JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Vol. 5, No. 1, Juni 2020, Hal. 135-150
Terakreditasi "**Peringkat 3"** oleh Kemenristek/BRIN, Nomor SK: 85/M/KPT/2020
DOI: 10.31544/jtera.v5.i1.2020.135-150
p-ISSN 2548-737X
e-ISSN 2548-8678

Penentuan Harga Bahan Bakar Gas Kendaraan Menggunakan Simulasi *Monte Carlo*

Badaruddin Andi Picunang[1], Sarah Dampang[2#], Vita Efelina[3], Billy Nugraha[4]
[1]Program Pascasarjana, Universitas Satyagama Jakarta
Jl. Kamal Raya No. 2a, Kota Jakarta Barat, Jakarta 11730, Indonesia
[2]Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H. S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia
[3,4]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H. S. Ronggowaluyo, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat, Indonesia
[#]sarah.dampang@staff.unsika.ac.id

Abstrak

Moda transportasi baik kendaraan pribadi, angkutan umum, maupun angkutan barang yang merupakan potensi market yang strategis bagi industri energi. Hal ini khususnya dalam upaya melakukan konversi pemakaian Bahan Bakar Minyak (BBM) ke Bahan Bakar Gas (BBG). Dengan demikian, optimasi penentuan harga BBG dibanding dengan harga BBM perlu dilakukan untuk memperoleh harga ideal, sehingga dapat memberikan kontribusi bagi para pelaku usaha baik dari sisi efiesiensi, *safety* maupun keuntungan ekonomi jangka panjang. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi penentuan harga BBG menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Dalam penelitian ini, dipilih suatu uji *sampling* dengan tingkat akurasi yang baik untuk memprediksi variabel-variabel acak dan dalam jumlah iterasi data yang banyak. Simulasi *Monte Carlo* dilakukan dengan perangkat *Crystal Ball* yang merupakan metode statistik yang sudah umum digunakan dalam uji *sampling* suatu variabel untuk memprediksi segala kemungkinan yang terjadi terhadap berbagai pilihan alternatif. Hasil penelitian menunjukkan wilayah Jakarta memiliki harga gas paling rendah menggunakan metode agregasi yaitu sekitar Rp. 2.900, sedangkan paling tinggi menggunakan metode *real* yaitu sekitar Rp. 3.300. Wilayah Jawa Barat memiliki harga gas paling rendah menggunakan metode *real* yaitu sekitar Rp. 3.000, sedangkan paling tinggi menggunakan metode agregasi dan *floating* USD yaitu sekitar Rp. 3.100. Untuk wilayah Banten harga gas paling rendah menggunakan metode agregasi yaitu sekitar Rp. 2.900, sedangkan paling tinggi menggunakan metode *floating* USD yaitu sekitar Rp. 3.400.

Kata kunci: *gas fuel, floating, sampling, real*

Abstract

Modes of transportation both private vehicles, public transportation, and transportation of goods which is a potential strategic market for the energy industry. This is especially in the effort to convert the use of fuel oil (BBM) to gas fuel (BBG). Thus, optimization of CNG pricing compared to fuel prices needs to be done to obtain an ideal price, so that it can contribute to businesses both in terms of efficiency, safety and long-term economic benefits. This study aims to optimize the determination of CNG prices using Monte Carlo simulations. In this study, a sampling test with a good degree of accuracy was chosen to predict random variables and in a large number of iterations of data. Monte Carlo simulation is carried out with a Crystal Ball device which is a statistical method that is commonly used in the sampling test of a variable to predict all possibilities that occur with various alternative choices. The results showed the Jakarta region has the lowest gas prices using the aggregation method of around Rp. 2,900, while the highest uses the real method which is around Rp. 3,300. The West Java region has the lowest gas prices using the real method of around Rp. 3,000, while the highest uses the USD aggregation and floating method which is around Rp. 3,100. For Banten, the lowest gas price uses the aggregation method, which is around Rp. 2,900, while the highest uses the USD floating method which is around Rp. 3,400.

Keywords: *gas fuel, floating, sampling, real*

Diterima: 13 Juli 2019; Direvisi: 16 Oktober 2019; Disetujui: 21 Maret 2020
JTERA, Vol. 5, No. 1, Juni 2020

© 2020 JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa), Politeknik Sukabumi

I. PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan perekonomian bangsa Indonesia akhir-akhir ini mengalami peningkatan. Pembangunan diberbagai sektor terus terjadi khususnya dibidang industri. Seiring laju pertumbuhan ekonomi tersebut, kebutuhan akan sumber energi dengan sendirinya menjadi tinggi. Situasi ini tentu memberikan kesadaran bagi pemerintah untuk menerapkan kebijakan diversifikasi energi di segala sektor sebagaimana tercantum dalam kebijakan energi nasional melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 [1]. Salah satu wujud nyata dari implementasi kebijakan energi nasional, pemerintah melalui Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mengeluarkan kebijakan sebagaimana tertuang dalam Peraturan Menteri No. 19 tahun 2010 tentang besaran alokasi penggunaan gas bumi oleh Kontraktor Kontrak Kerjasama (KKKS) sebesar 40% di sektor hulu dan 25% di sektor hilir bagi badan usaha niaga gas bumi [2].

Moda transportasi baik kendaraan pribadi, angkutan umum, maupun angkutan barang antar wilayah antar provinsi akan menjadi potensi *market* yang strategis bagi industri energi khususnya dalam hal upaya konversi pemakaian BBM ke BBG. Berdasarkan data dari Kementerian Perhubungan tahun 2013 jumlah kendaraan Antar Kota Antar Provinsi (AKAP) dari Pulau Jawa sebanyak 15.000 unit lebih dengan 77% berada di wilayah DKI Jakarta, Jawa Tengah, dan Jawa Barat. Selain itu menurut data 2014 dari Dinas Perhubungan, jumlah kendaraan pribadi untuk wilayah Jakarta saja sudah mencapai angka hampir 10 juta unit [3]. Banyaknya jenis transportasi baik pribadi maupun untuk angkutan sebagai moda sarana perpindahan barang dan penduduk dengan tingkat mobilitas yang tinggi akan memberikan dampak yang signifikan dalam hal penghematan konsumsi energi BBM bila dapat dilakukan konversi ke penggunaan BBG. Selain itu pertimbangan ekonomi bagi para pelaku usaha disektor transportasi maupun pemakai kendaraan pribadi akan berusaha untuk membandingan nilai penghematan biaya jika BBM dikonversi menjadi BBG [4]. Dengan demikian diperlukan sebuah metode optimasi untuk menentukan harga BBG, khususnya untuk konsumsi bahan bakar kendaraan.

Salah satu metode yang dapat digunakan adalah simulasi *Monte Carlo*. Filosofi dasar metode simulasi *Monte Carlo* adalah memberikan nilai dari tiap variabel yang akan dikaji. Berbagai variabel memiliki tingkat kemungkinan yang akan disimulasikan. Salah satu cara untuk membuat distribusi variabel kemungkinan terhadap suatu permasalahan adalah dengan merujuk pada nilai-nilai yang ada sebelumnya (data historis). Frekuensi atau kemungkinan nilai suatu variabel didapatkan dengan membagi frekuensi suatu data dengan jumlah keseluruhan dari jumlah data yang diobservasi [5]. Penelitian sebelumnya telah membahas penentuan harga opsi *barrier* dengan suku bunga tak konstan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Hasilnya menunjukkan bahwa membesarnya harga *strike* menyebabkan harga opsi *barrier up-and-out call*, *up-and-in call*, dan *down-and-out call* menjadi semakin kecil [6]. Dengan demikian optimasi penggunaan BBG dibanding dengan penggunaan BBM melalui serangkaian simulasi perlu dilakukan untuk memperoleh optimasi harga ideal agar upaya konversi dari BBM ke BBG dapat menarik bagi pelaku usaha baik dari sisi efiesiensi, *safety* maupun keuntungan ekonomi jangka panjang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi penentuan harga BBG dengan metode *Monte Carlo*. Metode tersebut menggunakan simulasi dengan empat skenario hasil yaitu harga riil, agregasi, kurs mengambang dan agregasi, serta kurs mengambang. Harga termurah dicapai dengan harga gas yang memiliki sistem kurs tetap. Penelitian ini juga difokuskan pada potensi *market* bagi pengguna kendaraan pribadi.

II. METODE PENELITIAN

A. Identifikasi dan Inventarisasi Data

Tahap awal pelaksanaan penelitian ini yaitu mengidentifikasi dan inventarisasi data yang terkait dengan kebijakan pelaksanaan usaha gas, baik dari sisi penyusunan formula harga gas, maupun potensi permasalasahan gas bumi untuk transportasi serta ketersedian infrastruktur untuk *supply chain* gas bumi. Pada tahap ini akan dikumpulkan data:

a. kebijakan yang mendukung perhitungan harga bahan bakar gas;
b. potensi permasalahan dari bahan bakar gas;
c. formula harga gas bumi baik di hilir maupun di hulu; dan
d. infrastruktur rantai *supply-demand* gas bumi

Data yang dikumpulkan adalah jenis kendaraan pribadi kelas menengah dengan volume kendaraan yang rutin dipakai sebagai kendaraan operasional harian oleh para pemilik kendaraan tersebut. Sumber data dapat diperoleh dari dokumen yang dikeluarkan oleh pihak-pihak terkait misalnya data Badan Pusat Statistik (BPS), Sistem Administrasi Manunggal Satu Atap (SAMSAT), dan Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (GAIKINDO) dalam periode tertentu. Dari keseluruhan jumlah total kendaraan pribadi yang didapatkan tersebut sebanyak 20% dari total

kendaraan pribadi akan dianalisa terkait kebutuhan konsumsi BBG yang terpakai sehingga didapatkan kelayakan secara bisnis dalam konversi BBG untuk moda trasporatsi pribadi. Tahap selanjutnya adalah menentukan *supply chain* untuk menyalurkan natural gas tersebut ke masing-masing SPBG yang akan dibangun.

B. Penyusunan Formula Harga Gas

Setelah data pada tahap awal sudah dianalisa dan dievaluasi, maka selanjutnya disusun formula harga gas bumi baik di hulu maupun di hilir sektor transportasi darat. Dasar perhitungan harga *supply-chain* gas di hulu dan di hilir sampai menjadi BBG. Penentuan struktur harga dan perhitungan masing-masing komponen penyusun struktur harga dilakukan untuk mendapatkan harga BBG. Perhitungan biaya komponen penyusun harga BBG dilakukan dengan menggunakan pendekatan statistik. Adapun formula perhitungan harga jual gas adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Harga\ BBG\ = &\ Harga\ gas\ pada\ pipa\ transmisi \\ &+ Distribusi \\ &+ Margin\ Distribusi\ + SPBG \\ &+ Margin\ SPBG \\ &+ Iuran\ BPH.PPN \end{aligned} \quad (1)$$

C. Metode Simulasi Monte Carlo

Dalam penelitian ini akan dipilih suatu metode penelitian uji *sampling* dengan tingkat akurasi yang baik untuk memprediksi variable-variabel acak dan dalam jumlah iterasi data yang banyak. Metode tersebut lebih dikenal dengan simulasi *Monte Carlo* dengan perangkat *Crystal Ball* yang merupakan metode statistik yang sudah umum digunakan dalam uji *sampling* suatu variabel untuk memprediksi segala kemungkinan yang terjadi terhadap berbagai pilihan alternatif. Dengan metode ini dapat definisikan hasil dari setiap skenario yang menghasilkan rentang nilai untuk menilai suatu resiko. Metode ini dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang studi kajian seperti pendidikan, perencanaan finansial, industri, dan sebagainya. Filosofi dasar metode simulasi *Monte Carlo* adalah memberikan nilai dari tiap variabel yang akan dikaji. Berbagai variabel memiliki tingkat kemungkinan yang akan disimulasikan [7].

Selain penentuan probabilitas dari suatu variabel, perangkat *Crystall Ball* juga dapat menentukan nilai sensitivitas dari variabel yang memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Metode *Monte Carlo* dengan perangkat *Crystal Ball* dapat menghasilkan data simulasi dengan tiga karakteristik *input* data yang digunakan sebagai berikut [8]:

a. *Assumption Cell*, berisi data-dataasumsi
b. *Decision Cell*, berisi data-datakeputusan, dan
c. *Forecast Cell*, hasil yang akandiramalkan

Untuk menentukan suatu data dalam proses penentuan probabilitas suatu kejadian atau nilai, umumnya digunakan *Goodness of Fit Test* untuk menguji distribusi mana yang memiliki nilai lebih akurat. Sekian banyak data histori yang didapatkan misalnya *trend* pergerakan harga saham ataupun data estimasi biaya, metode dengan proses data *fitting* akan lebih membantu dari sisi validasi data dibandingkan dengan penentuan secara manual untuk penetuan parameter distribusi. Dalam data *fitting*, *Crystal Ball* secara otomatis menyesuaikan data yang dimasukkan terhadap distribusi probabilitas diskrit atau kontinyu. *Crystal Ball* memilih distribusi probabilitas berdasarkan standar *Goodness of Fit Test.* Terdapat tiga jenis *Goodness of Fit Test* dalam *Crystal Ball*, yaitu: *Chi Square*, *Kolmogorov Smirnov* dan *Anderson Darling.*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan ini akan dibahas terkait struktur formula penentuan harga teroptimasi BBG untuk sektor kendaraan pribadi di wilayah Jakarta, Depok, Tangerang, dan Bekasi (Jadetabek). Penelitian ini akan mengacu pada data terkait tingkat kebutuhan pengembangan infrastruktur penyaluran BBG untuk kendaraan *Natural Gas Vehicle* (NGV) dan *Liquified Natural Gas* (LNG) yang menggunakan sumber gas dalam bentuk LNG yang akan disalurkan atau didistribusikan dengan menggunakan LNG *Trucking*. Cakupan wilayah yang akan dikaji pada penelitian ini meliputi wilayah Jadetabek yang menerapkan SPBG LNG – LCNG (*daughter station*) untuk wilayah Jakarta dan pembangunan CNG *Whosale* untuk wilayah lainnya [9].

A. Data Jumlah Kendaraan di Wilayah Jadetabek

Menurut data yang dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan Jakarta, volume kendaraan di wilayah Jadetabek mengalami peningkatan setiap tahunnya. Adapun rata-rata peningkatan volume kendaraan tersebut sejumlah 13%. Dengan kondisi demikian dipastikan kebutuhan akan BBM akan mengalami peningkatan. Tabel 1 menunjukkan data pertambahan jumlah kendaraan di wilayah Jadetabek dalam periode 2008-2014.

Tabel 1. Jumlah kendaraan di wilayah Jadetabek

Tahun	Jumlah Mobil	Jumlah Motor	Pertambahan Mobil/Tahun	Pertambahan Mobil/Hari	Pertambahan Motor/Tahun	Pertambahan Motor/Hari
2008	2.882.202	6.765.723	128.410	351	791.550	2.168
2009	2.976.591	7.518.098	94.389	258	752.375	2.061
2010	3.233.389	8.764.130	256.798	703	1.246.032	3.413
2011	3.486.351	9.861.451	252.962	693	1.097.321	3.006
2012	3.732.773	10.727.273	246.422	675	865.822	2.372
2013	4.123.589	11.949.280	390.816	1.070	1.222.007	3.347
2014	1.224.053	6.396.997	2.899.536	7.943	5.552.283	15.211

Sumber: Dishub DKI Jakarta

Tabel 2. Jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya

Wilayah	Jenis Kendaraan Bermotor				
	Mobil Penumpang	Mobil Barang	Mobil Bus	Sepeda Motor	Jumlah
Jakarta Selatan	533.889	108.089	99.548	863.687	1.605.213
Jakarta Timur	135.137	38.327	16.443	592.084	781.981
Jakarta Utara	121.820	40.017	15.227	453.973	631.087
Jakarta Barat	496.192	132.895	78.806	952.973	1.660.866
Jakarta Pusat	260.298	94.950	46.702	716.905	1.118.855
Total Jakarta	**1.547.336**	**414.278**	**256.766**	**3.579.622**	**5.798.002**
% Jenis kendaraan	26,7%	7,1%	4,4%	61,7%	100,0%
Tangerang	175.727	56.397	39.500	1.162.117	1.434.281
Bekasi	134.984	39.378	14.433	899.334	1.088.129
Depok	58.422	8.398	7.633	333.100	407.553
Total Detabek	**369.133**	**104.713**	**61.566**	**2.394.551**	**2.929.963**
% Jenis Kendaraan	12,6%	3,6%	2,1%	81,7%	100,0%
Total Jadetabek	**1.916.469**	**518.991**	**318.332**	**5.974.173**	**8.727.965**

Sumber: Direktorat Lalu Lintas Polda Metro Jaya

Jumlah kendaraan terdaftar pada Ditlantas Wilayah Hukum Polda Metro Jaya tidak hanya mendaftar pemilikan kendaraan penduduk Jakarta, tetapi juga kota-kotadi sekitarnya yaitu Kota Tangerang, Kota Bekasi, Kota Karawang dan Kota Depok. Kecenderungan pertumbuhan kendaraan menunjukkan total kendaraan mobil terdaftar secara drastis meningkat dari 2,8 juta kendaraan mobil pada tahun 2008 menjadi 12,2 juta pada tahun 2014, dengan kenaikan rata-rata 13% pertahun. Dari data di atas dapat diketahui jumlah volume kendaraan di wilayah Jadetabek selalu mengalami pertambahan setiap tahunnya sehingga dapat diasumsikan jumlah kendaraan pada tahun 2015 berjumlah sekitar 14,5 juta unit. Merujuk pada data yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, jumlah mobil pribadi khusus untuk wilayah DKI Jakarta saja hingga akhir tahun 2015 sudah berjumlah sekitar 3.226.009 unit atau sekitar 22% persen dari total kendaraan mobil yang yang ada di wilayah Jadetabek. Pada penelitian ini, proyeksi volume jumlah kendaraan pribadi dibatasi hanya sampai pada tahun 2015. Dengan demikian perhitungan kebutuhan gas pada wilayah dilakukan berdasarkan proyeksi volume kendaraan pribadi sampai 2015.

B. Penentuan Skala Konversi dari BBM ke BBG untuk Wilayah Jadetabek

Program konversi BBM ke BBG yang dicanangkan oleh pemerintah untuk sektor transportasi darat sudah dapat dilaksanakan khususnya pada wilayah-wilayah yang terdapat insfrastruktur pipa gas. Kota Jakarta adalah salah satu wilayah yang sudah melakukan program konversi dari BBM ke BBG untuk transporatsi darat. Program yang dimaksud adalah penggunaan BBG pada moda transportasi darat seperti *busway* Transjakarta yang diterapkan sejak tahun 2006 sampai tahun 2015, jumlah kendaraan *busway* Transjakarta yang beroperasi sekitar 545 unit. Selain *busway*, konversi BBM ke BBG juga diterapkan pada tarsnporatsi bajaj sebanyak 2.775 unit. Pada penelitian ini akan ditekankan pada potensi kebutuhan BBG bagi kendaraan pribadi di wilayah Jadetabek dengan asumsi sekitar 20% total kendaaran pribadi akan melakukan konversi dari BBM ke BBG. Untuk wilayah Jadetabek, data pada Tabel 2 menunjukkan jumlah kendaraan yang tersebar di wilayah Jadetabek pada tahun 2008.

Tabel 3. Asumsi persentase jumlah kendaraan pribadi yang berpotensi untuk dilakukan konversi BBM ke BBG

Jumlah Kendaraan Pribadi	Potensi Jumlah Kendaraan Terkonversi (Unit)	Keterangan
20% volume jumlah total 3.266.787	645.359	Asumsi ini didasarkan pada kesediaan pemilik kendaraan untuk beralih ke bahan bakar gas dengan adanya biaya tambahan *converter*

Dari data diatas menunjukan bahwa peningkatan kendaraan pribadi rata-rata 12,6% pertahun. Jika diasumsikan peningkatan tersebut berjalan secara konsisten, maka sampai akhir tahun 2015, volume kendaraan pribadi diperkirakan mengalami kenaikan sekitar 113% sehingga untuk wilayah Detabek, kendaraan pribadi diasumsikan mengalami peningkatan sebanyak 787.730 unit. Dengan demikian, jika ditotal volume kendaraan pribadi sampai akhir 2015 untuk wilayah Jadetabek mencapai 3.226.787 unit. Pada kenyataanya, penerapan program konversi dari BBM ke BBG yang telah dicanangkan oleh pemerintah masih mengalami kendala. Baik itu di wilayah Jakarta dan sekitaranya maupun kota-kota lainnya. Kendala-kendala tersebut dapat dipetakan dalam beberapa kondisi yaitu terbatasnya infrastruktur SPBG yang dibangun.

Dalam rangka untuk mensukseskan program pemerintah terkait upaya konversi BBM ke BBG dalam skala yang lebih besar dibandingkan dengan apa yang sudah berjalan saat ini, maka dalam penelitian ini akan dilakukan proyeksi potensi jumlah kendaraan pribadi yang akan dikonversi ke BBG sampai tahun 2015 dalam rangka menentukan *demand* gas/LNG untuk wilayah Jadetabek dengan asumsi 20% kendaraan pribadi tersebut dapat dilakukan konversi. Tabel 3 menunjukkan asumsi persentase kendaraan pribadi yang akan dikonversi dari BBM ke BBG.

Dengan pendekatan asumsi tersebut diatas, maka didapatkan jumlah kendaraan pribadi di wilayah Jadetabek yang berpotensi untuk dilakukan konversi ke BBG. Dengan proyeksi jumlah kendaraan pribadi yang berpotensi untuk dilakukan konversi ke BBG, maka dapat diperkirakan kebutuhan gas perhari dan pertahun untuk wilayah Jadetabek.

Tabel 4. Asumsi konsumsi BBG jenis kendaraan pribadi

Perhitungan	Harian	Tahunan
Jumlah BBG kendaraan pribadi yang dibutuhkan (liter setara premium) (lsp)	6.453.590	2.355.560.350
Jumlah energi gas yang dibutuhkan dalam *Million Metric British Thermal Unit* (MMBTU)	208.853	76.231.257,36
Jumlah gas dibutuhkan dalam *Million Metric Standard Cubic Feet* (MMSCF)	208,85	76.231,26

Kebutuhan BBG untuk kendaraan pribadi dalam penggunaan harian setara 10 liter setara premium (lsp) [10] sehingga kebutuhan BBG untuk wilayah Jadetabek dapat ditunjukan sebagaimana Tabel 4.

Berdasarkan data asumsi pada Tabel 4, maka dapat diperhitungkan total konsumsi BBG untuk wilayah Jadetabek yaitu sebesar 6.453.590 lsp NGV/hari atau setara dengan 10.756 lsp LNG/hari karena 1 lsp NGV adalah 1/600 dari lsp LNG. Dengan demikian, bila mengacu pada data tabel tersebut diatas maka kebutuhan BBG untuk wilayah Jadetabek sebesar 208,85 MMSCFD perhari atau 76.231,26 MMSCFD pertahun. Dengan jumlah demikian dapat dikatakan bahwa kebutuhan akan pasokan energi untuk wilayah Jadetabek cukup besar sehingga untuk mensukseskan konversi BBM ke BBG menjadi keharusan bagi pemerintah untuk menyediakan pasokan sesuai kebutuhan konsumen.

C. Formula atau Harga Gas Bumi di Hilir maupun di Hulu

Harga gas di hulu (*wellhead*) pada penelitian ini didasarkan pada pendekatan statistik data lapangan atau sumur gas yang berada pada *region* wilayah Jawa bagian Barat. Hal ini dilakukan karena menyesuaikan cakupan wilayah yang menjadi kajian dalam penelitian ini khususnya wilayah Jadetabek. Tabel 5 menunjukkan data biaya perekonomian di *wellhead* Jawa bagian Barat baik difasilitas *offshore* maupun *onshore*.

Berdasarkan hasil *data fitting* untuk *Wellhead Cost* (Jawa Barat - *Onshore*), didapatkan jenis distribusi logistik dengan rata-rata sebesar US$ 0,61/MMBTU. Sementara untuk *Production Facility Cost* didapatkan jenis distribusi *Lognormal* dengan rata-rata sebesar US$ 0,23/MMBTU, dan untuk OPEX didapatkan jenis distribusi logistik

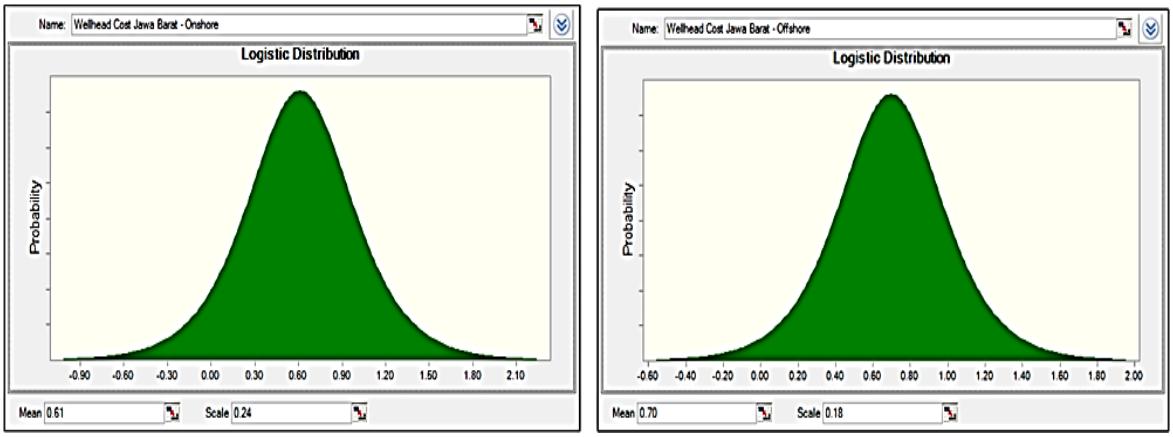
dengan rata-rata sebesar US$ 1,07/MMBTU. Pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 akan diberikan kurva distribusi hasil data *fitting* dari kedua *region* yang telah diberikan.

Dengan infrastruktur *supply* gas eksisting saat ini, kebutuhan panjang jalur pipa dapat ditentukan. Dari hasil perhitungan panjang pipa yang dibutuhkan adalah 130 km. Karena pada kenyataannya terdapat perubahan elevasi dan penghalang pada pipa maka diperlukan adanya koreksi terhadap perhitungan yang mengasumsikan pipa akan dipasang lurus sesuai kondisi di peta. Oleh karena itu, diasumsikan adanya tambahan 10% dari panjang pipa dibutuhkan sehingga panjang pipa menjadi 143 km. Suplai yang diperuntukan mengacu pada kapasitas SPBG yang ada yaitu 1 MMSCFD. Oleh karena itu, pada jalan tol suplai SPBG dibuat kurang dari kapasitasnya. Harga gas pada pipa transmisi untuk wilayah *region* Jawa barat dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

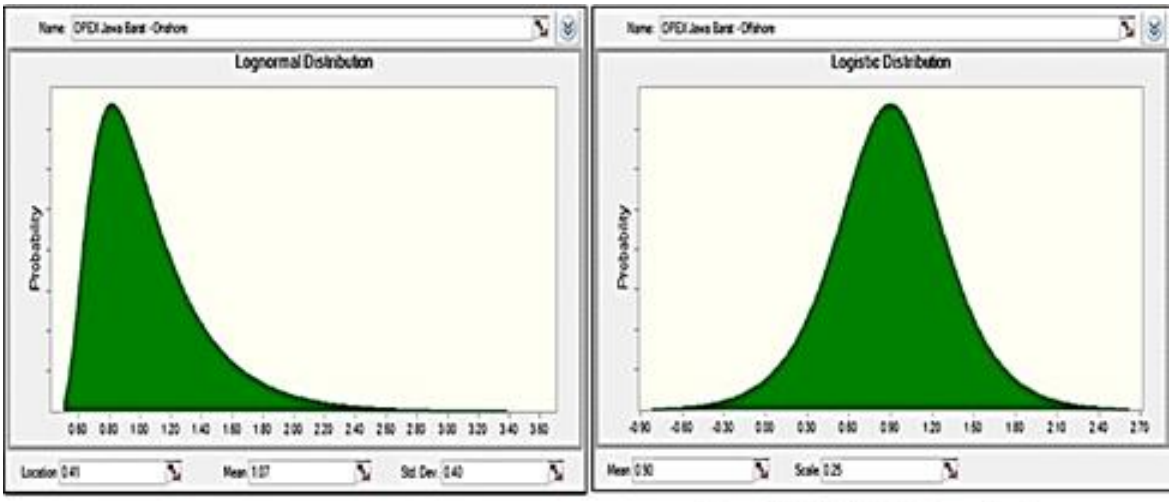
Tabel 5. Data biaya perekonomian di *wellhead* (Jawa Barat-*Onshore*)

No	Lapangan	*Wellhead Cost* ($/MMBTU)	*Prod facility cost* ($/MMBTU)	OPEX ($/MMBTU)
1	WJ-1	0,44	0,21	0,71
2	WJ-10	0,47	0,66	1,62
3	WJ-12	1,11	0,87	0,65
4	WJ-18	1,04	1,19	0,55
5	WJ-19	0,71	1,39	1,02
6	WJ-1	0,44	0,21	0,73
7	WJ-10	0,47	0,66	1,62
8	WJ-12	1,11	0,87	0,65
9	WJ-18	1,04	1,19	0,55
10	WJ-19	0,71	1,39	1,02
11	WJ-1	0,44	0,21	0,73
12	WJ-10	0,47	0,66	1,62
13	WJ-12	1,11	0,87	0,65
14	WJ-18	1,04	1,19	0,55
15	WJ-19	0,71	1,39	1,02
16	WJ-1	0,44	0,21	0,73
17	WJ-10	0,47	0,66	1,62
18	WJ-23	0,50	0,09	0,75
19	WJ-4	0,50	0,61	1,50

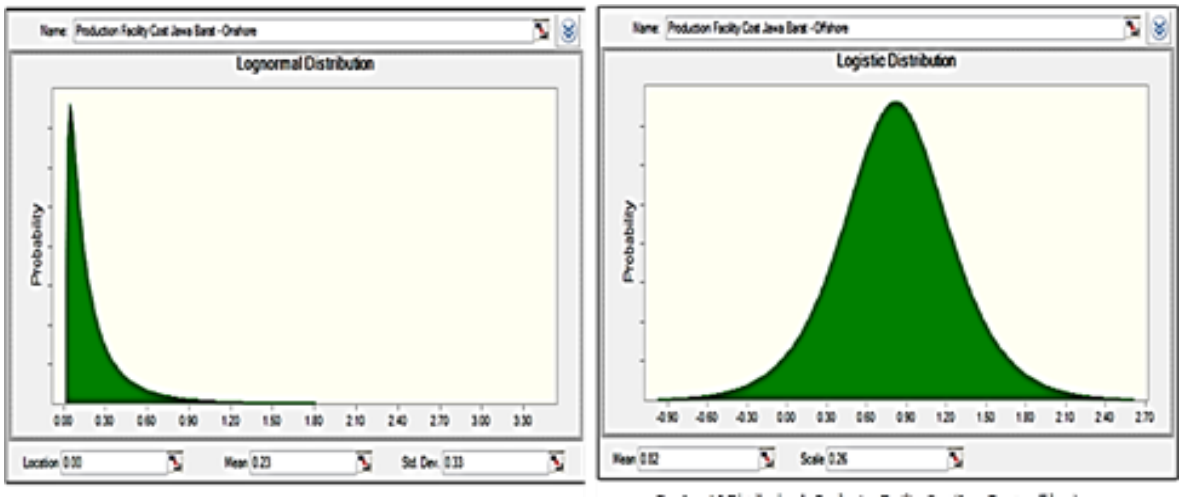
Sumber: PT Pertamina EP



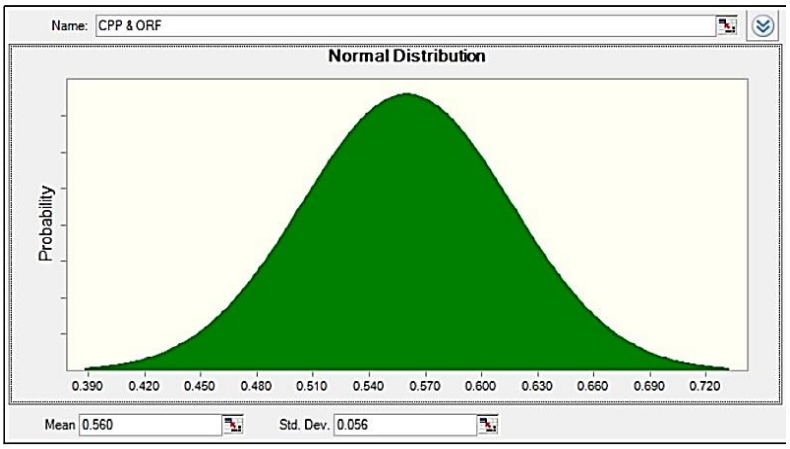
Gambar 1. Distribusi biaya *wellhead* wilayah Jawa Barat



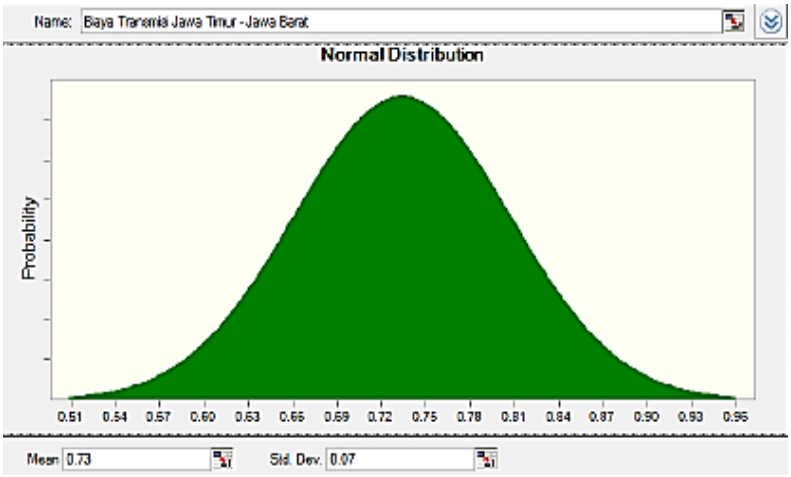
Gambar 2. Distribusi biaya OPEX wilayah Jawa Barat



Gambar 3. Distribusi biaya *Production Facility* wilayah Jawa Barat



Gambar 4. Distribusi biaya CPP dan ORF



Gambar 5. Distribusi biaya transmisi

Tabel 6. Harga gas pada pipa transmisi *region* Jawa Barat

No	Penjual	Pembeli	Harga Desember 2013 (US$/M MBTU)
1	CNOOC	PLN Cilegon	5,56
2	PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ LTD.	PLN Muara Karang	2,65
3	PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ LTD.	PLN Tanjung Priok	2,65
4	PT. Pertamina EP	Cilarang Listrindo	4,00
5	PT. Pertamina EP	ITP-PLTG Citeureup	2.81
6	PT. Pertamina EP	Manggala G. Karya	2,85
7	PT. Pertamina EP	Pembangkit Jawa Bali	5,95
8	PT. Pertamina EP	Tata J.Sejahtera-Region Jawa	2,80
9	PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ LTD	Pupuk Kujang – Jawa Barat	4,35
10	PT. Pertamina EP	Pupuk Kujang 1B – Region Jawa	5,66
11	PT. Pertamina EP	PGN Cabang CRB/Sunyaragi	5,97
12	PT. Pertamina EP	PGN Cabang JKT/ Cibitung	5,97
13	PT. Pertamina EP	PGN Cirebon (USD)	3,86
14	PT. Pertamina EP	PGN JRR	4,46
15	PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ LTD	Kilang RU VI	5,65
16	PT. Pertamina EP	Banten Inti Grasindo – Reg Jawa	3,00
17	PT. Pertamina EP	Bayu B. Gemilang – Rwg Jawa	2,85
18	PT. Pertamina EP	Bina B. W. Mukti – Reg Jawa	4,95
19	PT. Pertamina EP	EHK/ Bitung – Reg Jawa	2,77
20	PT. Pertamina EP	EHK/ Tegal Gede – Reg Jawa	2,75
21	PT. Pertamina EP	EHK/BHP & Cabot –Reg Jawa	2,8
22	PT. Pertamina EP	Fajar S. Wisesa – Reg Jawa	5,97
23	PT. Pertamina EP	Indo Raya Kimia – Reg Jawa	4,01
24	PT. Pertamina EP	Krakatau Steel – Reg Jawa	4,01
25	PT. Pertamina EP	Ogspiras Basya Pratama – Reg Jawa	2,65
26	PT. Pertamina EP	PT. Pertiwi Nusantara KHR	3,88
27	PT. Pertamina EP	Pelangi C. Losarang – Reg Jawa	5,57
28	PT. Pertamina EP TAC SENSL	PT. Pertiwi Nusantara – Reg SMTR	6,15
29	PT. Pertamina EP	Rabara G. Makmur – Reg Jawa	2,71
30	PT. Pertamina EP	S P I J – Reg Jawa	3,00
31	PT. Pertamina EP	Sadikun NR/Cikarang –Reg Jawa	2,8
32	PT. Pertamina EP	Sadikun NR/ Cilegon – Reg Jawa	3,00
33	PT. Pertamina EP	Sadikun NR/Karawang – Reg Jawa	3,00
34	PT. Pertamina EP	Sumber Daya Kelola	7,96
35	PT. Pertamina EP	UP VI *FEED* Gas – KLNG Reg Jawa	5,85
36	PT. Pertamina EP	UP VI NatGas – KLNG Reg Jawa	5,85
37	PT. Pertamina EP	Sinergi Patriot Bekasi	2,79
38	PT. Pertamina EP	Jabar Energi	2,88

Sumber: PT Pertamina EP

Tabel 7. Biaya pipa transmisi *region* Jawa Barat

Nama Perusahaan	Hak Khusus Ruas Transmisi	Tarif (US$/MMBTU)	Tarif (US$/MMBTU.km)
PT. Pertamina Gas	SKG Mundu - PLTG Sunyaragi	0,44	1.38E-02
PT. Pertamina Gas	SKG Mundu – Balongan	0,15	8.33E-03
PT. Pertamina Gas	Balongan - Kandang Haur Timur	0,39	1.15E-02
PT. Pertamina Gas	Kandang Haur Timur - Cilamaya	0,59	1.00E-02
PT. Pertamina Gas	Kandang Haur Timur - Cilamaya	0,73	1.24E-02
PT. Pertamina Gas	Cilamaya – Citarik	0,05	2.38E-03
PT. Pertamina Gas	Cilamaya – Citarik	0,05	2.38E-03
PT. Pertamina Gas	Citarik – Dauwan	0,03	4.29E-03
PT. Pertamina Gas	Citarik - Tegal Gede	0,15	3.33E-03
PT. Pertamina Gas	Citarik - Tegal Gede	0,16	3.64E-03
PT. Pertamina Gas	Tegal Gede – Nagrak	0,15	5.56E-03
PT. Pertamina Gas	Nagrak – Bitung	0,07	1.37E-03
PT. Pertamina Gas	Bitung – Cilegon	0,30	4.05E-03

Sumber: PT Pertamina Gas

D. Perhitungan Biaya Supply Gas

Untuk menentukan nilai ekonomis BBG yang akan dijual, maka perlu dianalisa terkait biaya yang diperlukan selama *feed* gas tersebut dalam proses pendistibusianya. Selanjutnya, untuk perhitungan pada *mother station*, dilakukan analisis menggunakan rumusan yang diambil dari buku Peta Jalan Kebijakan Gas Bumi Nasional 2014, dengan menggunakan persamaan:

$$Investasi = \frac{\$60600\,\frac{Km}{Inch}\text{x Jarak (Km)x Diameter (Inch)}}{Jangka\ Investasi\ (10\ Tahun) x\ Kapasitas} \quad (2)$$

Dengan demikian, diperoleh nilai untuk pipa ke *mother station*. Selanjutnya diperoleh tabulasi seluruh harga *trucking* seperti pada Tabel 8. Selanjutnya, perhitungan dilanjutkan ke titik *supply chain* berikutnya yaitu 54 SPBG dan berikut ini akan dilakukan tabulasi seluruh harga SPBG seperti pada Tabel 9.

Dari keseluruhan perhitungan pada tiap titik pada supply chain, dilakukan penjumlahan atas seluruh perhitungan yang telah dilakukan berdsarkan rumus di bawah ini:

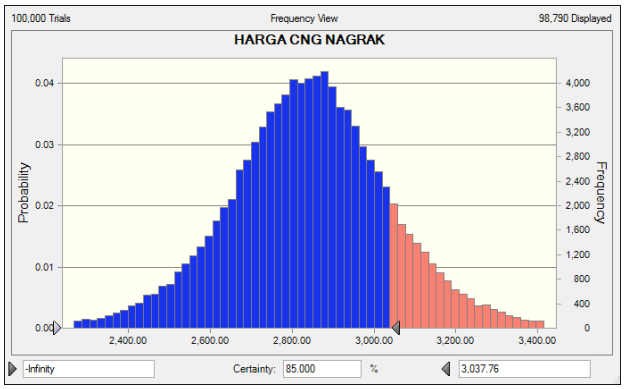
$$Harga\ Gas = \frac{(Distribusi\ Harga\ T.Point + Pipa\ ke\ MS + Mother\ Station + Trucking + SPBG + Margin\ BPH) x\ Kurs\ \left(\frac{12000}{USD}\right)}{30{,}64\ (LSPtoMMBTU\ Ratio)} \quad (3)$$

Tabel 8. Tabulasi harga *mother station*

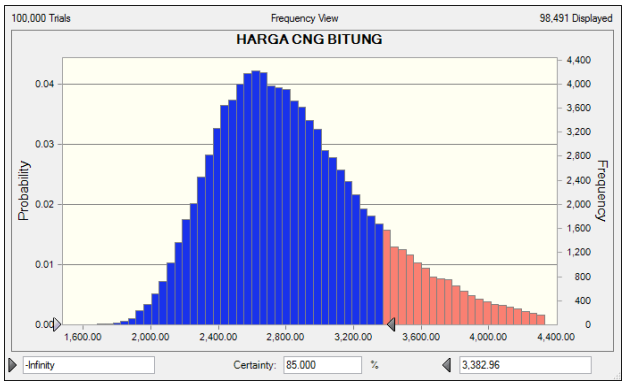
Perhitungan	Jarak TP-MS (KM)	Vol. Gas Tersalurkan (MMSCFD)	*Unit* Energi Gas (MMBTU/D)	Diameter (Inch)	CAPEX (Juta USD/Tahun	Amortisasi CAPEX/Tahun	CAPEX perunit/hari (USD/MMBTU)	OPEX (5% CAPEX) (Juta USD)	OPEX/MMBTU	OPEX perunit/hari (USD/MMBTU)	Total Biaya (USD/MMBTU)
TP-M/S Bitung	2,1	9,5	9500	14	0,019	0,0003	0,00009	0,0009	0,938	0,0003	0,0004
TP-M/S Nagrak 1	1,73	10	10000	14	0,015	0,0002	0,00006	0,0007	0,733	0,0002	0,0002
TP-M/S Nagrak 2	2,35	10,5	10500	14	0,019	0,0003	0,00008	0,0009	0,949	0,0002	0,0003

Tabel 9. Tabulasi harga SPBG

Perhitungan	Vol. Gas Tersalurkan (MMSCFD)	*Unit* Energi Gas (MMBTU/D)	CAPEX (Juta USD)	Amortisasi CAPEX/Tahun	CAPEX perunit/hari (USD/MMBTU)	OPEX (5% CAPEX) (Juta USD/Tahun)	OPEX per MMBTU (USD/MMBTU)	Total Biaya (USD/MMBTU)
SPBG dari Bitung (24 buah)	0,25	250	0,850	0,0137	0,1507	1,02	0,4657	0,6165
SPBG dari Bitung (1 buah)	3	3000	2,900	0,0469	0,0428	0,145	0,1324	0,1752
SPBG dari Nagrak (24 buah)	0,25	250	0,85	0,0137	0,0137	1,02	0,4657	0,6165
SPBG dari Nagrak (5 buah)	3	3000	2,9	0,0469	0,0469	0,725	0,1324	0,1752



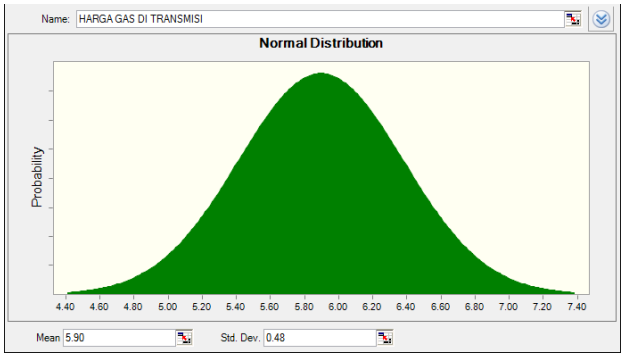
Gambar 6. Nilai perhitungan harga BBG di titik Nagrak



Gambar 7. Nilai perhitungan harga BBG di titik Bitung

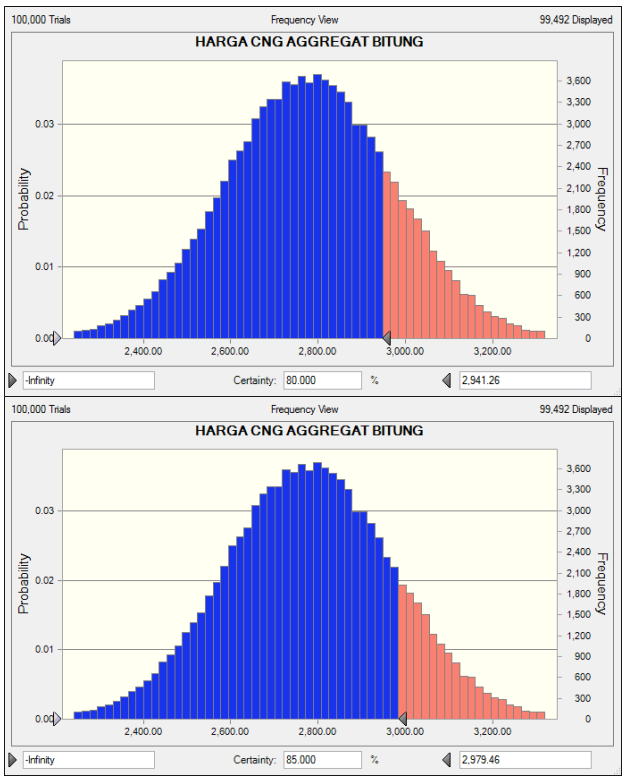
Dari rumusan tersebut, maka dapat dihitung dan dibuat *forecast* dengan menggunakan *Crystal Ball*. Dengan ini, untuk hasil yang didapat, akan diberikan 4 skenario, yakni harga riil dengan kurs tetap, harga riil dengan kurs mengambang, harga aggregasi dengan kurs tetap, dan harga aggregasi dengan kurs mengambang. Pada perhitungan ini, harga gas di titik Nagrak mencakup wilayah Jakarta Timur, Jakarta Selatan, Depok, dan Bekasi (Jawa Barat), sedangkan harga gas di titik Bitung mencakup wilayah Tangerang (Banten) dan Jakarta Selatan.

Skenario pertama, untuk perhitungan harga riil dengan kurs tetap, didapatkan nilai perhitungan harga BBG dari titik Nagrak seperti pada Gambar 6 dengan *certainty* 80-85% didapatkan harga BBG pada range Rp. 2.999-Rp. 3.037. Untuk perhitungan harga BBG dari titik Bitung ditunjukkan Gambar 7 dengan *certainty* 80-85% didapatkan harga BBG pada *range* Rp. 3.253-Rp. 3.382.

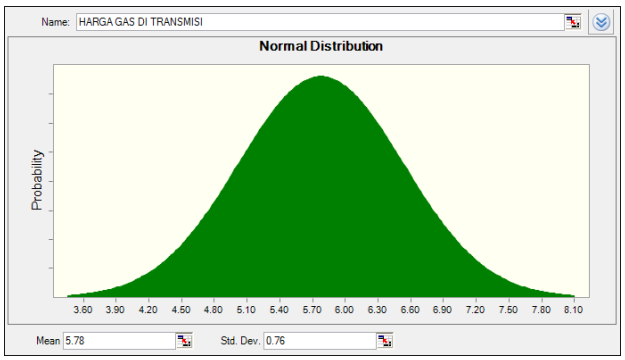


Gambar 8. Harga gas di transmisi Bitung dengan sistem aggregasi

Skenario kedua, yakni harga aggregasi dengan kurs tetap, didapat harga di pipa transmisi yang berbeda dengan skenario harga riil. Untuk di wilayah Bitung, distribusinya ditunjukkan Gambar 8. Pada sistem aggregasi, distribusi harga yang terjadi dianggap normal sehingga kita dapat mengetahui nilai *mean*-nya dan juga angka deviasinya. Dengan sistem distribusi normal, maka *forecast* yang didapat ditunjukkan Gambar 9.

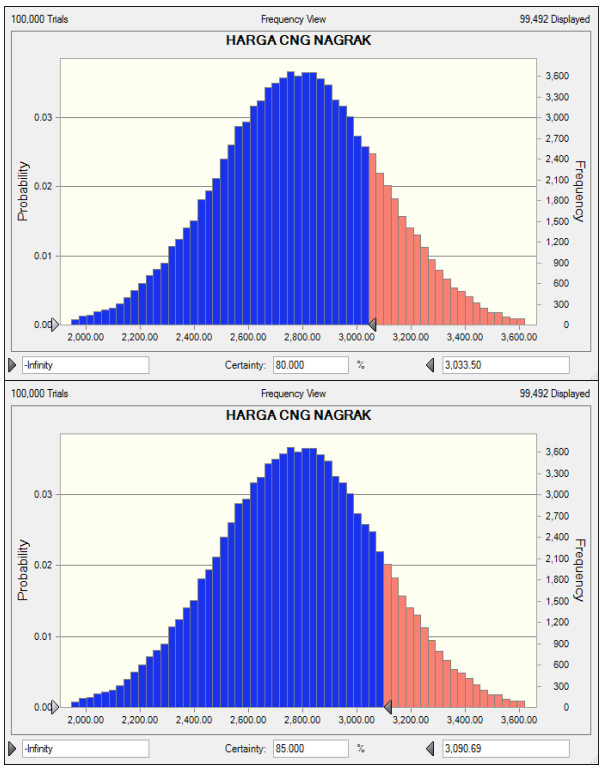


Gambar 9. Harga CNG aggregasi Bitung



Gambar 10. Harga gas di transmisi Nagrak dengan sistem aggregasi

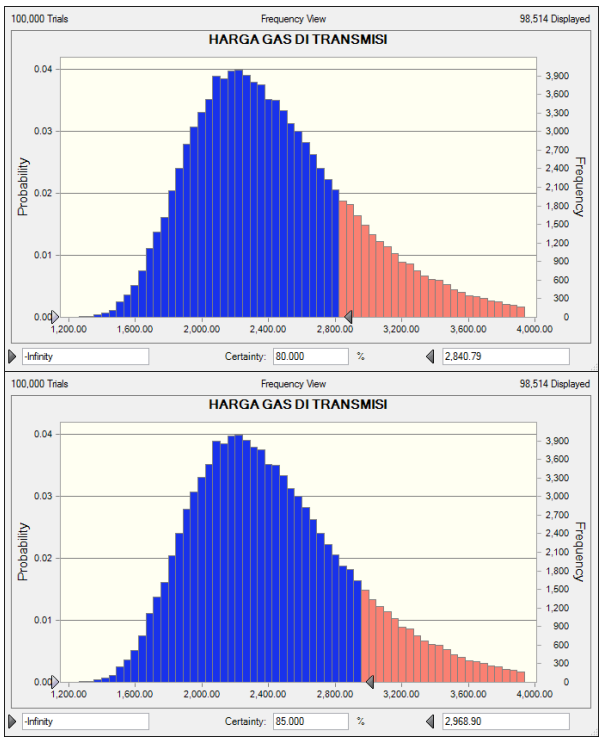
Harga yang didapat dengan sistem aggregasi dari titik bitung pada kisaran kepastian antara 80-85% adalah sebesar Rp. 2.941-Rp. 2.979, yang berarti harga tersebut sedikit lebih murah jika dibandingkan dengan harga yang didapat tanpa sistem aggregasi, walaupun besarnya tidak begitu signifikan. Demikian pula dari titik Nagrak, dapat kita lihat harga di pipa transmisinya seperti pada Gambar 10. Harga yang didapat dengan sistem aggregasi dari titik Nagrak pada kisaran kepastian antara 80-85% adalah sebesar Rp. 3.034-Rp. 3.090, yang berarti harga tersebut sedikit lebih murah jika dibandingkan dengan harga yang didapat tanpa sistem aggregasi, walaupun besarnya tidak begitu signifikan. Gambar 11 adalah kurva *forecast* harga gas di transmisi di titik Nagrak.



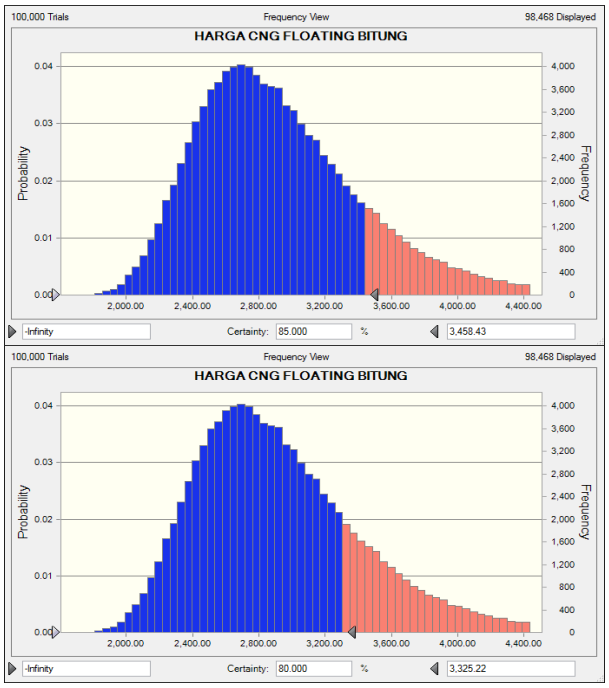
Gambar 11. Harga CNG aggregasi Nagrak

Skenario ketiga, yakni harga CNG riil dengan menggunakan sistem kurs mengambang. Dengan sistem kurs mengambang, didapat dua hasil, yakni hasil *forecast* dari harga gas di transmisi dan juga hasil *forecast* dari harga gas CNG untuk BBG. Tujuan didapatkannya hasil harga gas di transmisi adalah agar kita dapat mengetahui harga kepastian gas di transmisi dengan kepastian yang tinggi sehingga walau dengan kurs mengambang orang akan tetap tertarik. Gambar 12 adalah kurva *forecast* harga gas di transmisi di titik Bitung. Dari kurva tersebut, dapat dilihat bahwa kisaran harga gas di transmisi titik Bitung dengan sistem kurs mengambang adalah sebesar Rp. 2.841-Rp. 2.969. Untuk kurva hasil *forecast* harga CNG dari titik Bitung dengan sistem kurs mengambang dapat dilihat pada Gambar 13. Dari kurva tersebut, didapat harga CNG dari titik Bitung dengan kurs mengambang adalah sebesar Rp. 3.325-Rp. 3.458. Gambar 14 adalah kurva *forecast* harga gas di transmisi di titik Nagrak. Dari kurva tersebut, dapat dilihat bahwa kisaran harga gas di transmisi titik Nagrak dengan sistem kurs mengambang adalah sebesar Rp. 2.527-Rp. 2.568.

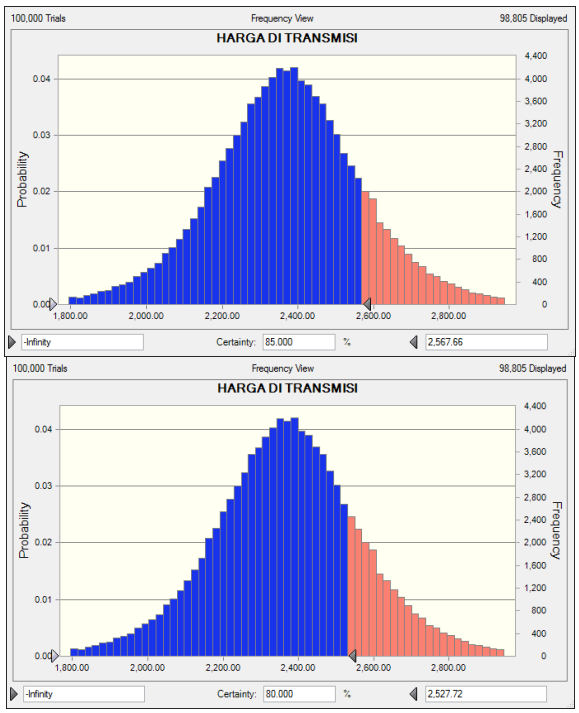
Untuk kurva hasil *forecast* harga CNG di wilayah Nagrak dengan sistem kurs mengambang ditunjukkan Gambar 15. Dari kurva tersebut, didapat harga CNG dari titik Nagrak dengan kurs mengambang adalah sebesar Rp. 3.060-Rp. 3.100.



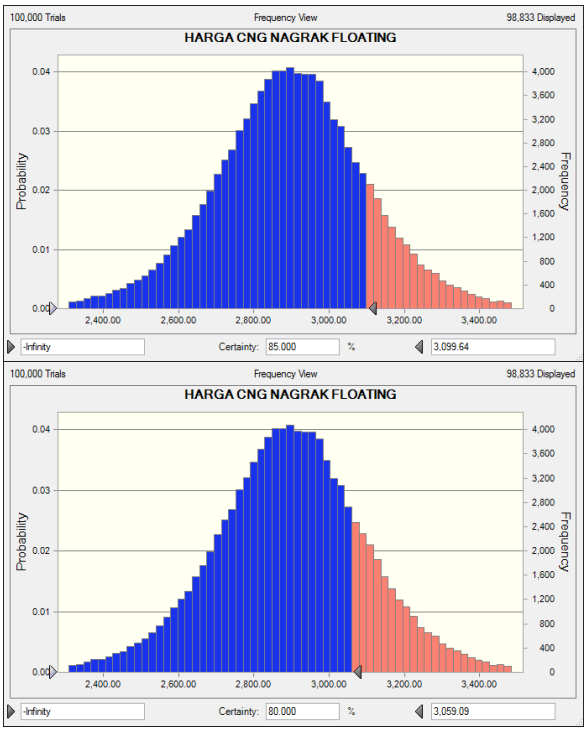
Gambar 12. Harga gas di transmisi Bitung dengan sistem kurs mengambang



Gambar 13. Harga CNG wilayah Bitung dengan sistem kurs mengambang

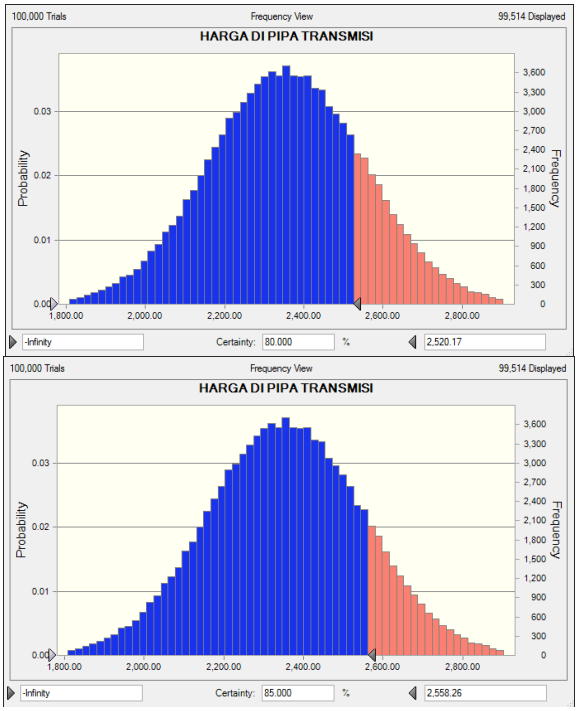


Gambar 14. Kurva harga gas di transmisi Nagrak dengan sistem kurs mengambang



Gambar 15. Harga CNG wilayah Nagrak dengan sistem kurs mengambang

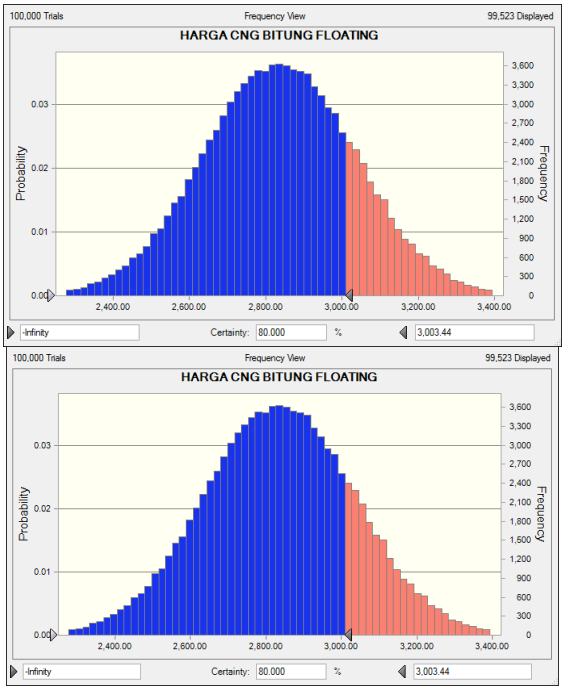
Skenario keempat, yaitu harga gas CNG dengan menggunakan sistem aggregasi dan juga kurs mengambang, adalah menggabungkan sistem aggregasi dengan menggunakan kurs mengambang. Untuk skenario ini, didapat hasil *forecast* harga pada pipa transmisi yang menggunakan kurs mengambang, dan juga hasil *forecast* dari harga gas CNG dengan sistem aggregasi dan kurs mengambang. Untuk titik Bitung, kurva *forecast* dari harga pipa di transmisi dengan menggunakan sistem aggregasi dan kurs mengambang ditunjukkan Gambar 16.



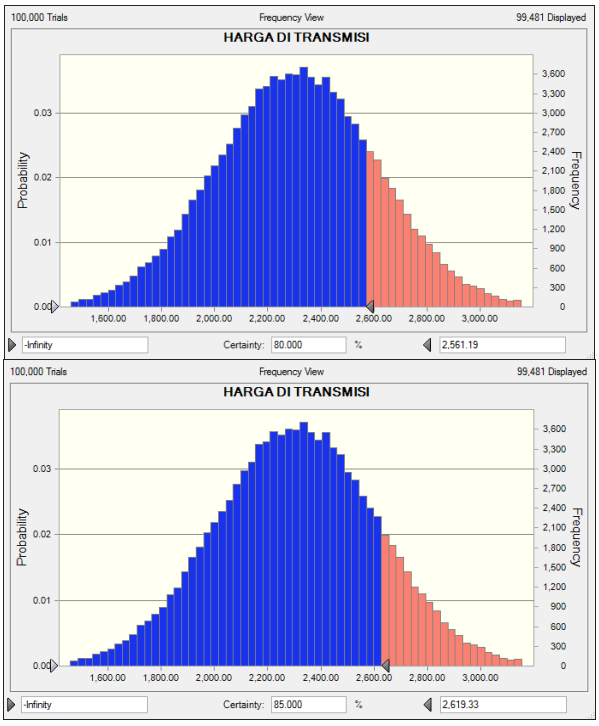
Gambar 16. Kurva *forecast* harga pipa di transmisi Bitung dengan skema aggreggasi dan kurs mengambang

Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa kisaran harga gas di transmisi titik Bitung dengan sistem kurs mengambang adalah sebesar Rp. 2.520-Rp. 2.559. Dari kurva transmisi saja dapat terlihat bahwa harga yang didapat dengan sistem aggregasi dibandingkan dengan sistem riil terlihat lebih murah, walaupun hanya beberapa rupiah saja. Dan untuk kurva hasil *forecast* harga CNG di wilayah Bitung dengan sistem kurs mengambang ditunjukkan Gambar 17. Dari Kurva tersebut didapat harga CNG titik Bitung dengan kurs mengambang adalah sebesar Rp. 3.003-Rp. 3.042. Dengan harga tersebut, dapat diketahui bahwa dengan kurs mengambang harga yang didapat akan lebih mahal dengan sistem aggregasi kurs tetap.

Untuk titik Nagrak, kurva *forecast* dari harga pipa di transmisi dengan menggunakan sistem aggregasi dan kurs mengambang ditunjukkan Gambar 18. Dari kurva tersebut dapat dilihat bahwa kisaran harga gas di transmisi titik Nagrak dengan sistem kurs mengambang adalah sebesar Rp. 2.561-Rp. 2.619. Dari kurva transmisi saja dapat terlihat bahwa harga yang didapat dengan sistem aggregasi dibandingkan dengan sistem riil terlihat lebih murah, walaupun hanya sedikit. Untuk kurva hasil *forecast* harga CNG dari titik Nagrak dengan sistem kurs mengambang ditunjukkan Gambar 19.



Gambar 17. Harga CNG wilayah Bitung dengan system kurs mengambang dan aggregasi

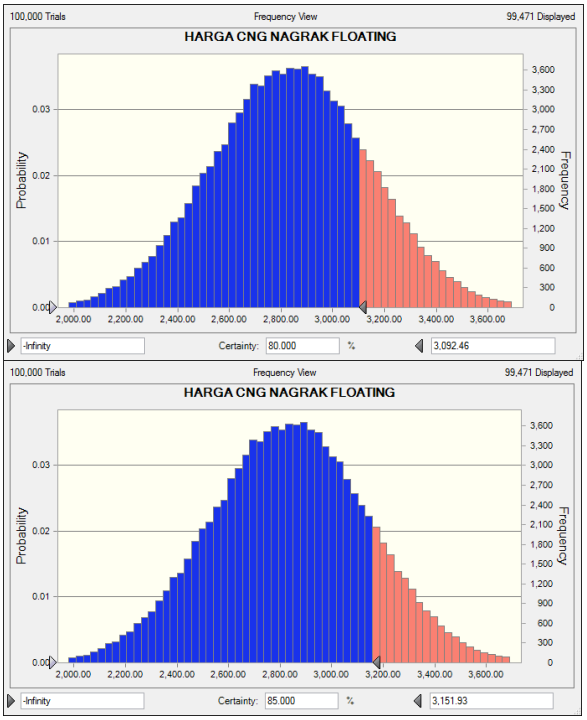


Gambar 18. Kurva *forecast* wilayah Nagrak dengan sistem agregasi dan kurva kurs mengambang

Dari kurva tersebut didapat harga CNG dari titik Nagrak dengan kurs mengambang adalah sebesar Rp. 3.092-Rp. 3.152. Dengan harga tersebut, dapat diketahui bahwa dengan kurs mengambang harga yang didapat akan lebih mahal dengan sistem aggregasi kurs tetap.

Tabel 10. Harga CNG wilayah Jakarta

Jenis Harga	Wilayah Jakarta Barat (Bitung *Based*)	Wilayah Jakarta Timur dan Jakarta Selatan (Nagrak *Based*)
Harga Gas Real	Rp. 3.253 – Rp. 3.382	Rp. 2.999 – Rp. 3.037
Harga Gas Aggregasi	Rp. 2.941 – Rp. 2.979	Rp. 3.034 – Rp. 3.090
Harga Gas *Floating* USD	Rp. 3.325 – Rp. 3.458	Rp. 3.060 – Rp. 3.100
Harga Gas Aggregasi & *Floating* USD	Rp. 3.003 – Rp. 3.042	Rp. 3.092 – Rp. 3.152



Gambar 19. Harga CNG Nagrak dengan sistem kurs mengambang dan aggregasi

Dari data-data yang sudah disajikan, maka dapat diolah hasil untuk wilayah Jakarta dengan metode *forecast* menggunakan program *Crystal Ball*. Harga CNG di Jakarta yang diperoleh dalam (Rupiah/LSP) dapat dilihat pada Tabel 10.

Berdasarkan tabel tersebut, dapat kita lihat bahwa rata-rata harga gas dari wilayah Tangerang (Nagrak) lebih murah dibandingkan dengan harga gas dari wilayah Jawa Barat (Bitung). Hal ini disebabkan karena harga rata-rata gas di transmisi di wilayah Nagrak lebih murah dibandingkan dengan harga rata-rata gas di transmisi di wilayah Bitung. Selain itu, dari beberapa pilihan tersebut, harga gas yang di aggregasi terlihat lebih murah, tetapi selisihnya tidak banyak. Dengan demikian, baik dengan harga aggregasi maupun harga riil, ataupun dengan harga kurs mengambang atau tidak, sebenarnya memiliki kisaran harga yang hampir sama. Untuk wilayah Jawa Barat, dapat dilihat pada Tabel 11 dan untuk wilayah Banten, dapat dilihat dari Tabel 12.

Tabel 11. Harga CNG wilayah Jawa Barat

Jenis Harga	Harga CNG Wilayah Depok dan Bekasi (Nagrak *Based*)
Harga Gas Real	Rp. 2.999 – Rp.3.037
Harga Gas Aggregasi	Rp. 3.034 – Rp. 3.090
Harga Gas *Floating* USD	Rp. 3.060 – Rp. 3.100
Harga Gas Aggregasi & *Floating* USD	Rp. 3.092 – Rp. 3.152

Tabel 12. Harga CNG wilayah Tangerang (Banten)

Jenis Harga	Harga CNG Wilayah Tangerang (Bitung *Based*)
Harga Gas Real	Rp. 3.253 – Rp. 3.382
Harga Gas Aggregasi	Rp. 2.941 – Rp. 2.979
Harga Gas *Floating* USD	Rp. 3.325 – Rp. 3.458
Harga Gas Aggregasi & *Floating* USD	Rp. 3.003 – Rp. 3.042

Berdasarkan hasil penelitian, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penentuan harga BBG dapat dilakukan menggunakan simulasi *Monte Carlo* seperti yang telah dilakukan [6]. Dengan simulasi ini, maka dapat diketahui kisaran harga untuk setiap skenario yang ditentukan.

IV. KESIMPULAN

Penentuan harga BBG menggunakan simulasi *Monte Carlo* telah dilakukan pada penelitian ini. Dari hasil penelitian, dapat dilihat bahwa pada regional Jakarta, Jawa Barat, dan Banten (Tangerang), harga termurah dicapai dengan harga gas dengan sistem kurs tetap. Hal ini dikarenakan pada kurs mengambang, harga kursnya lebih tinggi dibandingkan dengan tetapan kurs. Tetapi secara keseluruhan, perbedaan harga yang terjadi tidak begitu jauh antara hasil harga satu dengan yang lainnya. Agar konversi dari BBM ke BBG untuk sektor transportasi dapat berhasil, maka disarankan pemerintah untuk mengeluarkan beberapa paket kebijakan, diantaranya penetapan formula harga jual LNG untuk kepentingan domestik dan khususnya untuk sektor transportasi. Hal ini dapat dikaji kembali melalui penelitian selanjutnya.

REFERENSI

[1] (2020) Website Peraturan BPK. [Online]. Available:https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41945/perpres-no-5-tahun-2006

[2] Keputusan Menteri ESDM No. 2261 K/12/MEM/2013 tentang Harga Jual Gas Bumi dari Kontraktor Kontrak Kerjasama (KKKS) dan Badan Usaha Pemegang Izin Usaha Niaga Gas Bumi melalui Pipa yang dialokasikan untuk Bahan Bakar Gas Transportasi Jakarta.

[3] (2020) Website Data Jakarta. [Online]. available: https://data.jakarta.go.id/dataset/data-perbandingan-jumlah-kendaraan-pribadi-dan-angkutan-umum-dki-jakarta

[4] V. Susanti, A. Hartanto, R. A. Subekti, H. M. Saputra, E. Rijanto, and A. Hapid, "Pengurangan Subsidi BBM dan Polusi Udara Melalui Kebijakan Program Konversi dari BBM ke BBG untuk Kendaraan di Propinsi Jawa Barat," *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, vol. 01, no 2, pp. 43-52, 2010.

[5] W. N. Cahyo, "Pendekatan Simulasi Monte Carlo untuk Pemilihan Alternatif dengan Decision Tree pada Nilai Outcome yang Probabilistik," *Jurnal Teknoin*, vol. 13, no. 2, 2008.

[6] D. Lessy, "Simulasi Monte Carlo Dalam Penentuan Harga Opsi Barrier. *Jurnal Matematika dan Pembelajarannya*," vol. 1, no. 2, pp. 110-118, 2013.

[7] K. Noury and B. Abbasi, "Implementation of The Modified Monte Carlo Simulation for Evaluate of Barrier Option Prices," *Journal of Taibah University for Science*, vol. 11, no. 2, pp. 233-240, 2015.

[8] Oracle, *Crystal Ball Getting Started Guide*. Redwood *City*, United States: Oracle Corporation, 2007.

[9] R. Ahmad, "Penetapan Harga Bahan Bakar Gas untuk Transportasi Natural Gas for Vehicle (NGV) dan Liquefied Natural Gas (LNG) di Indonesia," *Tesis Magister Kekhususan Manajemen Gas*, Universitas Indonesia, 2013.

[10] Presentasi Balitbang LSP, "*Implementasi Pemakaian CNG pada Bis Transjakarta"*, 2015.