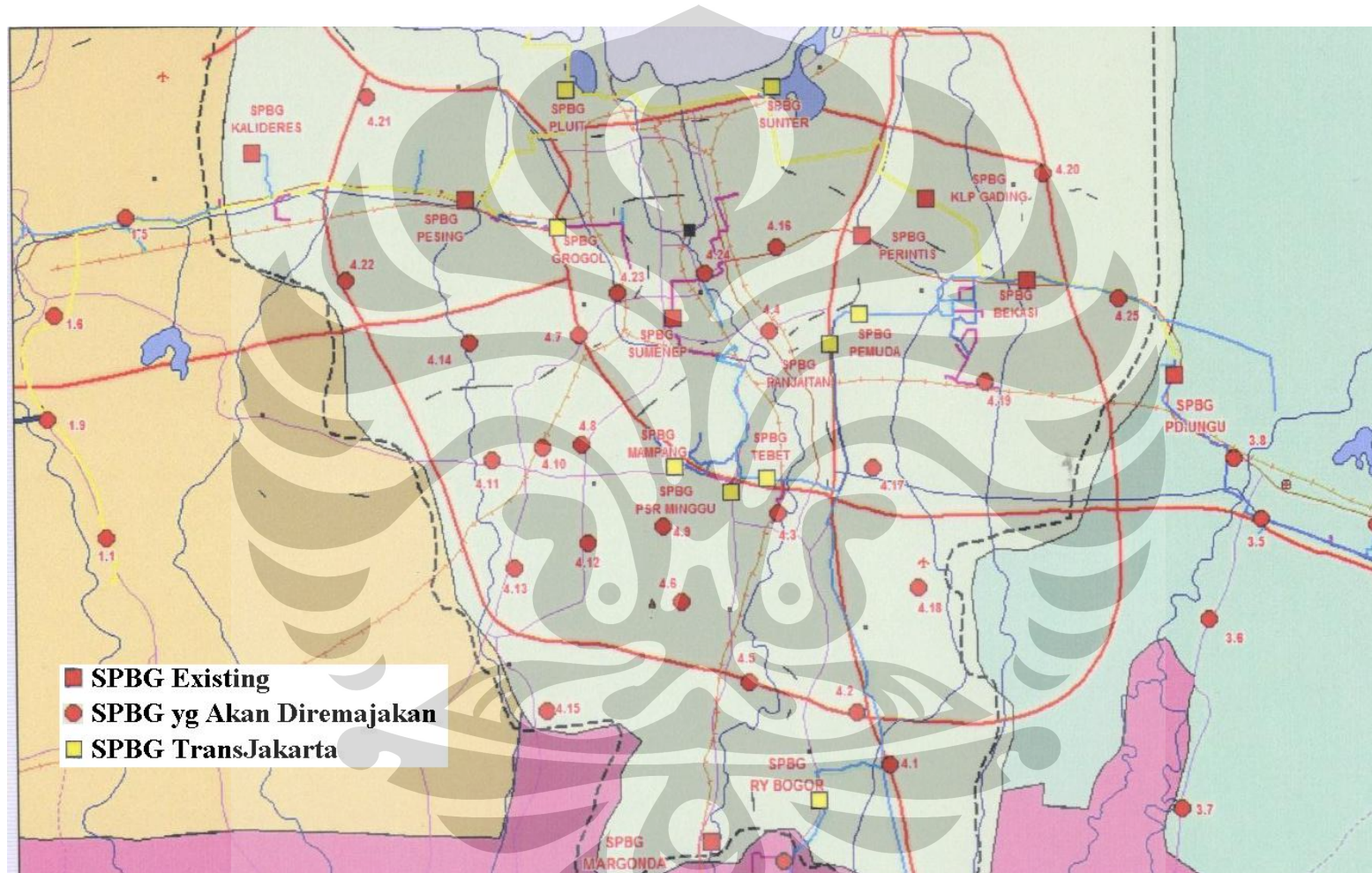
Tabel 4.46. Daftar SPBG Potensial untuk TransJakarta.

12 SPBG Busway

No.	Lokasi	Koridor
1	Pluit	I
2	Perintis	II
3	Rawabuaya	III
4	Pemuda	IV
5	Sunter	V
6	Mampang	VI
7	Jalan Raya Bogor	VII
8	Pasar Minggu	
9	Tebet	
10	Panjaitan	
11	Grogol	
12	Bekasi	
13	New	
14	New	
15	New	

Gambar 4.3 berikut memperlihatkan persebaran lokasi SPBG sesuai dengan daftar di atas, dapat dicatat bahwa lingkaran merah adalah SPBG yang akan diremajakan, kotak merah berarti SPBG *existing* dan kotak kuning adalah SPBG *existing* yang dipergunakan untuk TransJakarta.

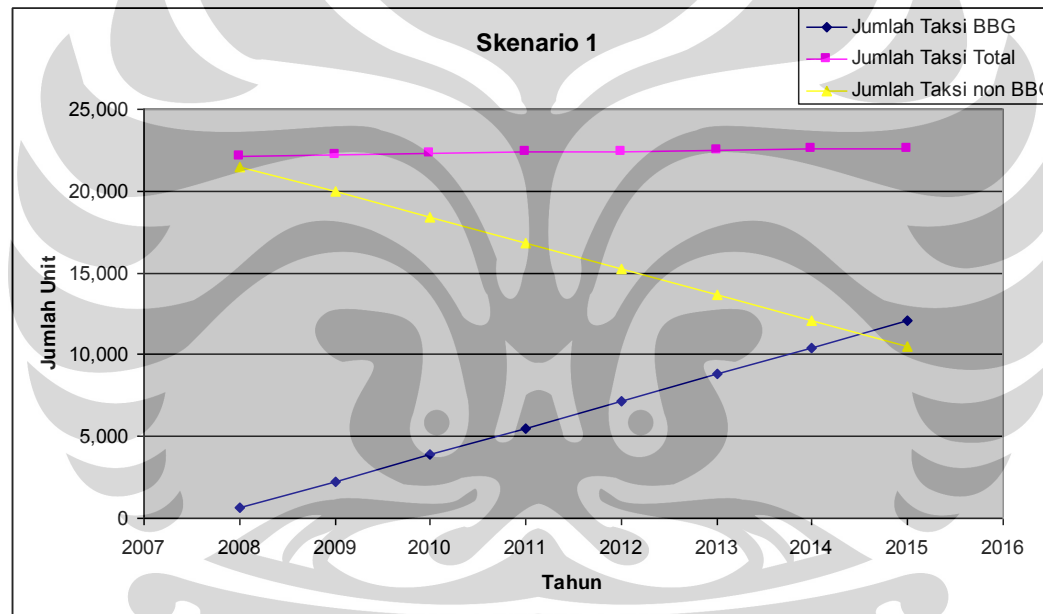




Gambar 4.3. Gambar Persebaran SPBG DKI Jakarta (Sumber: PGN, 2008)

Skenario I : Konversi 50% Jumlah Taksi Tahun 2007 Sampai Dengan 2015

Catatan: Pengolahan jumlah taksi BBG skenario I dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.



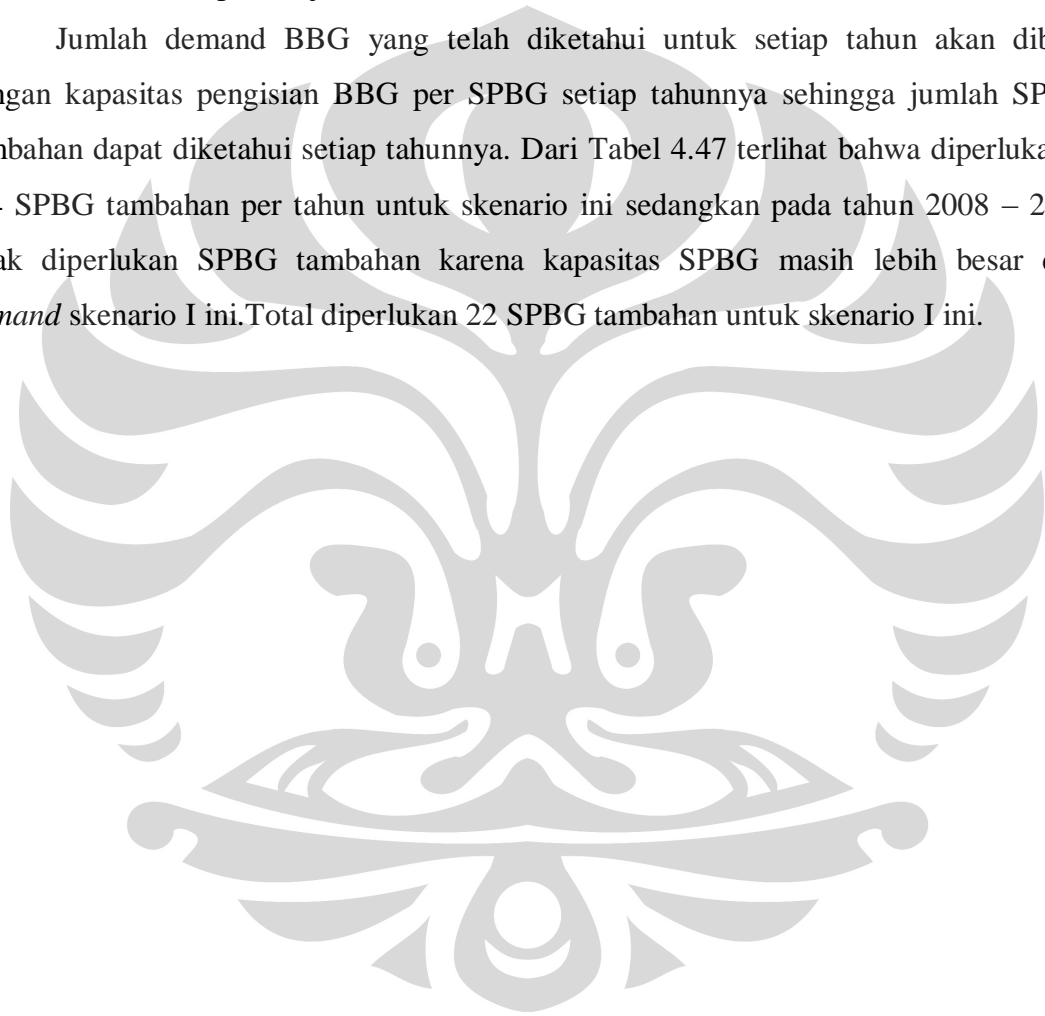
Grafik 4.7. Jumlah Taksi Terkonversi Sampai 2015 (Skenario I)

Tabel 4.47. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario I).

Tahun	SPBG Existing Awal Tahun	Kapasitas Existing (LSP / Tahun)	Jumlah Kebutuhan BBG Akhir Tahun (LSP)	Selisih Demand Akhir Tahun (LSP)	Jumlah SPBG Akhir Tahun	Pembulatan Jumlah SPBG	Tambahan SPBG per tahun
2008	6	40.470.850	9.256.500	31.214.350	6	6	0
2009	6	40.470.850	34.308.261	6.162.589	6	6	0
2010	6	40.470.850	59.360.022	-18.889.172	8.80	9	3
2011	9	60.706.274	84.411.783	-23.705.509	12.51	13	4
2012	13	87.686.841	109.463.544	-21.776.703	16.23	17	4
2013	17	114.667.407	134.515.305	-19.847.898	19.94	20	3
2014	20	134.902.832	159.567.066	-24.664.234	23.66	24	4
2015	24	161.883.398	184.618.827	-22.735.429	27.37	28	4

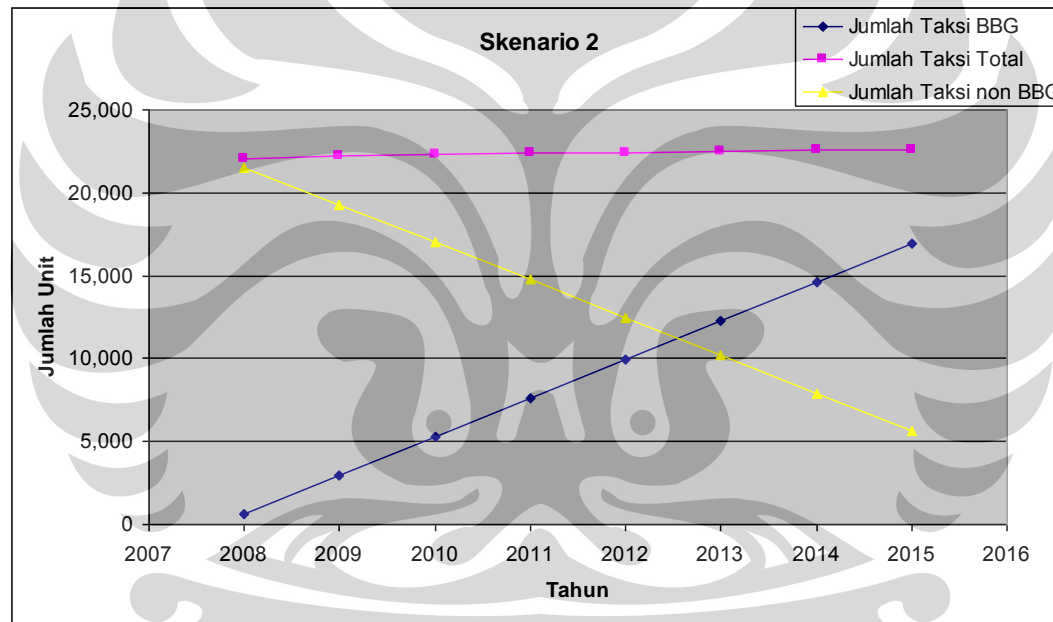
Skenario I dimulai dengan perhitungan jumlah unit per tahun yang terkonversi ke BBG. Target skenario ini adalah 50 % dari jumlah taksi tahun 2007 akan terkonversi pada akhir tahun 2015 atau dalam rentang waktu 7 tahun. Hal ini berarti 7 % dari jumlah taksi yang akan terkonversi per tahun. Jumlah 7 % setahun setara dengan 1.637 unit taksi per tahun. Dengan mengalikan asumsi jumlah kerja dan konsumsi BBG per hari maka akan didapatkan jumlah *demand* BBG untuk skenario ini.

Jumlah *demand* BBG yang telah diketahui untuk setiap tahun akan dibagi dengan kapasitas pengisian BBG per SPBG setiap tahunnya sehingga jumlah SPBG tambahan dapat diketahui setiap tahunnya. Dari Tabel 4.47 terlihat bahwa diperlukan 3 – 4 SPBG tambahan per tahun untuk skenario ini sedangkan pada tahun 2008 – 2009 tidak diperlukan SPBG tambahan karena kapasitas SPBG masih lebih besar dari *demand* skenario I ini. Total diperlukan 22 SPBG tambahan untuk skenario I ini.



Skenario II : Konversi 70% Jumlah Taksi Tahun 2007 Sampai Dengan 2015

Catatan: Pengolahan jumlah taksi BBG skenario I dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.



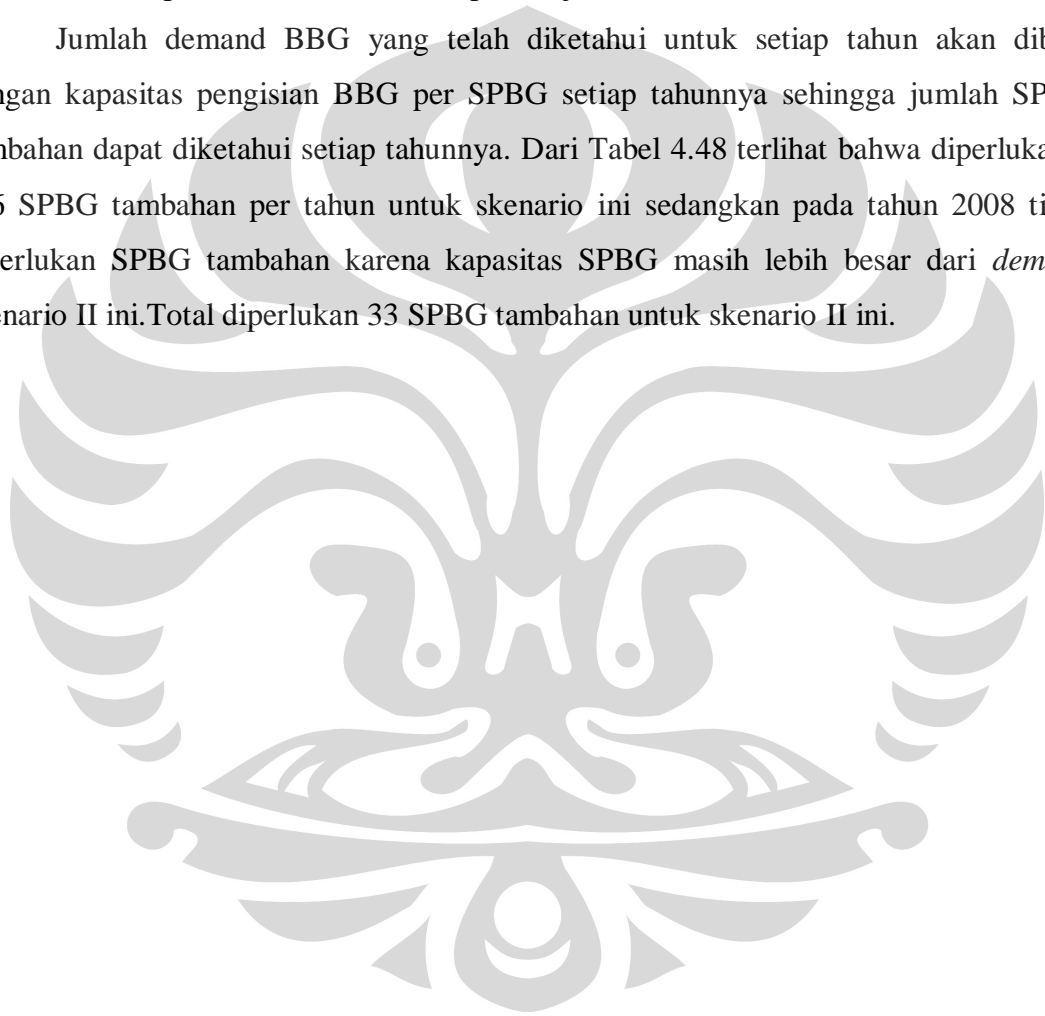
Grafik 4.8. Jumlah Taksi Terkonversi Sampai 2015 (Skenario II)

Tabel 4.48. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario II).

Tahun	SPBG Existing Awal Tahun	Kapasitas Existing (LSP / Tahun)	Jumlah Kebutuhan BBG Akhir Tahun (LSP)	Selisih Demand Akhir Tahun (LSP)	Jumlah SPBG Akhir Tahun	Pembulatan Jumlah SPBG	Tambahan SPBG per tahun
2008	6	40.470.850	9.256.500	31.214.350	6	6	0
2009	6	40.470.850	45.044.730	-4.573.880	6.68	7	1
2010	7	47.215.991	80.832.960	-33.616.969	11.98	12	5
2011	12	80.941.699	116.621.190	-35.679.491	17.29	18	6
2012	18	121.412.549	152.409.420	-30.996.871	22.60	23	5
2013	23	155.138.257	188.197.650	-33.059.393	27.90	28	5
2014	28	188.863.965	223.985.880	-35.121.915	33.21	34	6
2015	34	229.334.814	259.774.110	-30.439.296	38.51	39	5

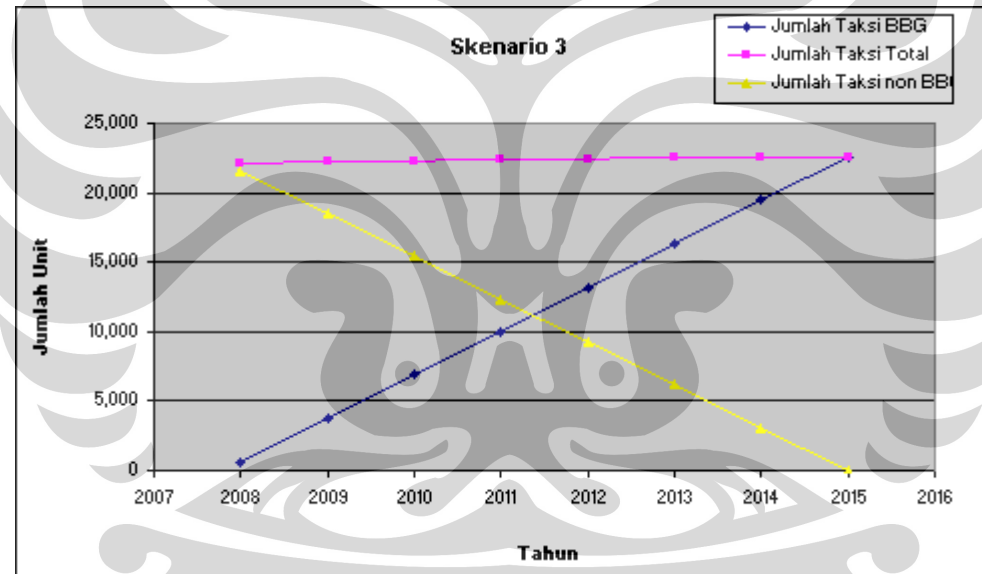
Skenario II dimulai dengan perhitungan jumlah unit per tahun yang terkonversi ke BBG. Target skenario *intermediate* ini adalah 70 % dari jumlah taksi tahun 2007 akan terkonversi pada akhir tahun 2015 atau dalam rentang waktu 7 tahun. Hal ini berarti 10 % dari jumlah taksi yang akan terkonversi per tahun. Jumlah 10 % setahun setara dengan 2.329 unit taksi per tahun. Dengan mengalikan asumsi jumlah kerja dan konsumsi BBG per hari maka akan didapatkan jumlah *demand* BBG untuk skenario ini.

Jumlah *demand* BBG yang telah diketahui untuk setiap tahun akan dibagi dengan kapasitas pengisian BBG per SPBG setiap tahunnya sehingga jumlah SPBG tambahan dapat diketahui setiap tahunnya. Dari Tabel 4.48 terlihat bahwa diperlukan 5 – 6 SPBG tambahan per tahun untuk skenario ini sedangkan pada tahun 2008 tidak diperlukan SPBG tambahan karena kapasitas SPBG masih lebih besar dari *demand* skenario II ini. Total diperlukan 33 SPBG tambahan untuk skenario II ini.



Skenario III : Konversi 100% Jumlah Taksi Tahun 2007 Sampai Dengan 2015

Catatan: Pengolahan jumlah taksi BBG skenario I dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.



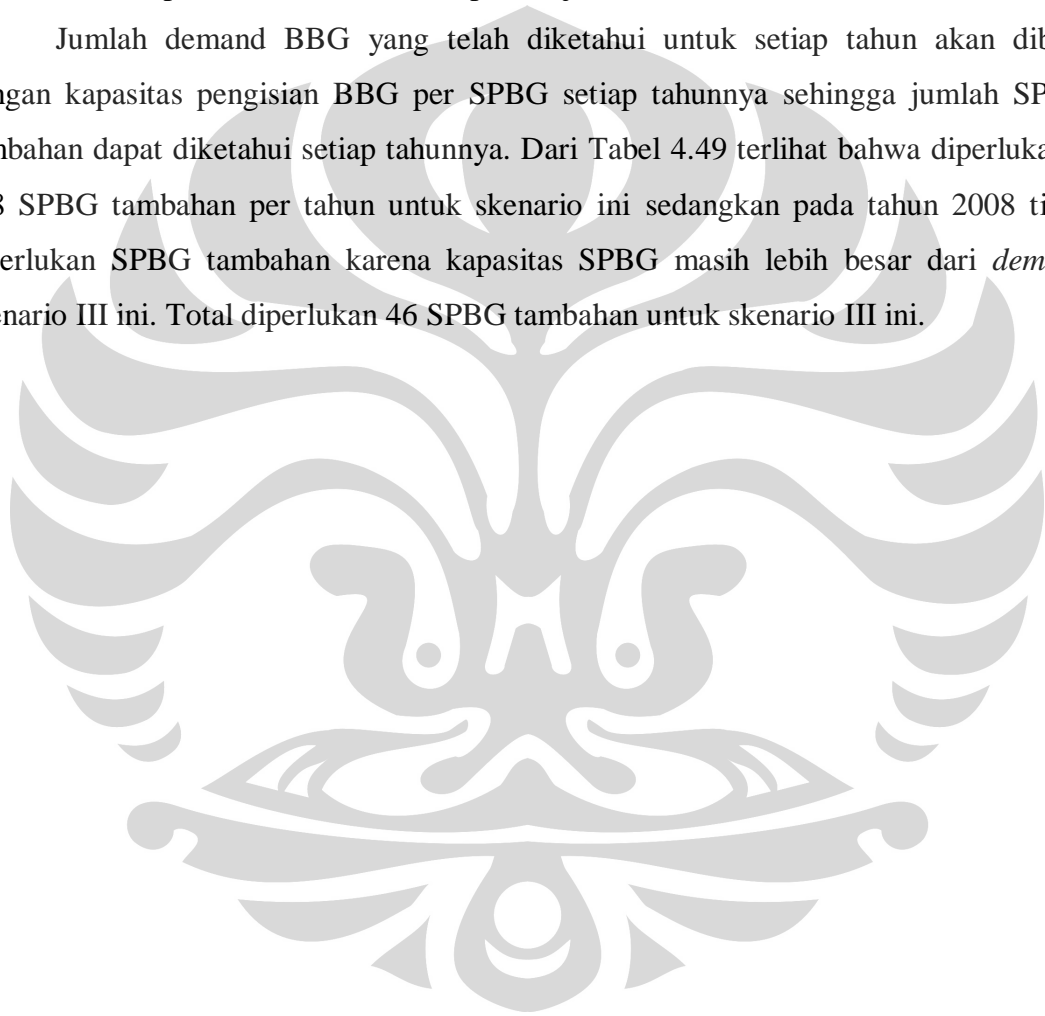
Grafik 4.9. Jumlah Taksi Terkonversi Sampai 2015 (Skenario III)

Tabel 4.49. Jumlah Tambahan SPBG 2008-2015 (Skenario III)

Tahun	SPBG Existing Awal Tahun	Kapasitas Existing (LSP / Tahun)	Jumlah Kebutuhan BBG Akhir Tahun (LSP)	Selisih Demand Akhir Tahun (LSP)	Jumlah SPBG Akhir Tahun	Pembulatan Jumlah SPBG	Tambahan SPBG per tahun
2008	6	40.470.850	9.256.500	31.214.350	6	6	0
2009	6	40.470.850	57.284.305	-16.813.455	8,49	9	3
2010	9	60.706.274	105.312.109	-44.605.835	15,61	16	7
2011	16	107.922.266	153.339.914	-45.417.648	22,73	23	7
2012	23	155.138.257	201.367.719	-46.229.462	29,85	30	7
2013	30	202.354.248	249.395.523	-47.041.275	36,97	37	7
2014	37	249.570.239	297.423.328	-47.853.089	44,09	45	8
2015	45	303.531.372	345.451.133	-41.919.761	51,21	52	7

Skenario III dimulai dengan perhitungan jumlah unit per tahun yang terkonversi ke BBG. Target skenario optimistis ini adalah 100 % dari jumlah taksi tahun 2007 akan terkonversi pada akhir tahun 2015 atau dalam rentang waktu 7 tahun. Hal ini berarti 13,42 % dari jumlah taksi yang akan terkonversi per tahun. Jumlah 14,32 % setahun setara dengan 3.139 unit taksi per tahun. Dengan mengalikan asumsi jumlah kerja dan konsumsi BBG per hari maka akan didapatkan jumlah *demand* BBG untuk skenario ini.

Jumlah *demand* BBG yang telah diketahui untuk setiap tahun akan dibagi dengan kapasitas pengisian BBG per SPBG setiap tahunnya sehingga jumlah SPBG tambahan dapat diketahui setiap tahunnya. Dari Tabel 4.49 terlihat bahwa diperlukan 7 – 8 SPBG tambahan per tahun untuk skenario ini sedangkan pada tahun 2008 tidak diperlukan SPBG tambahan karena kapasitas SPBG masih lebih besar dari *demand* skenario III ini. Total diperlukan 46 SPBG tambahan untuk skenario III ini.



4.4. ANALISA INVESTASI

Dengan mengetahui jumlah dari penambahan unit SPBG tiap tahunnya untuk masing-masing skenario maka jumlah investasi dapat dihitung dengan menggunakan beberapa asumsi. Asumsi yang digunakan adalah:

- 1) Spesifikasi peralatan yang akan diinvestasikan adalah peralatan yang memiliki spesifikasi sama dengan peralatan di SPBG Perintis Kemerdekaan. SPBG Perintis dijadikan acuan karena performanya merupakan performa terbaik dibanding dengan SPBG aktual lainnya saat pengolahan data.
- 2) Untuk SPBG yang diremajakan, investasi hanya meliputi pembelian peralatan. SPBG yang diremajakan tidak memiliki investasi lahan dan jaringan pipa karena diasumsikan sudah memiliki lahan serta pipa saluran gas yang lama dan hanya memerlukan pemasangan alat baru saja.
- 3) Investasi SPBG baru akan memasukkan komponen investasi non peralatan dan peralatan. SPBG baru diasumsikan digunakan hanya untuk pengisian BBG tanpa fasilitas pengisian BBM sehingga tidak ada komponen investasi untuk tangki BBM dan dispenser BBM.
- 4) Luas lahan untuk SPBG baru diasumsikan cukup untuk menampung minimal antrian 15-20 kendaraan setara sedan taksi per barisnya.
- 5) SPBG Busway diasumsikan dapat digunakan untuk pengisian BBG moda angkutan umum lainnya sesuai dengan fakta di lapangan bahwa SPBG Perintis Kemerdekaan juga melayani pengisian BBG untuk Mikrolet daerah sekitar.
- 6) Faktor konversi yang digunakan adalah 1 US\$ = Rp. 9.500.

Dari referensi [20] dan [21] didapatkan nilai investasi peralatan SPBG, dengan menggunakan asumsi bahwa spesifikasi yang digunakan adalah sama dengan SPBG pengisian cepat Perintis Kemerdekaan. SPBG PK digunakan sebagai acuan karena telah beroperasi penuh sepanjang tahun, merupakan SPBG dengan sistem pengisian cepat yang telah teruji oleh BLU TransJakarta dan memiliki tingkat produktivitas yang baik sepanjang tahun 2007. Nilai investasi peralatan SPBG dapat dirinci dalam Tabel 4.50 berikut:

Tabel 4.50. Daftar Investasi Peralatan dan Non Peralatan SPBG Tahun 2008.

Daftar Investasi				
Investasi Peralatan	Spesifikasi	Jumlah	Harga Per Unit 2008 (Rp)	Harga 2008 (Rp)
Kompresor	360 HP, Capacity 220 m ³ /jam, P suction = 4.5 bar	2	1.136.280.587	2.272.561.175
	T suction = 50 Celcius, P discharge = 200 bar			
	Reciprocating, Isentropic Efficiency = 70%			
Booster	75 HP, Capacity 393.57 m ³ /jam, P suction = 2.5 bar	1	437.030.995	437.030.995
	T suction = 50 Celcius, P discharge = 8 bar			
Dryer	Asumsi: Setara dengan Pressure Vessel 660 lb	1	159.600.000	159.600.000
	Material Zirconium (www.matche.com)			
Modul Silinder	Working Pressure 200 bar, XXS, d =12 3/4 inch	100	5.115.011	511.501.077
Dispenser	2 Nozzle per Dispenser.	2	100.000.000	200.000.000
Gas Engine		2	1.398.499.184	2.796.998.369
Sub Total I Harga Peralatan				6.377.691.615
Sistem Kontrol & Valve	Asumsi: 10% Harga Sub Total I Peralatan		637.769.162	637.769.162
Sub Total II Harga Peralatan				7.015.460.777
Biaya Shipping & Instalasi	Asumsi: 10 % Harga Sub Total II Peralatan		701.546.078	701.546.078
Total Harga Peralatan				7.717.006.854
Investasi Non Alat	Spesifikasi	Jumlah	Harga Per Unit	Harga
Lahan + Konstruksi	Kapasitas Tampung 20 kendaraan kecil = 5.000 m ²	5,000	2.500.000	12.500.000.000
Instalasi Listrik	Instalasi listrik untuk bangunan dan fas-um	1	50.000.000	50.000.000
Bangunan	Bangunan permanen 1 lantai 10 x 10 m	1	100.000.000	100.000.000
Total Non Alat				12.650.000.000

Dari Tabel 4.50 terlihat bahwa total harga peralatan untuk investasi SPBG adalah 7,72 miliar sedangkan investasi non peralatan bernilai 12,65 miliar Rupiah, jumlah ini akan ditambahkan dengan harga perpipaan sehingga nilai total investasi per SPBG dapat diketahui sesuai dengan spesifikasi SPBG tersebut (baru atau *refurbished*). Semua perhitungan teknis spesifikasi Tabel 4.50 dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang. Persamaan 7 dan 8 di bawah memperlihatkan komponen investasi SPBG *Refurbished* dengan SPBG baru.

$$\text{Investasi } n \text{ SPBG Refurbished} = n \times \text{Investasi Peralatan} \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Investasi } m \text{ SPBG Baru} = m \times (\text{Investasi Peralatan} + \text{Non Peralatan} + \text{Perpipaan}) \dots \dots \dots (8)$$

Oleh karena adanya pengaruh waktu terhadap nilai investasi maka diperlukan sebuah parameter yang dapat digunakan untuk memprediksi nilai investasi di masa depan. Salah satu parameter yang sering digunakan dan cukup tepat adalah dengan menggunakan indeks *Nelson Farrar*. Dengan menggunakan ekstrapolasi nilai aktual tahun 2000-2006 maka nilai indeks sampai dengan tahun 2015 dapat diperkirakan seperti pada Tabel 4.51 di bawah (grafik regresi dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang)..

Tabel 4.51. Hasil Prediksi Nelson Farrar Index 2008-2015.

Tahun	Annual Average
2008	2.256
2009	2.362
2010	2.469
2011	2.575
2012	2.682
2013	2.788
2014	2.895
2015	3.001

Hasil pengolahan data yang sudah didapat pada sub-bab 4.1 sampai 4.3 akan digunakan untuk menghitung jumlah SPBG dan total SPBG yang akan didirikan sampai 2015 sesuai dengan skenario yang telah dibuat.

4.4.1. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario I

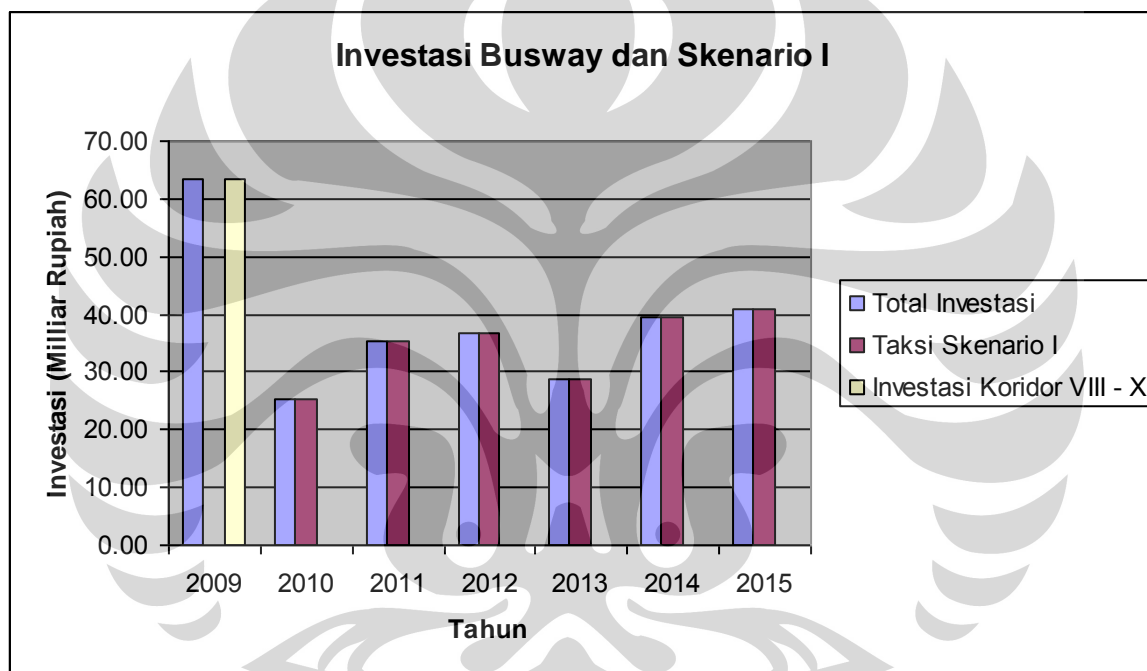
Dengan menggunakan indeks Nelson Farrar yang telah diekstrapolasi (Tabel 4.51) dan estimasi investasi peralatan-non peralatan (Tabel 4.50), perhitungan investasi dapat dilakukan. Hasil pengolahan data (dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang) menghasilkan data seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.52 dan Grafik 4.10.

Skenario I (50% taksi terkonversi) menghasilkan output dimana tidak diperlukan penambahan SPBG baru pada tahun 2009 karena 6 SPBG *existing* saat ini secara perhitungan mampu mengakomodasi penambahan unit taksi BBG sampai tahun 2009. Pada tahun 2010 - 2015, penambahan konstan unit taksi BBG sesuai skenario mengharuskan adanya peremajaan SPBG lama sehingga investasi meningkat sesuai dengan Tabel 4.52.

Investasi TransJakarta diasumsikan harus selesai pada tahun 2009, pembangunan infrastruktur ditujukan untuk koridor V – X dimana SPBG koridor VI dan VIII adalah SPBG *refurbished* sehingga tidak memerlukan investasi non peralatan lagi. SPBG koridor V – X selain VI dan VIII dianggap dibangun di atas depo bus sehingga memerlukan investasi perpipaan (**asumsi: 40 US\$ per inch untuk tiap meter pipa**) dan diperlukan investasi untuk peralatan SPBG. **Asumsi lain yang digunakan adalah rata-rata jarak pipa untuk SPBG taksi dari pipa sumber PGN berjarak 750 meter**, sedangkan jarak pipa untuk SPBG TransJakarta didapat dari bagian Operasional TransJakarta per April 2008 dan pendekatan langsung dengan menghitung jarak dengan menggunakan peta berskala. Semua langkah perhitungan dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.

Tabel 4.52. Hasil Perhitungan Investasi Skenario I Taksi Dan Investasi TransJakarta

Tahun	Investasi Taksi (Miliar Rp)	Investasi Busway (Miliar Rp)	Total Investasi (Miliar Rp)
2009	0	63,36	63,36
2010	25,31	0	25,31
2011	35,23	0	35,23
2012	36,69	0	36,69
2013	28,61	0	28,61
2014	39,60	0	39,60
2015	41,06	0	41,06



Grafik 4.10. Perbandingan Investasi Untuk Skenario I Tahun 2009 – 2015.

Menurut Skenario I, jumlah SPBG *refurbished* cukup untuk mengakomodasi pelayanan pengisian 50% jumlah unit taksi yang terkonversi sehingga investasi yang diperlukan hanya investasi peralatan. Tidak ada investasi non-peralatan dan perpipaan karena tidak ada SPBG baru dari 22 SPBG tambahan yang akan dibangun, hal ini menghasilkan jumlah total investasi yang tidak terlalu besar.

4.4.2. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario II

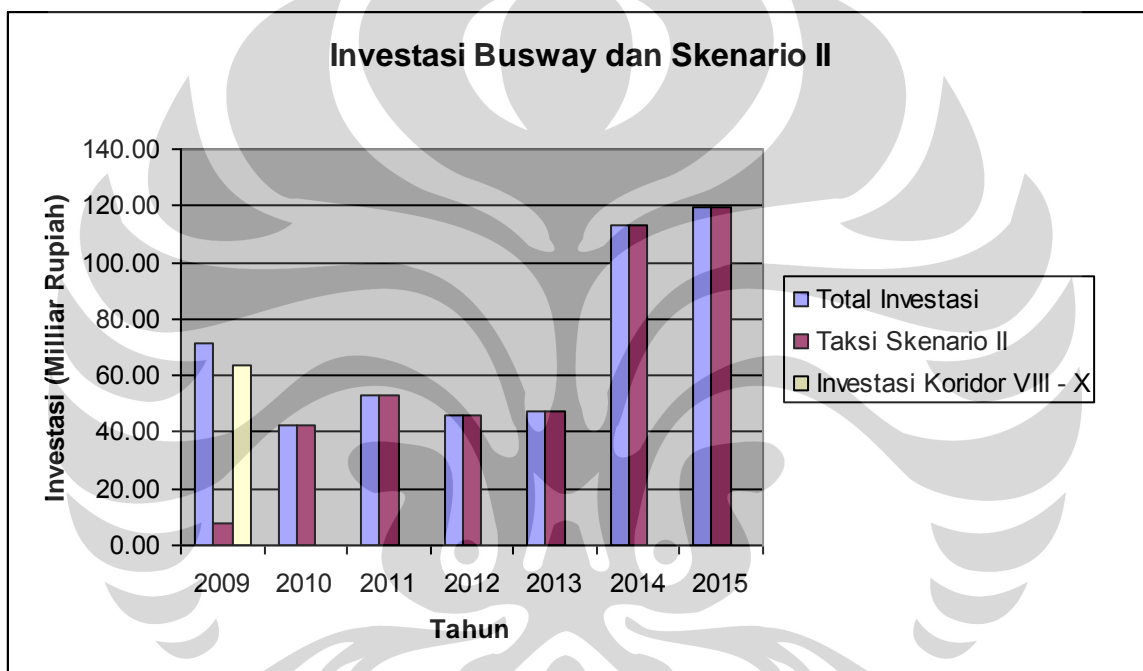
Dengan menggunakan indeks Nelson Farrar yang telah diekstrapolasi (Tabel 4.51) dan estimasi investasi peralatan-non peralatan (Tabel 4.50), perhitungan investasi dapat dilakukan. Hasil pengolahan data (dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang) menghasilkan data seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.53 dan Grafik 4.11.

Skenario II (70% taksi terkonversi) menghasilkan output dimana diperlukan penambahan SPBG baru pada tahun 2014 – 2015 karena 6 SPBG *existing* dan 24 SPBG *refurbished* saat ini secara perhitungan tidak mampu mengakomodasi penambahan unit taksi BBG pada periode 2014 - 2015. Pada tahun 2009 - 2015, penambahan konstan unit taksi BBG sesuai skenario II, mengharuskan peremajaan SPBG *refurbished* serta pembangunan SPBG baru sehingga investasi meningkat sesuai dengan Tabel 4.53 .

Investasi TransJakarta diasumsikan harus selesai pada tahun 2009, pembangunan infrastruktur ditujukan untuk koridor V – X dimana SPBG koridor VI dan VIII adalah SPBG *refurbished* sehingga tidak memerlukan investasi non peralatan lagi. SPBG koridor V – X selain VI dan VIII dianggap dibangun di atas depo bus sehingga memerlukan investasi perpipaan (**asumsi: 40 US\$ per inch untuk tiap meter pipa**) dan diperlukan investasi untuk peralatan SPBG. **Asumsi lain yang digunakan adalah rata-rata jarak pipa untuk SPBG taksi dari pipa sumber PGN berjarak 750 meter**, sedangkan jarak pipa untuk SPBG TransJakarta didapat dari bagian Operasional TransJakarta per April 2008 dan pendekatan langsung dengan menghitung jarak dengan menggunakan peta berskala. Semua langkah perhitungan dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.

Tabel 4.53. Hasil Perhitungan Investasi Skenario II Taksi Dan Investasi TransJakarta

Tahun	Total Investasi Taksi (Miliar Rp)	Total Investasi Busway (Miliar Rp)	Total Investasi (Miliar Rp)
2009	8,08	63,37	71,45
2010	42,22	0,00	42,22
2011	52,85	0,00	52,85
2012	45,87	0,00	45,87
2013	47,69	0,00	47,69
2014	113,05	0,00	113,05
2015	119,29	0,00	119,29



Grafik 4.11. Perbandingan Investasi Untuk Skenario II Tahun 2009 – 2015.

Dari Grafik 4.11, terlihat bahwa terjadi lonjakan investasi pada tahun 2014 – 2015. Hal ini disebabkan oleh pembangunan SPBG baru sehingga diperlukan investasi non peralatan dan perpipaan. Secara total diperlukan 9 SPBG baru selain upaya peremajaan 24 SPBG lama agar pelayanan *demand* dapat berjalan dengan baik untuk skenario II ini. Total investasi tahun 2010 mengalami penurunan dibanding tahun 2009, hal ini disebabkan oleh adanya investasi infrastruktur TransJakarta sebesar 63 miliar pada tahun 2009. Daftar nama SPBG baru untuk skenario II ini dapat dilihat pada bagian lampiran,

semua data jarak dan diameter pipa diperoleh dari hasil kalkulasi serta menggunakan data dari PGN .

4.4.3. Perhitungan Investasi TransJakarta dan Skenario III

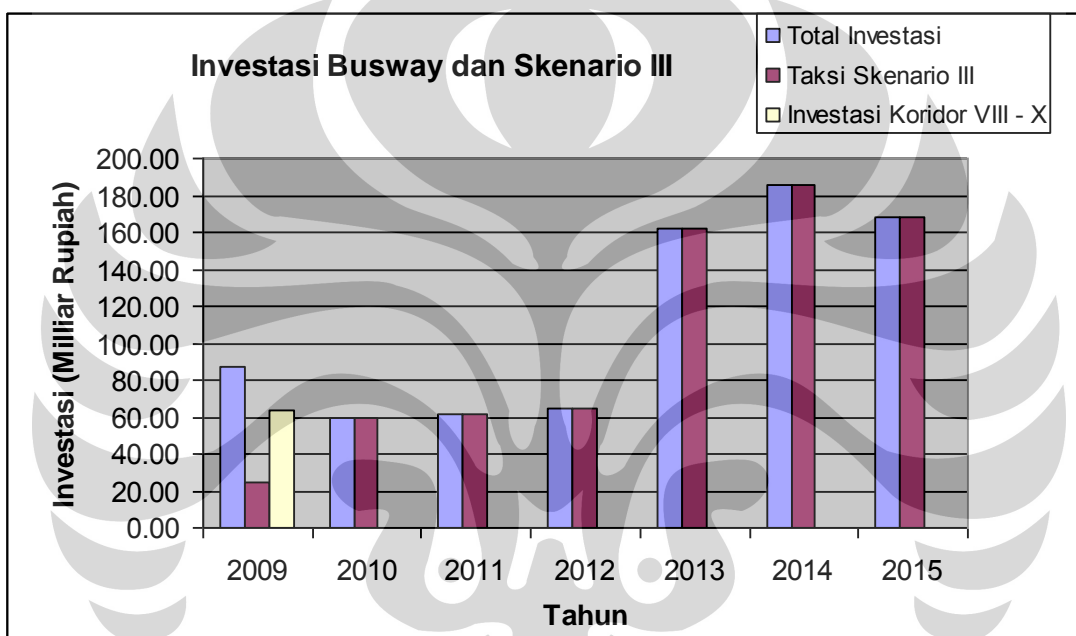
Dengan menggunakan indeks Nelson Farrar yang telah diekstrapolasi (Tabel 4.51) dan estimasi investasi peralatan-non peralatan (Tabel 4.50), perhitungan investasi dapat dilakukan. Hasil pengolahan data (dapat dilihat pada bagian lampiran di belakang) menghasilkan data seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.54 dan Grafik 4.11.

Skenario III (100% taksi terkonversi) menghasilkan output dimana diperlukan penambahan SPBG baru pada tahun 2013 – 2015 karena 6 SPBG *existing* dan 24 SPBG *refurbished* saat ini secara perhitungan tidak mampu mengakomodasi penambahan unit taksi BBG pada periode 2014 - 2015. Pada tahun 2009 - 2015, penambahan konstan unit taksi BBG sesuai skenario III, mengharuskan peremajaan SPBG *refurbished* serta pembangunan SPBG baru sehingga investasi meningkat sesuai dengan Tabel 4.54.

Investasi TransJakarta diasumsikan harus selesai pada tahun 2009, pembangunan infrastruktur ditujukan untuk koridor V – X dimana SPBG koridor VI dan VIII adalah SPBG *refurbished* sehingga tidak memerlukan investasi non peralatan lagi. SPBG koridor V – X selain VI dan VIII dianggap dibangun di atas depo bus sehingga memerlukan investasi perpipaan (**asumsi: 40 US\$ per inch untuk tiap meter pipa**) dan diperlukan investasi untuk peralatan SPBG. **Asumsi lain yang digunakan adalah rata-rata jarak pipa untuk SPBG taksi dari pipa sumber PGN berjarak 750 meter**, sedangkan jarak pipa untuk SPBG TransJakarta didapat dari bagian Operasional TransJakarta per April 2008 dan pendekatan langsung dengan menghitung jarak dengan menggunakan peta berskala. Semua langkah perhitungan dapat dilihat pada bagian Lampiran di belakang.

Tabel 4.54. Hasil Perhitungan Investasi Skenario III Taksi Dan Investasi TransJakarta

Tahun	Total Investasi Taksi (Miliar Rp)	Total Investasi Busway (Miliar Rp)	Total Investasi (Miliar Rp)
2009	24,24	63,37	87,61
2010	59,11	0,00	59,11
2011	61,66	0,00	61,66
2012	64,21	0,00	64,21
2013	161,85	0,00	161,85
2014	186,11	0,00	186,11
2015	167,97	0,00	167,97

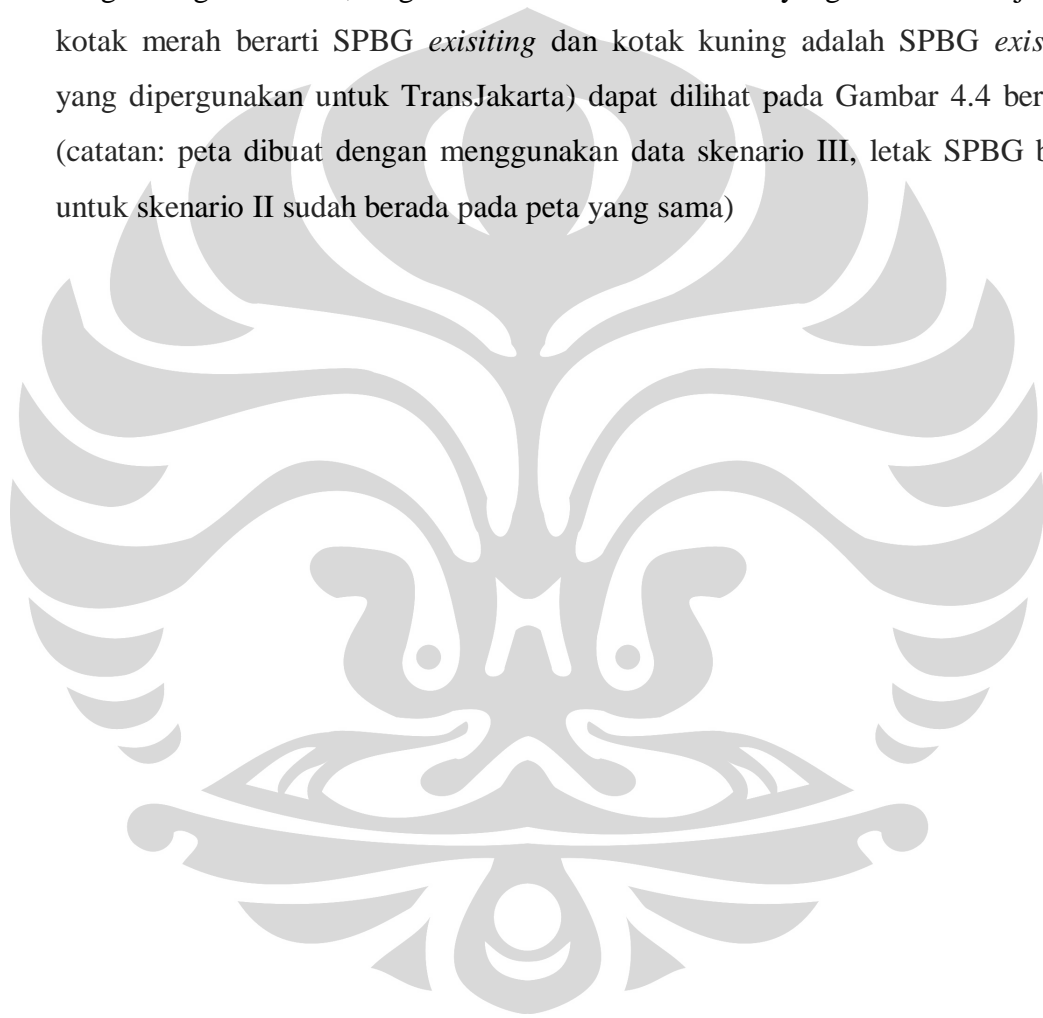


Grafik 4.12. Perbandingan Investasi Untuk Skenario III Tahun 2009 – 2015.

Dari Grafik 4.12, terlihat bahwa terjadi lonjakan investasi pada tahun 2013 – 2015. Hal ini disebabkan oleh pembangunan SPBG baru sehingga diperlukan investasi non peralatan dan perpipaan. Secara total diperlukan 22 SPBG baru selain upaya peremajaan 24 SPBG lama agar pelayanan *demand* dapat berjalan dengan baik untuk skenario III ini. Total investasi tahun 2010 mengalami penurunan dibanding tahun 2009, hal ini disebabkan oleh adanya investasi infrastruktur TransJakarta sebesar 63 miliar pada tahun 2009. Daftar nama SPBG baru untuk skenario III ini dapat dilihat pada bagian Lampiran

Jarak SPBG pada masing-masing rencana SPBG baru (Gambar 4.4) sangatlah dipengaruhi oleh letak pipa PGN yang ada saat ini, kepadatan daerah

rencana SPBG serta akses jalan menuju SPBG. Semakin padat suatu daerah maka diasumsikan jarak pipa ke SPBG akan semakin jauh, hal ini dilakukan untuk mengasumsikan keberadaan lahan kosong pada radius tersebut. Dengan mengetahui perkiraan dari letak serta jarak SPBG baru maka didapatkan pendekatan letak SPBG yang diajukan, letak SPBG baru (SPBG baru ditandai dengan lingkaran biru, lingkaran merah adalah SPBG yang akan diremajakan, kotak merah berarti SPBG *exisiting* dan kotak kuning adalah SPBG *existing* yang dipergunakan untuk TransJakarta) dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut (catatan: peta dibuat dengan menggunakan data skenario III, letak SPBG baru untuk skenario II sudah berada pada peta yang sama)



BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi dan analisa hasil yang telah dilakukan maka terdapat beberapa hal yang bisa disimpulkan dari skripsi ini yaitu sebagai berikut :

- 1) Kondisi tata niaga BBG di DKI Jakarta untuk transportasi umum di DKI Jakarta adalah model akses terbuka pada tahap awal.
- 2) Permintaan BBG untuk moda transportasi TransJakarta sampai dengan 2015 diperkirakan akan mencapai 3,58 MMSCFD (koridor tambahan dproyeksi memberikan kenaikan 1,31 MMSCFD dan memerlukan satu SPBG per koridor). Sedangkan untuk moda transportasi taksi , permintaan BBG sangat tergantung dari skenario yang dipilih; skenario I (marjin bawah) membutuhkan 16 MMSCFD dengan jumlah 22 SPBG tambahan sedangkan skenario II (marjin atas) membutuhkan 30 MMSCFD gas alam dengan jumlah 46 SPBG tambahan.
- 3) Total investasi SPBG terdiri dari 3 komponen utama yaitu investasi peralatan, non peralatan dan perpipaan. Investasi peralatan per SPBG (harga 2008) adalah 7,8 miliar rupiah sedangkan investasi non peralatan sebesar 12,7 miliar rupiah.
- 4) Secara total, diperlukan 28 – 52 SPBG tambahan dan kapasitas total pelayanan 19,6 – 33,6 MMSCFD. Investasi yang diperlukan untuk peremajaan satu SPBG lama adalah sebesar 7,8 - 10 miliar rupiah sedangkan untuk satu SPBG baru diperlukan investasi 22 – 23 miliar rupiah. Jumlah pembangunan SPBG terhitung sebanyak 3 – 8 SPBG tambahan per tahun sampai dengan tahun 2015 Dalam pengembangan infrastruktur BBG, prioritas utama yang perlu dilakukan adalah peremajaan SPBG lama dengan alasan bahwa investasi SPBG baru memiliki jumlah investasi yang lebih besar dari SPBG *refurbished*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kompas (21 April 2008). *Harga Minyak Tekan APBN*. (21 April 2008). Available from: www.kompas.co.id/read.php?cnt=.xml.2008.04.21.07080649&channel=1&mn=15&idx=17 -. Accessed 22 April 2008.
- [2] Antara News (4 February 2008). *APBNP 2008 Ditargetkan Disahkan Maret 2008*. Available from: <http://www.antara.co.id/arc/2008/2/4/apbnp-2008-ditargetkan-disahkan-maret-2008/>. Accessed March 3 2008.
- [3] Nusantara HK Mulkan (26 Februari 2008). *Bola BBG di Pemerintah*. Available from: <http://www.inilah.com/berita.php?id=14240>. Accessed 8 March 2008.
- [4] Anonim (6 March 2006). *Re-Launching Pemanfaatan BBG Untuk Kendaraan Umum*. Available from: <http://www.pertamina.com/>. Accessed March 8 2008.
- [5] Anonim (2006). *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006*. Available from: <http://www.djgsm.esdm.go.id/en,65.html>. Accessed March 3 2008.
- [6] MVV Inno Tech GmbH (2002). *Transportasi Berkelanjutan: Panduan bagi Pembuat Kebijakan di Kota-kota Berkembang*. Available from: http://www.hubdat.web.id/literatur/tu/Modul_4d_final.pdf. Accessed 3 March 2008.
- [7] Anonim. *Alternative Fuels 02: CNG Composition*. Available from: <http://www.tpub.com/content/altfuels02/2971/29710013.htm>. Accessed March 8 2008.
- [8] H. Sukarto, *Pemilihan Model Transportasi di DKI Jakarta dengan Analisis Kebijakan Proses Hirarki Analitik*, Jurnal Teknik Sipil Vol 3 no. 1. Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan. Banten 2006.

- [9] Nugroho, H., *Pengembangan Industri Hilir Gas Bumi Indonesia: Tantangan Dan Gagasan*. Available from: [www.bappenas.go.id/.../&view=412/Industri Hilir Gas Bumi-PP-Sep04.pdf](http://www.bappenas.go.id/.../&view=412/Industri_Hilir_Gas_Bumi-PP-Sep04.pdf). Accessed March 3, 2008.
- [10] Gracia, R.E. *Restructuring the gas industry*. Pakistan: Petroleum Sector Review Workshop (2002).
- [11] Anonim (20 December 2008). *Natural Gas*. Available from: <http://www.iangv.org/natural-gas.html>. Accessed March 3 2008.
- [12] Anonim (2006). *About Natural Gas Vehicles*. Available from: http://www.ngvc.org/about_ngv/index.html. Accessed March 8 2008.
- [13] Anonim (1992). *Laporan teknis DNV no. 92-3537: Safety Assessment of Methane-operated Vehicles for the Nordic Natural Gas Project, Annex 9: NGVs and Safety*. (1992).
- [14] Biro Pusat Statistik DKI Jakarta (2007). *Jakarta Dalam Angka 2007*. Available from: bps.jakarta.go.id. Accessed March 3 2008.
- [15] Department of Energy (2007). Available from: <http://www.fleets.doe.gov.html>. Accessed March 2008.
- [16] InnoTec Systemanalyse GmbH (1998). *The Natural Gas Bus Project Berlin a project cofinanced by the European Commission*. Berlin, 1998.
- [17] Anonim. Handout Presentasi Seminar & Launching Ceremony for GEF Project : *Air Quality Benefits of Bus Rapid Transit: The TransJakarta Example*, Hotel Nikko, Jakarta, 16 December 2006.
- [18] Anonim (22 February 2008). *Konversi BBM ke BBG Siapkan Converter Kit untuk Angkot*. Available from: http://www.surya.co.id/web/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=35938. Accessed March 8 2008.

[19] Balakrishnan, N. (Ed). *Handbook of the Logistic Distribution*. (New York: Marcel-Dekker, Inc. 1992).

[20] Anonim (2006). Cost Engineering. Available from: www.matche.com. Accessed June 17 2008.

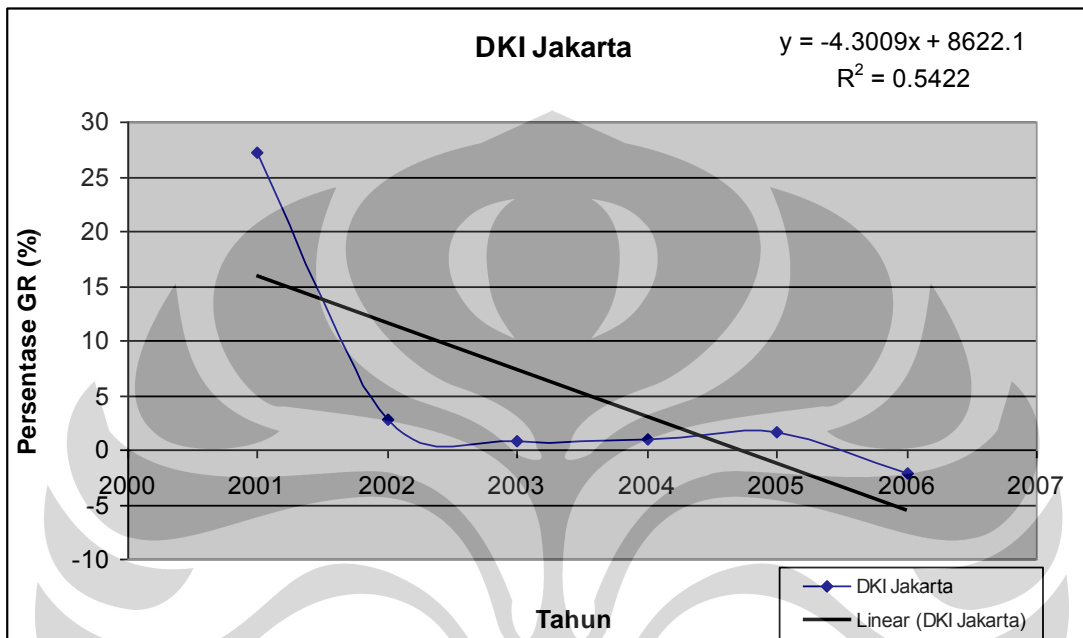
[21] Peters, Max S. and Timmerhaus, Klaus D., *Plant design and Economics for Chemical Engineerings, 4th edition*. (Singapore: McGraw-Hill, 1991).



LAMPIRAN

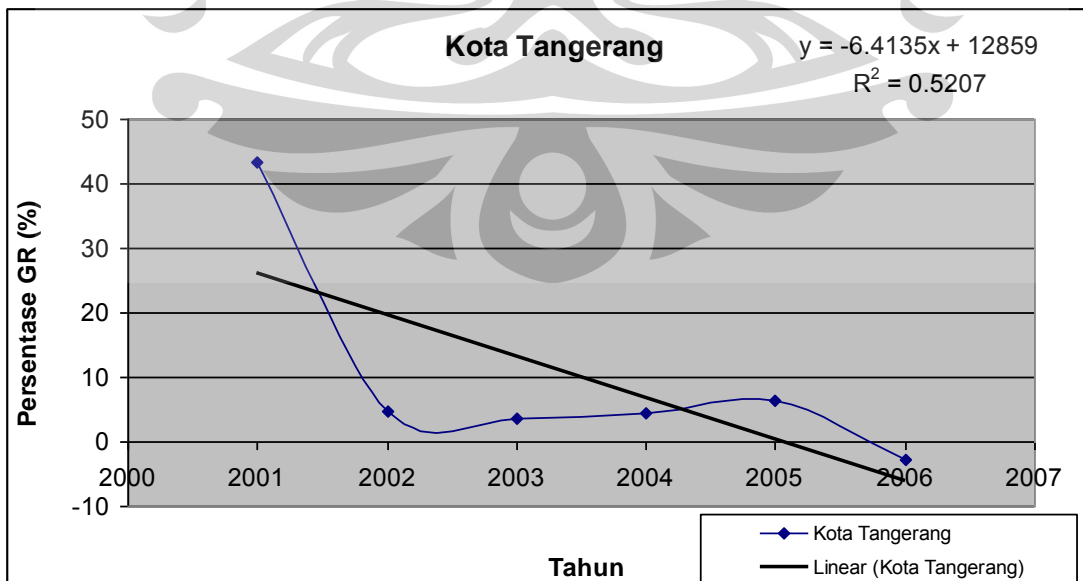
LAMPIRAN 1. Pengolahan Pertumbuhan Taksi

DKI Jakarta



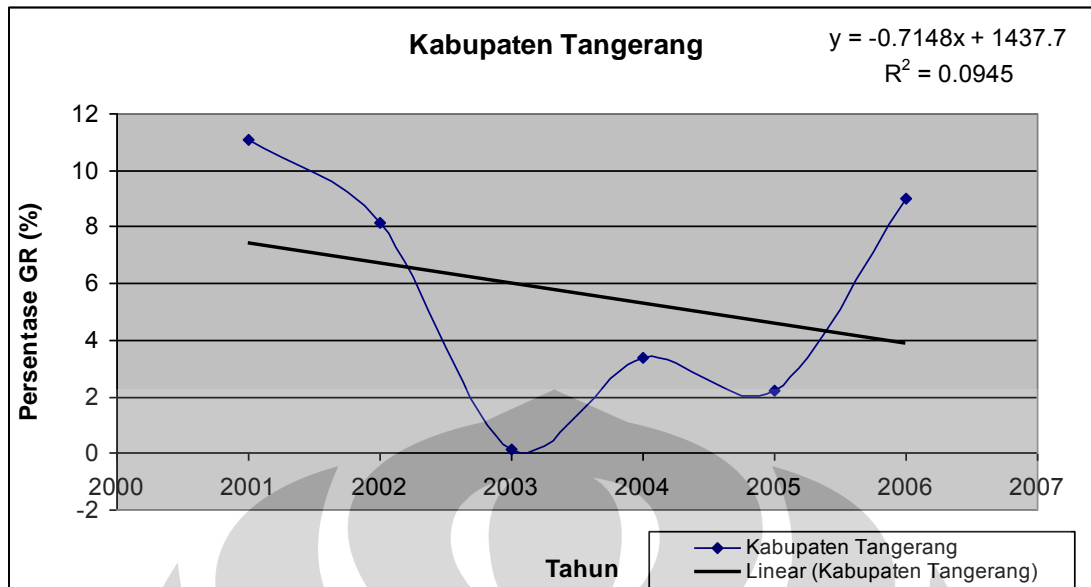
Hasil Regresi Linier GR DKI Jakarta

Kota Tangerang



Regresi Linier GR Kota Tangerang

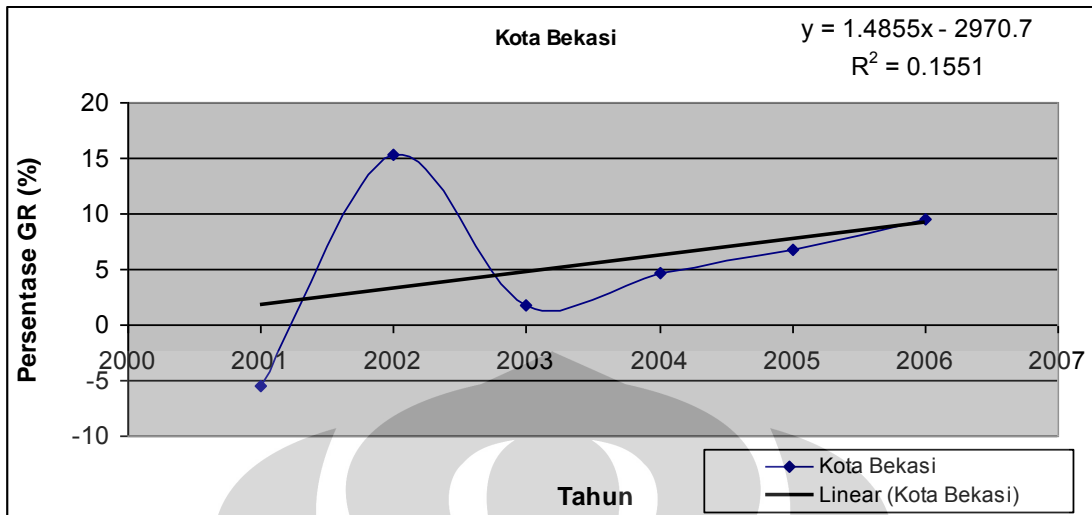
Kabupaten Tangerang



Regresi Linier GR Kabupaten Tangerang

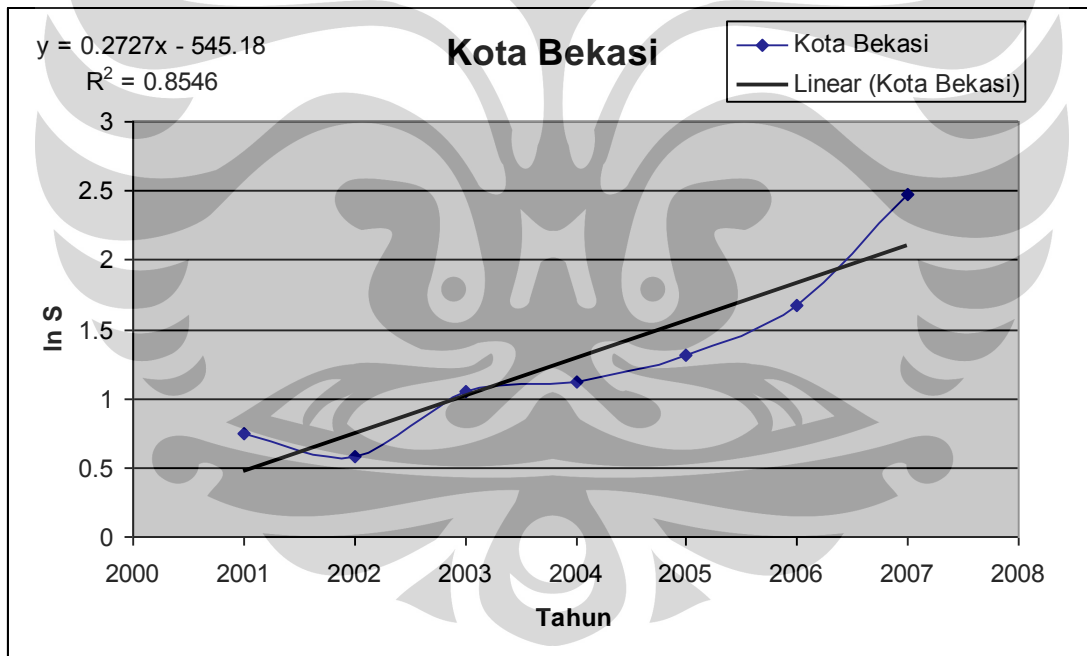


Kota Bekasi



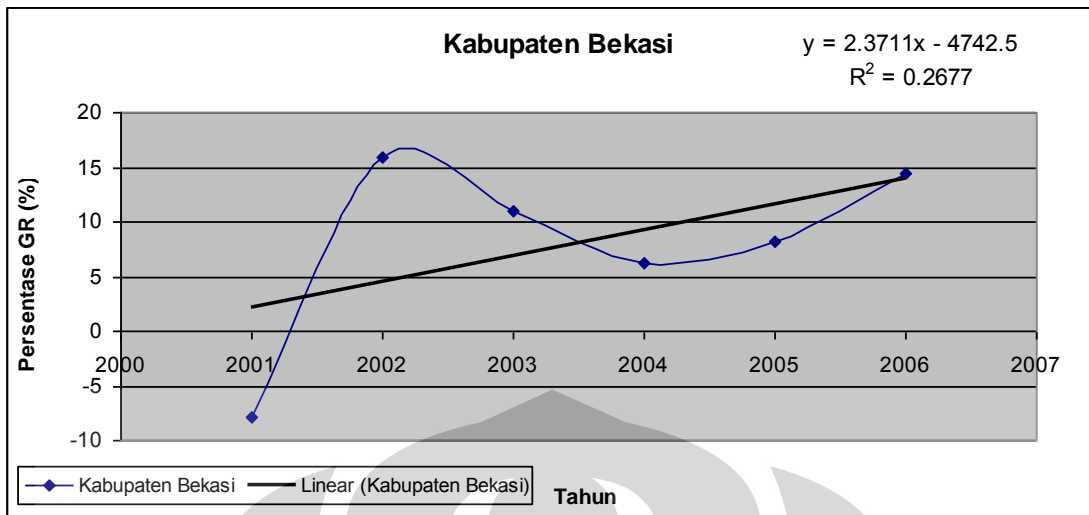
Regresi Linier GR Kota Bekasi

Kota Bekasi

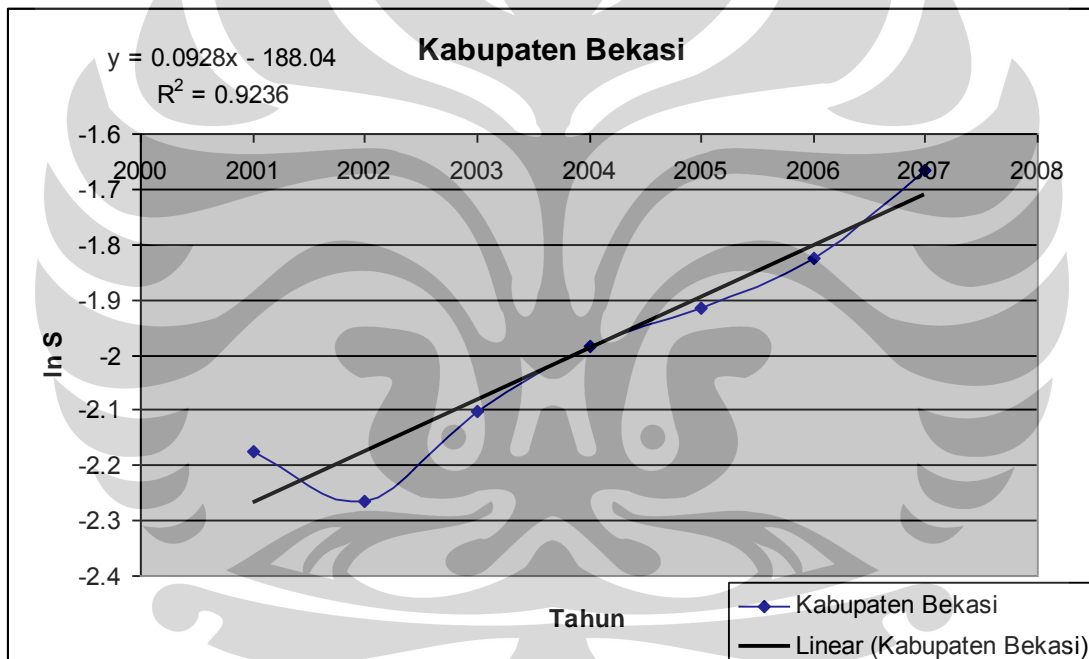


Regresi Linier ln S Kota Bekasi

Kabupaten Bekasi



Regresi Linier GR Kabupaten Bekasi



Regresi Linier ln S Kabupaten Bekasi

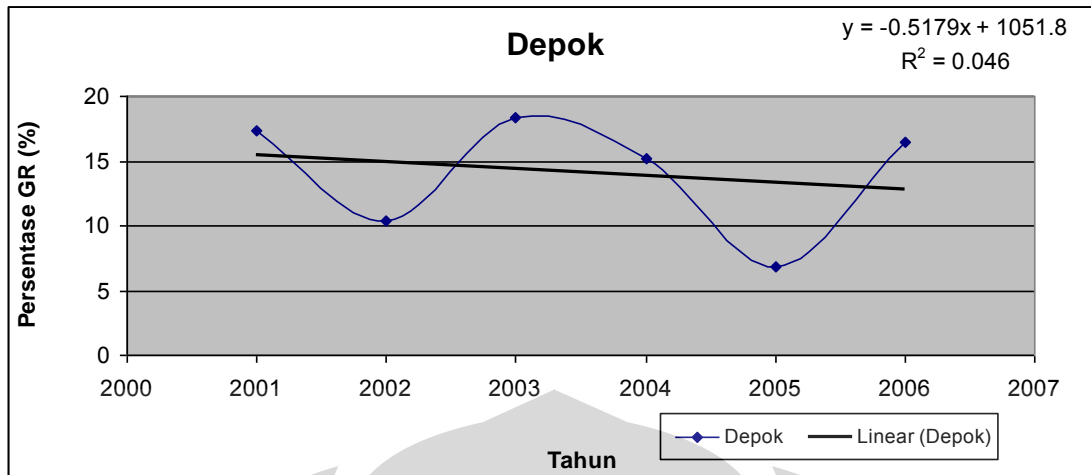
Kabupaten Bekasi

	Selisih	In S	In S				
S	In S aktual-model	Model	aktual				Tahun
			y	-188,04	+	0,0928	x
0,095	-0,171	-2,347	-2,175				2001
0,104	0,011	-2,254	-2,265				2002
0,115	-0,060	-2,161	-2,101				2003
0,126	-0,085	-2,068	-1,983				2004
0,138	-0,061	-1,976	-1,914				2005
0,152	-0,059	-1,883	-1,823				2006
0,166	-0,124	-1,790	-1,665				2007
0,183	-1,697	-1,697	0				2008
0,200	-1,604	-1,604	0				2009
0,220	-1,512	-1,512	0				2010
0,241	-1,419	-1,419	0				2011
0,265	-1,326	-1,326	0				2012
0,291	-1,233	-1,233	0				2013
0,319	-1,140	-1,140	0				2014
0,350	-1,048	-1,048	0				2015

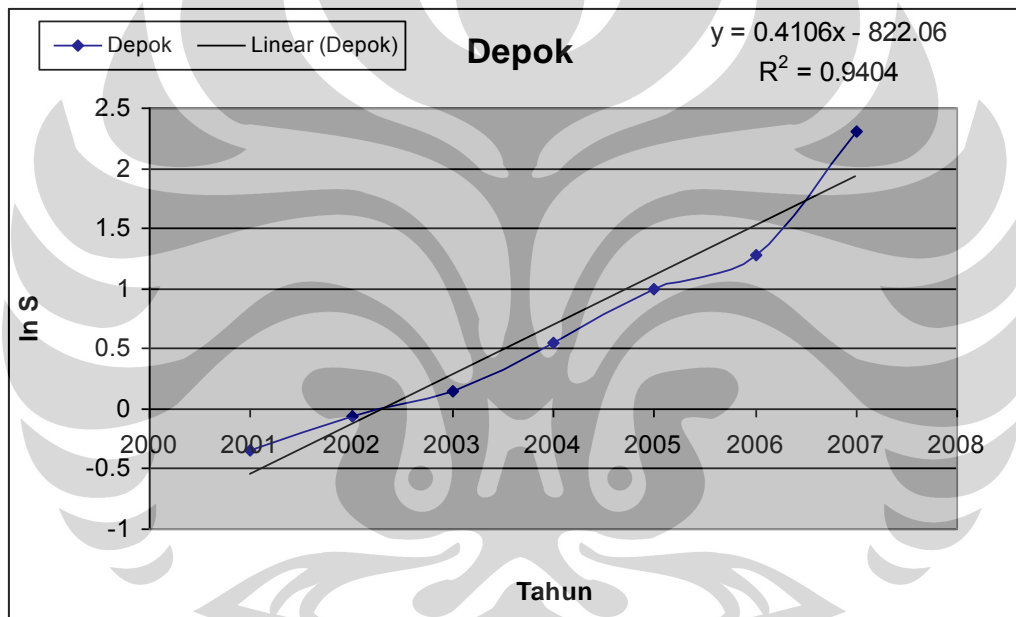
Tabel Ekstrapolasi Nilai S Kabupaten Bekasi 2008 – 2015



Depok



Hasil Regresi Linier GR Kota Depok

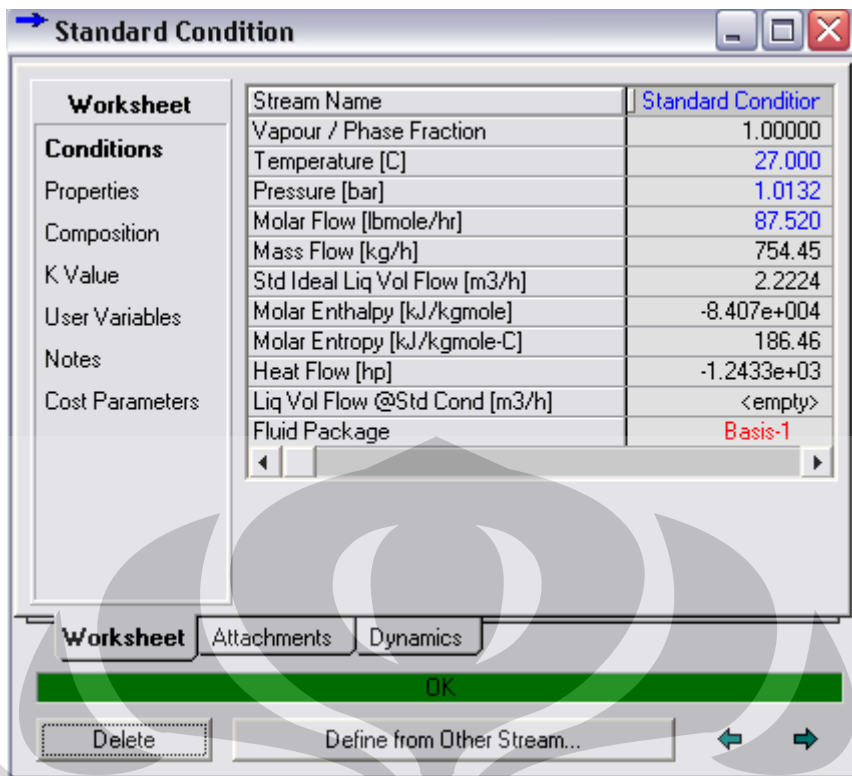


Regresi Linier ln S Depok

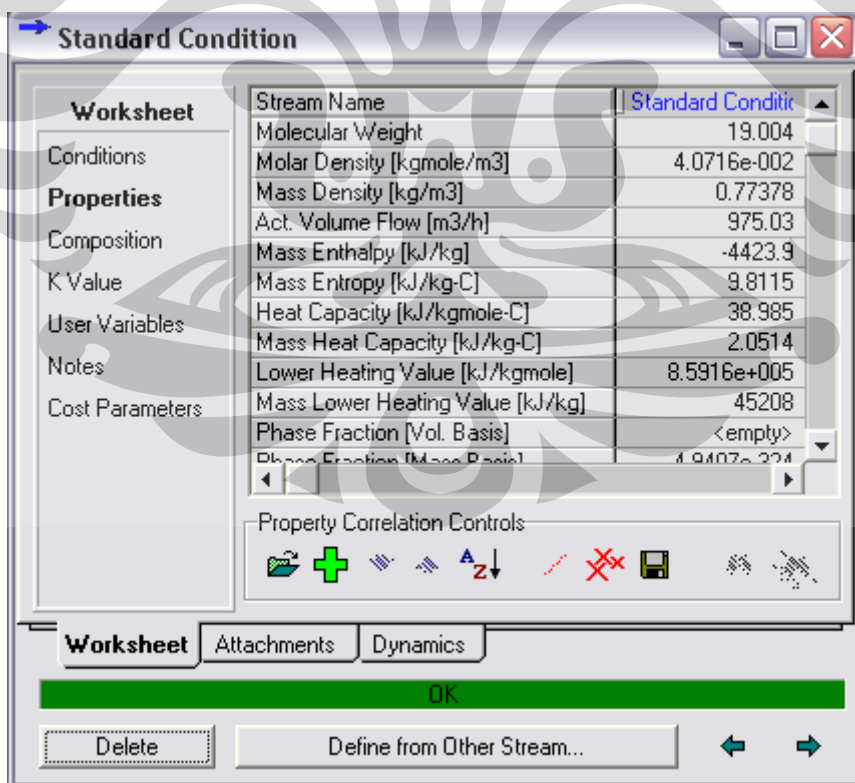
Depok

	Selisih	In S	In S				
S	In S actual - model	model	aktual				Tahun
			y	-822,1	+	0,4106	x
0,612	-0,142	-0,489	-0,347				2001
0,924	-0,022	-0,078	-0,056				2002
1,393	0,186	0,331	0,145				2003
2,100	0,189	0,742	0,552				2004
3,167	0,152	1,153	1,000				2005
4,775	0,289	1,563	1,274				2006
7,200	-0,338	1,974	2,312				2007
10,856	2,384	2,384	0				2008
16,369	2,795	2,795	0				2009
24,680	3,206	3,206	0				2010
37,210	3,616	3,616	0				2011
56,103	4,027	4,027	0				2012
84,588	4,437	4,437	0				2013
127,536	4,848	4,848	0				2014
192,289	5,259	5,259	0				2015

Tabel Ekstrapolasi Nilai S Depok 2008 – 2015



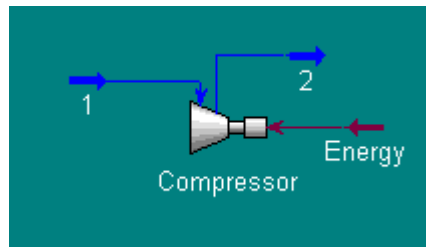
Langkah 2. Memasukkan Keadaan Standard Dan Men-Trial Molar Flow Dengan Fungsi Adjust di HYSYS.



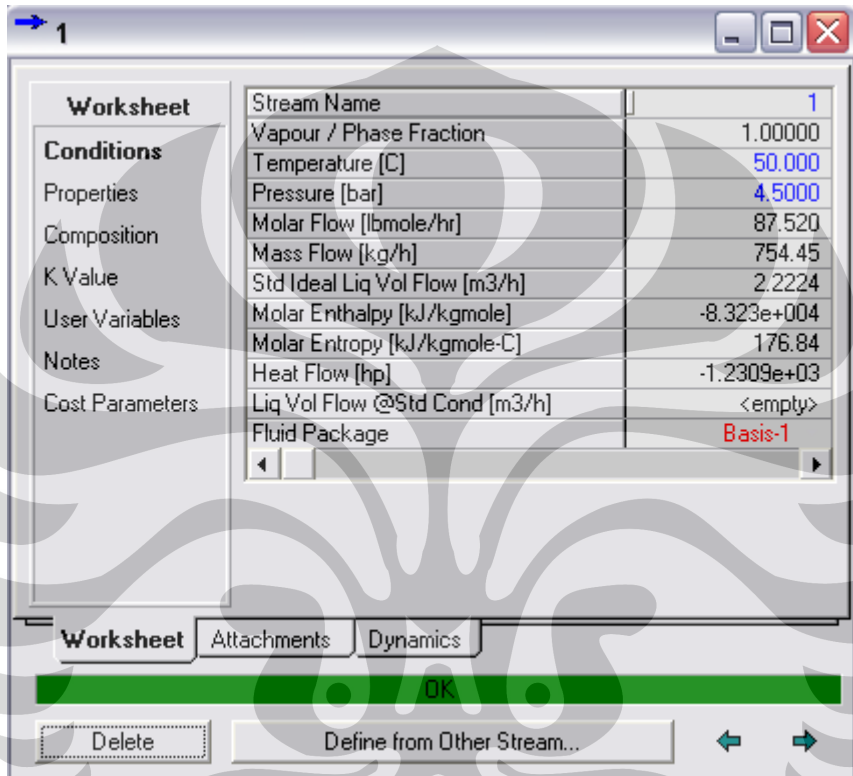
Langkah 3. Trial Dihentikan Sampai Act. Molar Flow Sama Dengan Keadaan Aktual (975 m³ gas / jam).

Nilai FlowRate gas diketahui setara dengan 87.52 lbmol/jam pada keadaan standard.

Perhitungan Spesifikasi dan Harga Kompresor (HYSYS dan Teoritis)



Langkah 1. Membuat Skema Kompresor.



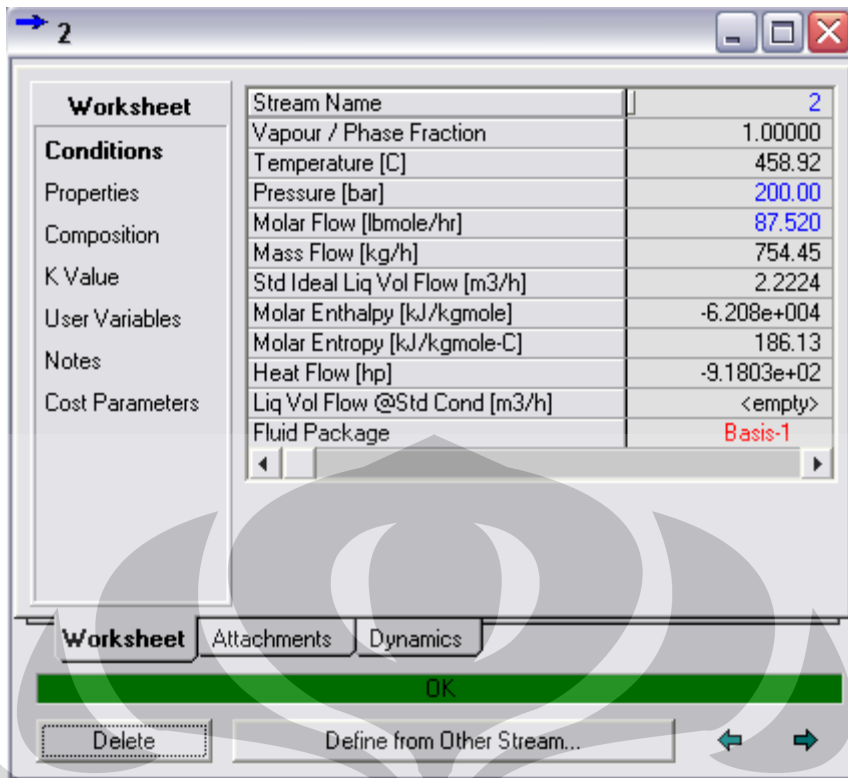
Worksheet	Stream Name	1
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.00000
Properties	Temperature [C]	50.000
Properties	Pressure [bar]	4.5000
Composition	Molar Flow [lbmole/hr]	87.520
Composition	Mass Flow [kg/h]	754.45
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	2.2224
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-8.323e+004
User Variables	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	176.84
Notes	Heat Flow [hp]	-1.2309e+03
Cost Parameters	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>
Cost Parameters	Fluid Package	Basis-1

Worksheet Attachments Dynamics

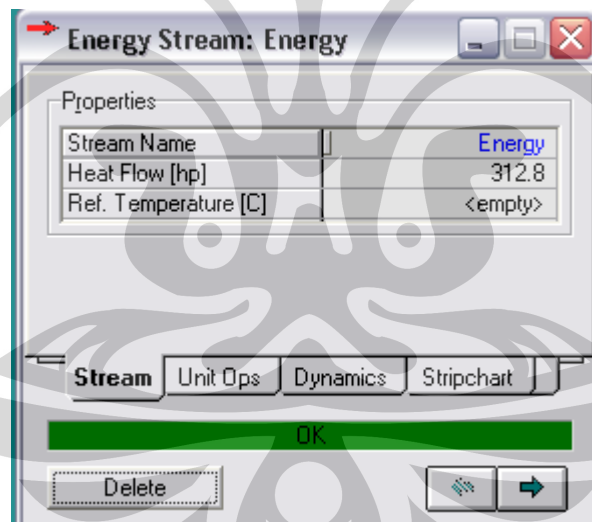
OK

Delete Define from Other Stream...

Langkah 2. Memasukkan Variabel Temperatur, Tekanan Pada Inlet.



Langkah 3. Memasukkan Variabel Tekanan dan Flowrate pada Outlet



Langkah 4. Melihat Spesifikasi Aliran Energi

$$H_{ad} = \frac{k}{k-1} ZRT_1 \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

Adiabatic Head 50 C 4.5 bar

k	=	1,27	
Z1	=	0,99	
R	=	44,62	
T1	=	323,00	Kelvin
P2	=	204,97	kg/cm2A
P1	=	5,61	kg/cm2A
k	=	4,65	
k-1			

Mol. Weight	=	19,00	
R	=	44,62	
1 kW	=	1,3	hp

Had	=	77.528,24	m
-----	---	-----------	---

$$W_{ad} = \frac{1}{102} \times G \times H_{ad}$$

G	=	0,24	kg/sec
---	---	------	--------

Wad	=	182,56	kW
Wad	=	237,33	hp

Brake Horsepower: BHP (kW)

$$W_s = W_{ad} \times \frac{1 + \alpha}{\lambda \times \eta_m}$$

Ws	=	277,94	kW	=	361,33	hp
----	---	--------	----	---	--------	----

alpha	=	0,1
-------	---	-----

lambda	=	0,85
--------	---	------

Mech Eff	=	0,85
----------	---	------

Langkah 5. Membandingkan Dengan Perhitungan Teoritis

Daya Kompresor menurut HYSYS diperkirakan 320 HP sedangkan secara teoritis, dibutuhkan kompresor reciprocating dengan kekuatan 360 HP. Karena perhitungan teoritis menghasilkan hasil margin atas maka akan digunakan data kekuatan kompresor teoritis sebagai acuan. Dengan menggunakan figure 14-45 pada Buku Timmerhaus [21], didapatkan harga tahun 1990 = $6,5 \times 10^4$ US\$. Harga kemudian dikonversi dan dengan menggunakan indeks Nelson Farrar, harga tahun 2008 didapatkan (1,136 miliar rupiah).

Perhitungan Modul Silinder

Dengan mengasumsikan bahwa diameter tabung carbon steel dengan spesifikasi (High Pressure) XSS adalah sebesar $12 \frac{3}{4}$ inch maka didapatkan rasio 125.49 lb/ft dengan menggunakan acuan buku *Specification for line pipe & recommended practice for field API Washington 1995*. Dengan mengalikan tinggi tabung yaitu 3.3 ft maka diperoleh massa tabung sebesar 418,3 lb per tabung. Dengan mengalikan massa 1 tabung dengan harga carbon steel yaitu 1400 US\$/ton maka didapatkan harga per tabung pada tahun adalah sebesar 266 US\$ (belum termasuk asumsi biaya fabrikasi sebesar 10% harga per tabung).

Perhitungan Dispenser dan Dryer

Dispenser diasumsikan seharga 100 juta rupiah per alat sedangkan dryer diasumsikan setara dengan harga pressure vessel dengan material Zirconium dengan massa 660 lb. Harga didapatkan dari www.matche.com [20].

Perhitungan Harga untuk Booster

Dengan mengetahui daya Booster (hasil wawancara dengan pengelola SPBG) yaitu 75 HP maka dengan menggunakan figure 14-47 pada buku Timmerhaus [21] dan kemudian diindekskan dengan Nelson Farrar sehingga didapat nilai harga 438 juta untuk 1 booster. Daya pada kisaran 75 HP juga diperoleh dengan perhitungan teoritis seperti pada perhitungan kompresor sebelumnya, dengan menggunakan persamaan dan input variabel spesiik pada kondisi booster maka daya booster teoritis dapat dicari:

Adiabatic Head			50	C	2.5	bar		
k	=	1,28			Mol. Weight	=	19,00	
Z1	=	0,99			R	=	44,62	
R	=	44,62						
T1	=	323,00	Kelvin		1 kW	=	1,3	hp
P2	=	9,03	kg/cm2A					
P1	=	3,53	kg/cm2A					
k	=	4,57						
k-1								

Had	=	14.922,97	m
------------	---	-----------	---

Wad	=	39,45	kW
Wad	=	51,29	hp

G	=	0,27	kg/sec
----------	---	------	--------

Ws	=	60,06	kW	=	78,08	hp
-----------	---	-------	----	---	-------	----

alpha	=	0,1
-------	---	-----

lambda	=	0,85
--------	---	------

Mech Eff	=	0,85
----------	---	------

Perhitungan Harga untuk Gas Engine

Dengan menggunakan informasi daya kompresor sebesar 360 HP serta menggunakan figure 14-48 dan 14-54 [21] maka didapatkan harga sebesar 1,4 miliar rupiah untuk gas engine untuk tahun 2008.

LAMPIRAN 3. Pengolahan Jumlah Taksi BBG Per Tahun Sesuai Skenario.

SKENARIO I.

Tahun	Jumlah Armada	Jumlah Liter Premium / Tahun	Jumlah Taksi BBG	Jumlah Taksi Non BBG	Jumlah m Kubik Gas / Tahun	Jumlah LSP / Tahun	Jumlah MMSCFD
2008	22.079	337.801.745	605	21.474	8.087.258	9.256.500	0,78
2009	22.196	339.596.111	2.242	19.953	29.974.586	34.308.261	2,90
2010	22.290	341.030.316	3.880	18.410	51.861.914	59.360.022	5,02
2011	22.367	342.210.301	5.517	16.850	73.749.242	84.411.783	7,14
2012	22.432	343.210.071	7.154	15.278	95.636.570	109.463.544	9,25
2013	22.489	344.082.758	8.792	13.697	117.523.898	134.515.305	11,37
2014	22.540	344.867.466	10.429	12.111	139.411.226	159.567.066	13,49
2015	22.589	345.616.938	12.067	10.523	161.298.554	184.618.827	15,61

Catatan: Jumlah 605 unit pada tahun 2008 adalah jumlah aktual taksi BBG saat ini [18], Kapasitas pengisian 1 SPBG diasumsikan sama dengan SPBG PK yaitu sejumlah 6.75 juta LSP per tahun.

7 % / Tahun = 1.637 Unit Terkonversi Per Tahun
 Skenario 1 50 % Terkonversi Sampai 2015

SKENARIO II

Tahun	Jumlah Armada	Jumlah Liter Premium / Tahun	Jumlah Taksi BBG	Jumlah Taksi Non BBG	Jumlah m Kubik Gas / Tahun	Jumlah LSP / Tahun	Jumlah MMSCFD
2008	22.079	337.801.745	605	21.474	8.087.258	9.256.500	0,78
2009	22.196	339.596.111	2.944	19.252	39.354.869	45.044.730	3,81
2010	22.290	341.030.316	5.283	17.006	70.622.481	80.832.960	6,83
2011	22.367	342.210.301	7.622	14.744	101.890.092	116.621.190	9,86
2012	22.432	343.210.071	9.961	12.471	133.157.704	152.409.420	12,89
2013	22.489	344.082.758	12.301	10.189	164.425.315	188.197.650	15,91
2014	22.540	344.867.466	14.640	7.901	195.692.927	223.985.880	18,94
2015	22.589	345.616.938	16.979	5.611	226.960.538	259.774.110	21,96

Catatan: Jumlah 605 unit pada tahun 2008 adalah jumlah aktual taksi BBG saat ini [18], Kapasitas pengisian 1 SPBG diasumsikan sama dengan SPBG PK yaitu sejumlah 6.75 juta LSP per tahun.

10 % / Tahun = 2.339 Unit Terkonversi Per Tahun
 Skenario 2 70 % Terkonversi Sampai 2015

SKENARIO III

	Jumlah	Jumlah Liter	Jumlah Taksi	Jumlah Taksi	Jumlah m Kubik	Jumlah LSP	Jumlah
Tahun	Armada	Premium / Tahun	BBG	Non BBG	Gas / Tahun	/ Tahun	MMSCFD
2008	22.079	337.801.745	605	21.474	8.087.258	9.256.500	0,78
2009	22.196	339.596.111	3.744	18.452	50.048.392	57.284.305	4,84
2010	22.290	341.030.316	6.883	15.406	92.009.527	105.312.109	8,90
2011	22.367	342.210.301	10.022	12.344	133.970.662	153.339.914	12,96
2012	22.432	343.210.071	13.161	9.271	175.931.796	201.367.719	17,02
2013	22.489	344.082.758	16.300	6.189	217.892.931	249.395.523	21,08
2014	22.540	344.867.466	19.439	3.101	259.854.065	297.423.328	25,15
2015	22.589	345.616.938	22.579	11	301.815.200	345.451.133	29,21

Catatan: Jumlah 605 unit pada tahun 2008 adalah jumlah aktual taksi BBG saat ini [18], Kapasitas pengisian 1 SPBG diasumsikan sama dengan SPBG PK yaitu sejumlah 6.75 juta LSP per tahun.

13.42 % / Tahun = 3.139 Unit Terkonversi Per Tahun
 Skenario 3 100 % Terkonversi Sampai 2015

DAFTAR SPBG BARU HASL PREDIKSI

Skenario I : Tidak memerlukan SPBG Baru

Skenario II

Daftar		2014
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Cimanggis	200	8
MT Haryono	200	8
Jl Raya Bekasi	100	8
Daan Mogot-Banten	500	8

Daftar		2015
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kaliabang	300	8
Kebun Sirih	500	8
Angke	300	8
Danau Sunter Selatan	300	8
Cengkareng Kapuk	200	6

Skenario III

Daftar		2013
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kapuk Kamal	300	6
Ciracas	200	6
Gatot Subroto	500	6
Grogol	500	4
Jl Semanan	200	6
Jl. Latuharhari	400	6
MT Haryono	700	8
Daftar		2014
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Cimanggis	200	8
MT Haryono II	200	8
Jl Raya Bekasi	100	8
Daan Mogot-Banten	500	8
Bandengan	500	8
Kelapa Gading	300	6
Wira Mustika	200	6
Pulo Gadung	300	6
Daftar		2015
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kaliabang	300	8
Kebun Sirih	500	8
Angke	300	8
Danau Sunter Selatan	300	8
Cengkareng Kapuk	200	6
Jl Pegangsaan 2	750	6
Cideng Timur	500	6

LAMPIRAN 4. Rincian Investasi TransJakarta dan Taksi Periode 2009 – 2015 Per Skenario.

TRANSJAKARTA

BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY BUSWAY

2009 2009 2009 2009 2009 2009

Indeks 2009 = 2.362 In. Alat 08 7.717.006.854
 Indeks 2008 = 2.256 In. Non Alat 08 12.650.000.000
 Investasi Peralatan = 8.080.735.795 Rp
 Investasi Non Peralatan = 12.650.000.000 Rp
 Kebutuhan SPBG = 6 SPBG
 Jumlah Refurbished = 6 SPBG
 Jumlah baru = 0 SPBG

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Tanah Merdeka	3000	8	380.000	9.120.000.000
Jl Raya Bogor	700	6	380.000	1.596.000.000
Depo J	670	8	380.000	2.036.800.000
Depo H	700	8	380.000	2.128.000.000
Total				14.880.800.000

Daftar	Baru	2009
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Tanah Merdeka	3000	8
Jalan Raya Bogor	700	6
Depo-J Halim Perdana Kusuma	670	8
Depo-H Jalan Kramat Jati	700	8

Total Investasi Alat = 48.484.414.768 Rp
 Total Investasi Non Alat = 0 Rp
 Total Investasi Pipa = 14.880.800.000 Rp
 Total Investasi 2009 = 63.365.214.768

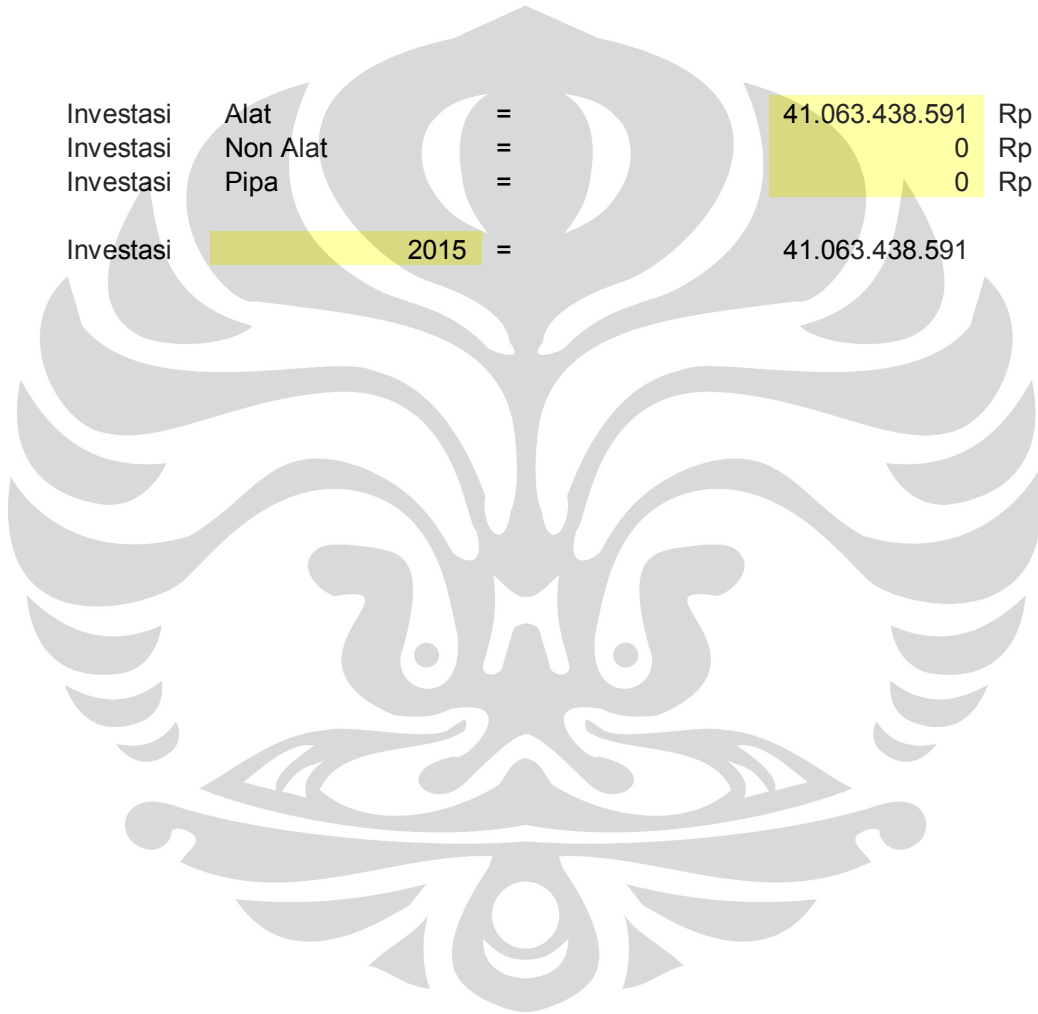
SKENARIO I

		2009		2009		2009		2009		2009
	Indeks		2009	=		2.362				
	Indeks		2008	=		2.256				
	Investasi	Peralatan		=		8.080.735.795	Rp			
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
	Kebutuhan	SPBG		=		0	SPBG			
	Jumlah	Refurbished		=		0	SPBG			
	Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat		=		0	Rp			
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp			
Total	Investasi		2009	=		0				
		2010		2010		2010		2010		2010
	Indeks		2010	=		2.469				
	Indeks		2008	=		2.256				
	Investasi	Peralatan		=		8.444.923.104	Rp			
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
	Kebutuhan	SPBG		=		3	SPBG			
	Jumlah	Refurbished		=		3	SPBG			
	Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat		=		25.334.769.311	Rp			
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp			
Total	Investasi		2010	=		25.334.769.311				

		2011		2011		2011		2011	2011
	Indeks		2011	=			2.575		
	Indeks		2008	=			2.256		
	Investasi	Peralatan		=		8.809.110.412		Rp	
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000		Rp	
	Kebutuhan	SPBG		=		4		SPBG	
	Jumlah	Refurbished		=		4		SPBG	
	Jumlah	baru		=		0		SPBG	
Total	Investasi	Alat		=		35.236.441.649		Rp	
Total	Investasi	Non Alat		=		0		Rp	
Total	Investasi	Pipa		=		0		Rp	
Total	Investasi		2011	=		35.236.441.649			
2012									
	Indeks		2012	=		2.682			
	Indeks		2008	=		2.256			
	Investasi	Peralatan		=		9.173.297.721		Rp	
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000		Rp	
	Kebutuhan	SPBG		=		4		SPBG	
	Jumlah	Refurbished		=		4		SPBG	
	Jumlah	baru		=		0		SPBG	
Total	Investasi	Alat		=		36.693.190.885		Rp	
Total	Investasi	Non Alat		=		0		Rp	
Total	Investasi	Pipa		=		0		Rp	
Total	Investasi		2012	=		36.693.190.885			

		2013		2013		2013		2013		2013
	Indeks		2013	=			2.788			
	Indeks		2008	=			2.256			
	Investasi	Peralatan		=		9.537.485.030		Rp		
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000		Rp		
	Kebutuhan	SPBG		=		3		SPBG		
	Jumlah	Refurbished		=		3		SPBG		
	Jumlah	baru		=		0		SPBG		
Total	Investasi	Alat		=		28.612.455.090		Rp		
Total	Investasi	Non Alat		=		0		Rp		
Total	Investasi	Pipa		=		0		Rp		
Total	Investasi		2013	=		28.612.455.090				
		2014		2014		2014		2014		2014
	Indeks		2014	=		2.895				
	Indeks		2008	=		2.256				
	Investasi	Peralatan		=		9.901.672.339		Rp		
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000		Rp		
	Kebutuhan	SPBG		=		4		SPBG		
	Jumlah	Refurbished		=		4		SPBG		
	Jumlah	baru		=		0		SPBG		
Total	Investasi	Alat		=		39.606.689.356		Rp		
Total	Investasi	Non Alat		=		0		Rp		
Total	Investasi	Pipa		=		0		Rp		
Total	Investasi		2014	=		39.606.689.356				

	2015	2015	2015	2015	2015
Indeks		2015	=	3.001	
Indeks		2008	=	2.256	
Investasi	Peralatan		=	10.265.859.648	Rp
Investasi	Non Peralatan		=	12.650.000.000	Rp
Kebutuhan	SPBG		=	4	SPBG
Jumlah	Refurbished		=	4	SPBG
Jumlah	baru		=	0	SPBG
Total	Investasi	Alat	=	41.063.438.591	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	0	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	0	Rp
Total	Investasi	2015	=	41.063.438.591	

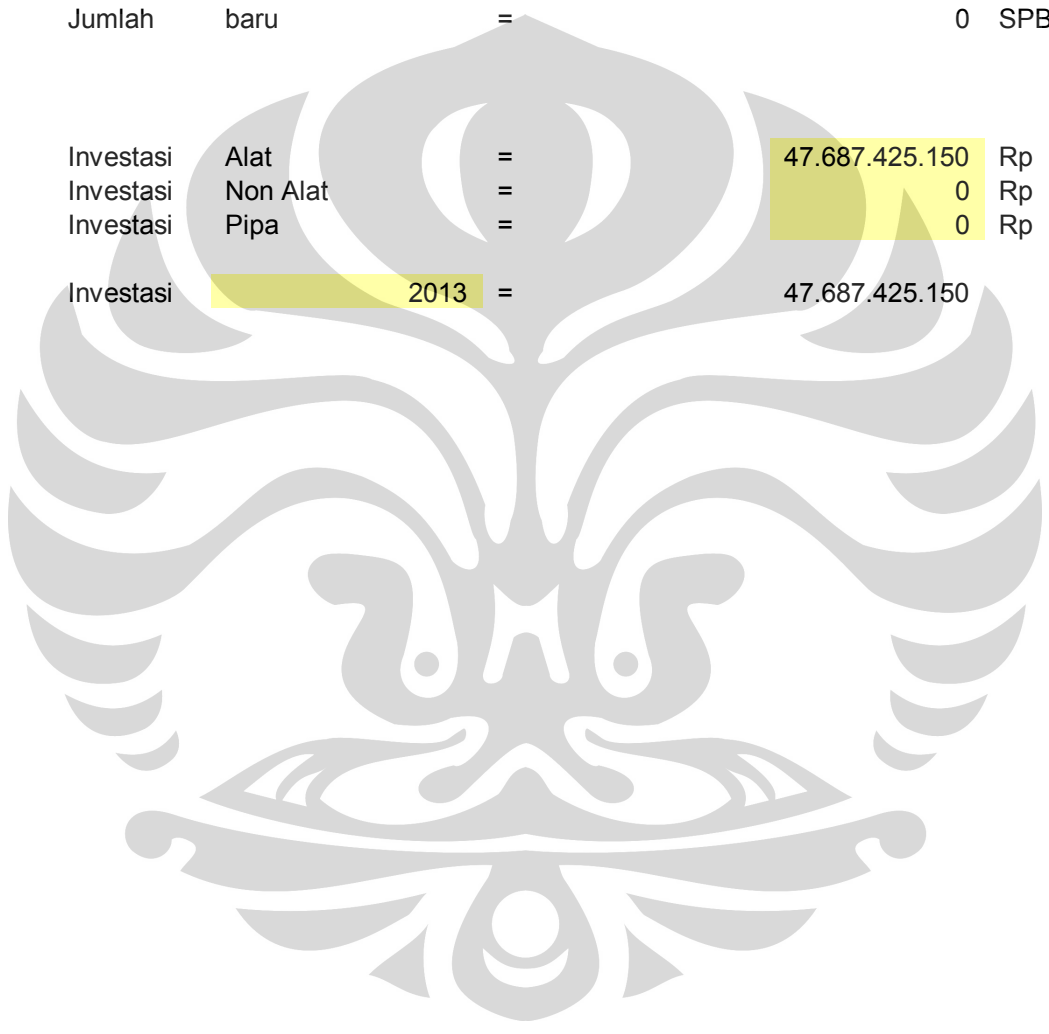


SKENARIO II

		2009		2009		2009		2009		2009
	Indeks		2009	=		2.362				
	Indeks		2008	=		2.256				
	Investasi	Peralatan		=		8.080.735.795	Rp			
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
	Kebutuhan	SPBG		=		1	SPBG			
	Jumlah	Refurbished		=		1	SPBG			
	Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat		=		8.080.735.795	Rp			
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp			
Total	Investasi		2009	=		8.080.735.795				
		2010		2010		2010		2010		2010
	Indeks		2010	=		2.469				
	Indeks		2008	=		2.256				
	Investasi	Peralatan		=		8.444.923.104	Rp			
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
	Kebutuhan	SPBG		=		5	SPBG			
	Jumlah	Refurbished		=		5	SPBG			
	Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat		=		42.224.615.518	Rp			
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp			
Total	Investasi		2010	=		42.224.615.518				

	2011		2011		2011		2011		2011
Indeks		2011	=		2.575				
Indeks		2008	=		2.256				
Investasi	Peralatan		=		8.809.110.412	Rp			
Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
Kebutuhan	SPBG		=		6	SPBG			
Jumlah	Refurbished		=		6	SPBG			
Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat	=		52.854.662.474	Rp			
Total	Investasi	Non Alat	=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa	=		0	Rp			
Total	Investasi	2011	=		52.854.662.474				
		2012							2012
Indeks		2012	=		2.682				
Indeks		2008	=		2.256				
Investasi	Peralatan		=		9.173.297.721	Rp			
Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
Kebutuhan	SPBG		=		5	SPBG			
Jumlah	Refurbished		=		5	SPBG			
Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat	=		45.866.488.606	Rp			
Total	Investasi	Non Alat	=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa	=		0	Rp			
Total	Investasi	2012	=		45.866.488.606				

	2013	2013	2013	2013	2013
Indeks		2013	=	2.788	
Indeks		2008	=	2.256	
Investasi	Peralatan		=	9.537.485.030	Rp
Investasi	Non Peralatan		=	12.650.000.000	Rp
Kebutuhan	SPBG		=	5	SPBG
Jumlah	Refurbished		=	5	SPBG
Jumlah	baru		=	0	SPBG
Total	Investasi	Alat	=	47.687.425.150	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	0	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	0	Rp
Total	Investasi	2013	=	47.687.425.150	



	2014	2014	2014	2014	2014	2014	
Indeks		2014 =		2.895		In. Alat 08	7.717.006.854
Indeks		2008 =		2.256		In. Non Alat 08	12.650.000.000
Investasi	Peralatan	=		9.901.672.339	Rp		
Investasi	Non Peralatan	=		12.650.000.000	Rp		
Kebutuhan	SPBG	=		6	SPBG		
Jumlah	Refurbished	=		2	SPBG		
Jumlah	baru	=		4	SPBG		

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Cimanggis	200	8	380.000	608.000.000
MT Haryono	200	8	380.000	608.000.000
Jl Raya Bekasi	100	8	380.000	304.000.000
Daan Mogot	500	8	380.000	1.520.000.000
Total				3.040.000.000

Daftar	Baru	2014
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Cimanggis	200	8
MT Haryono	200	8
Jl Raya Bekasi	100	8
Daan Mogot-Banten	500	8

Total	Investasi	Alat	=	59.410.034.033	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	50.600.000.000	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	3.040.000.000	Rp
Total	Investasi	2014	=	113.050.034.033	

	2015	2015	2015	2015	2015	2015
Indeks		2015	=	3.001		In. Alat 08
Indeks		2008	=	2.256		In. Non Alat 08
Investasi	Peralatan		=	10.265.859.648	Rp	
Investasi	Non Peralatan		=	12.650.000.000	Rp	
Kebutuhan	SPBG		=	5	SPBG	
Jumlah	Refurbished		=	0	SPBG	
Jumlah	baru		=	5	SPBG	

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Kaliabang	300	8	380.000	912.000.000
Kebun Sirih	500	8	380.000	1.520.000.000
Angke	300	8	380.000	912.000.000
Danau Sunter Selatan	300	8	380.000	912.000.000
Cengkareng Kapuk	200	6	380.000	456.000.000
Total				4.712.000.000

Daftar	Baru	2015
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kaliabang	300	8
Kebun Sirih	500	8
Angke	300	8
Danau Sunter Selatan	300	8
Cengkareng Kapuk	200	6

Total	Investasi	Alat	=	51.329.298.239	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	63.250.000.000	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	4.712.000.000	Rp
Total	Investasi	2015	=	119.291.298.239	

SKENARIO III

		2009		2009		2009		2009	2009
	Indeks		2009	=		2.362			
	Indeks		2008	=		2.256			
	Investasi	Peralatan		=		8.080.735.795	Rp		
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp		
	Kebutuhan	SPBG		=		3	SPBG		
	Jumlah	Refurbished		=		3	SPBG		
	Jumlah	baru		=		0	SPBG		
Total	Investasi	Alat		=		24.242.207.384	Rp		
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp		
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp		
Total	Investasi		2009	=		24.242.207.384			
		2010		2010		2010		2010	2010
	Indeks		2010	=		2.469			
	Indeks		2008	=		2.256			
	Investasi	Peralatan		=		8.444.923.104	Rp		
	Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp		
	Kebutuhan	SPBG		=		7	SPBG		
	Jumlah	Refurbished		=		7	SPBG		
	Jumlah	baru		=		0	SPBG		
Total	Investasi	Alat		=		59.114.461.725	Rp		
Total	Investasi	Non Alat		=		0	Rp		
Total	Investasi	Pipa		=		0	Rp		
Total	Investasi		2010	=		59.114.461.725			

	2011		2011	=	2011		2011		2011
Indeks		2011	=		2.575				
Indeks		2008	=		2.256				
Investasi	Peralatan		=		8.809.110.412	Rp			
Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
Kebutuhan	SPBG		=		7	SPBG			
Jumlah	Refurbished		=		7	SPBG			
Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat	=		61.663.772.887	Rp			
Total	Investasi	Non Alat	=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa	=		0	Rp			
Total	Investasi	2011	=		61.663.772.887				
	2012		2012	=	2012		2012		2012
Indeks		2012	=		2.682				
Indeks		2008	=		2.256				
Investasi	Peralatan		=		9.173.297.721	Rp			
Investasi	Non Peralatan		=		12.650.000.000	Rp			
Kebutuhan	SPBG		=		7	SPBG			
Jumlah	Refurbished		=		7	SPBG			
Jumlah	baru		=		0	SPBG			
Total	Investasi	Alat	=		64.213.084.048	Rp			
Total	Investasi	Non Alat	=		0	Rp			
Total	Investasi	Pipa	=		0	Rp			
Total	Investasi	2012	=		64.213.084.048				

	2013	2013	2013	2013	2013	2013
Indeks	2013	=	2.788		In. Alat 08	7.717.006.854
Indeks	2008	=	2.256		In. Non Alat 08	12.650.000.000
Investasi	Peralatan	=	9.537.485.030	Rp		
Investasi	Non Peralatan	=	12.650.000.000	Rp		
Kebutuhan	SPBG	=	7	SPBG		
Jumlah	Refurbished	=	0	SPBG		
Jumlah	baru	=	7	SPBG		

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Kapuk Kamal	750	6	380.000	1.710.000.000
Ciracas	750	6	380.000	1.710.000.000
Gatot Subroto	750	6	380.000	1.710.000.000
Grogol	750	4	380.000	1.710.000.000
Jl Semanan	750	6	380.000	1.710.000.000
Jl. Latuharhari	750	6	380.000	1.710.000.000
MT Haryono I	750	8	380.000	2.280.000.000
Total				11.970.000.000

Daftar	Baru	2013
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kapuk Kamal	750	6
Ciracas	750	6
Gatot Subroto	750	6
Grogol	750	4
Jl Semanan	750	6
Jl. Latuharhari	750	6
MT Haryono	750	8

Total	Investasi	Alat	=	66.762.395.210	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	88.550.000.000	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	11.970.000.000	Rp
Total	Investasi	2013	=	167.282.395.210	

	2014	2014	2014	2014	2014	2014	
Indeks		2014	=	2.895		In. Alat 08	7.717.006.854
Indeks		2008	=	2.256		In. Non Alat 08	12.650.000.000
Investasi	Peralatan		=	9.901.672.339	Rp		
Investasi	Non Peralatan		=	12.650.000.000	Rp		
Kebutuhan	SPBG		=	8	SPBG		
Jumlah	Refurbished		=	0	SPBG		
Jumlah	baru		=	8	SPBG		

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Cimanggis	750	8	380.000	2.280.000.000
MT Haryono II	750	8	380.000	2.280.000.000
JI Raya Bekasi	750	8	380.000	2.280.000.000
Daan Mogot	750	8	380.000	2.280.000.000
Bandengan	750	8	380.000	2.280.000.000
Kelapa Gading	750	6	380.000	1.710.000.000
Wira Mustika	750	6	380.000	1.710.000.000
Total				14.820.000.000

Daftar	Baru	2014
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Cimanggis	750	8
MT Haryono II	750	8
JI Raya Bekasi	750	8
Daan Mogot-Banten	750	8
Bandengan	750	8
Kelapa Gading	750	6
Wira Mustika	750	6
Pulo Gadung	750	6

Total	Investasi	Alat	=	79.213.378.711	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	101.200.000.000	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	14.820.000.000	Rp
Total	Investasi	2014	=	195.233.378.711	

2015	2015	2015	2015	2015	2015	
Indeks	2015	=	3.001		In. Alat 08	7.717.006.854
Indeks	2008	=	2.256		In. Non Alat 08	12.650.000.000
Investasi	Peralatan	=	10.265.859.648	Rp		
Investasi	Non Peralatan	=	12.650.000.000	Rp		
Kebutuhan	SPBG	=	7	SPBG		
Jumlah	Refurbished	=	0	SPBG		
Jumlah	baru	=	7	SPBG		

	Jarak	Diameter	Harga per (inch meter)	Harga Pipa
Kaliabang	750	8	380.000	2.280.000.000
Kebun Sirih	750	8	380.000	2.280.000.000
Angke	750	8	380.000	2.280.000.000
Danau Sunter Selatan	750	8	380.000	2.280.000.000
Cengkareng	750	6	380.000	1.710.000.000
Jl Pegangsaan 2	750	6	380.000	1.710.000.000
Cideng Timur	750	6	380.000	1.710.000.000
Total				14.250.000.000

Daftar	Baru	2015
Nama	Jarak (m)	Pipa (inch)
Kaliabang	750	8
Kebun Sirih	750	8
Angke	750	8
Danau Sunter Selatan	750	8
Cengkareng Kapuk	750	6
Jl Pegangsaan 2	750	6
Cideng Timur	750	6

Total	Investasi	Alat	=	71.861.017.534	Rp
Total	Investasi	Non Alat	=	88.550.000.000	Rp
Total	Investasi	Pipa	=	14.250.000.000	Rp
Total	Investasi	2015	=	174.661.017.534	

