

# Penerapan Sistem Analitik Untuk Data Bawah Permukaan Sebagai Penentu Kualitas *Reservoir*

Irvina Kamalitha Zunaidi<sup>1</sup>, Praswasti PDK Wulan<sup>2</sup>, Fajril Ambia<sup>3</sup>

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia  
Kampus Baru, Depok, Depok-Jawa Barat 16424<sup>1,2</sup>,  
Studi Eksplorasi dan Evaluasi Cadangan, SKK Migas  
Gedung Wisma Mulia, Lantai 35, Jl. Jend. Gatot Subroto, No.42, Jakarta 12710<sup>3</sup>  
irvinazunaidi24@gmail.com<sup>1</sup>

**Abstract** — *Oil and gas reserves in Indonesia have an important role in the lives of their people. Therefore, data on oil and gas reserves in Indonesia are very necessary. In addition, the quality of the reserves itself determines the development of the oil and gas industry going forward. Since the government has aggressively encourage the use of natural gas and at present the government does not yet have data on Indonesia's gas reserves efficiently, this study presents a concept so that the government can easily see the quality of gas reserves. In this study, data management was carried out by grouping raw data according to each category. The data calculated using the Bayesian statistical method. This statistical assessment is a prediction model or percentage of data quality trust and definition of limits in grouping data quality. The percentage number of the prediction model appears based on suggestions according to the user's perspective. Data quality prediction models determine the quality of the reservoir. The role of reservoir quality is very large in determining future business. The results of research conducted by researchers labeling the classification of well status of On Production produces a high average accuracy with 81% precision, 98% recall, and 89% f-measured.*

**Index Terms**— *Data Quality, Development, Natural Gas, Oil, Reservoir Quality*

## I. PENDAHULUAN

Gas bumi merupakan energi primer ketiga yang paling banyak digunakan di dalam negeri setelah minyak bumi dan batubara. Untuk itu gas bumi memegang peranan penting di Indonesia. Pemerintah Indonesia terus mengembangkan eksplorasi gas bumi dari lapangan-lapangan gas bumi yang sudah ditemukan guna memenuhi kebutuhan gas dalam negeri. Cadangan gas bumi Indonesia per 1 Januari 2017 sebanyak 142.72 TSCF. Jika tidak ada penemuan cadangan yang baru, dengan pemakaian gas bumi (pemanfaatan gas) saat ini dan menimbang produksi gas rata-rata dari tahun 2012-2017 sebesar 2.9 TSCF/tahun, gas bumi Indonesia diperkirakan akan habis 49 tahun mendatang<sup>[1]</sup>.

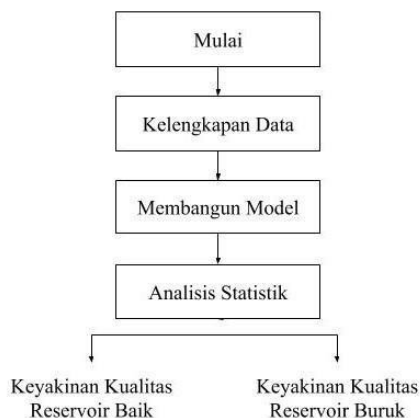
Gas bumi merupakan energi primer ketiga yang paling banyak digunakan di dalam negeri setelah minyak bumi dan batubara. Untuk itu gas bumi memegang peranan penting di Indonesia. Pemerintah Indonesia terus mengembangkan eksplorasi gas bumi dari lapangan-lapangan gas bumi yang sudah ditemukan guna memenuhi kebutuhan gas dalam negeri.

Data cadangan gas bumi sangat dibutuhkan dalam menghitung keakuratan jumlah cadangan yang tersedia. Data tersebut juga dibutuhkan untuk mengetahui apakah lokasi dan ketersediaan *reservoir* yang pada saat ini masih layak digunakan sebagai cadangan gas. Berdasarkan hal tersebut di atas, dibutuhkan *reservoir quality assessment* agar badan yang berfungsi sebagai pengawas aset negara, dapat meninjau dengan lebih efisien *reservoir* tersebut.

Pengawasan pemerintah akan kualitas *reservoir* harus didukung oleh data-data bawah tanah yang baik dan lengkap. Data yang tersedia pada badan pengawas aset negara adalah data evaluasi Sumber Daya Cadangan (eSDC). Metode untuk menilai kualitas *reservoir* adalah memakai penilaian statistika, yaitu *Bayesian statistic*. Diharapkan adanya kemudahan dalam pengawasan pemerintah dalam memperkirakan cadangan *reservoir* dan pengembangan bisnis atas kualitas *reservoir* yang baik.

## II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu kelengkapan data, pembangunan model, analisa statistika, dan terakhir adalah keyakinan atas kualitas *reservoir* baik atau buruk. Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

### A. Kelengkapan Data Reservoir

Pada tahap ini, data yang kosong, dilengkapi. Data dilengkapi dengan beberapa cara, yaitu dengan data Mean dari nilai-nilai tersebut dan dengan korelasi data. Kelengkapan data akan mempengaruhi pembacaan keyakinan atas kualitas *reservoir*.

### B. Membangun Model

Tahapan membangun model dilakukan dengan metode Bayesian statistika. Metode Bayesian memiliki beberapa sub metode. Dalam hal ini, untuk menghitung keyakinan dalam ketidakpastian tingkatan suatu kualitas *reservoir*, adalah dengan *Bayesian Hierarchical Softmax Regression*. Pemodelan prediksi kualitas *reservoir* ini dikerjakan dengan aplikasi *Anaconda Python*, yaitu suatu bahasa pemrograman untuk *scientific computing (data science, machine learning, application, large data scale processing, predictive analytics)*.

Bayesian Statistika adalah prosedur matematika yang menerapkan probabilitas terhadap masalah statistik atau lebih jelasnya adalah metode untuk mengetahui besar kemungkinan terjadi atas sesuatu dalam menghadapi beberapa bagian tertentu. Secara umum, teorema Bayes dinyatakan sebagai berikut

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Dalam notasi  $P(A|B)$  adalah peluang kejadian A bila B terjadi dan  $P(B|A)$  peluang kejadian B bila A terjadi.  $P(A)$  adalah *Prior Belief* atau hipotesa.  $P(B)$  adalah *Evidence* atau data.  $P(B|A)$  adalah *Likelihood* atau probabilitas data jika memiliki hipotesa. Dan  $P(A|B)$  adalah *Posterior Belief* atau banyaknya data yang akan dilihat modelnya.

*Hierarchical* adalah suatu model data dimana data disusun dalam struktur. Data disimpan sebagai catatan yang terhubung satu sama lain. *Softmax Regression* adalah fungsi menormalkan distribusi probabilitas. *Bayesian Hierarchical* adalah menentukan dan melihat ketidakpastian data kedepannya, sedangkan *Softmax Regression* adalah model statistika dengan hasil yang berkelanjutan (*continuous output*).

### C. Analisis Statistik

Setelah data set didapatkan, maka dilakukan pembuatan model *Bayesian Hierarchical Softmax Regression* dengan memakai perhitungan *Monte Carlo Markov Chain Monte Carlo (MCMC)* merupakan metode membangkitkan sampel dari distribusi *posterior* sesuai dengan *Markov chain* dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* secara iteratif, sehingga diperoleh kondisi yang konvergen terhadap *posterior*<sup>[2]</sup>.

Model ini membangun *Hierarchical Bayesian Softmax Regression* dengan persamaan

$$\theta = \alpha + \beta x \quad (2)$$

$$y = \frac{e^{\theta_i}}{\sum e^{\theta_i}} \quad (3)$$

$$y = mx + c \quad (4)$$

Persamaan (2) dimana  $\alpha$  adalah area pencarian data,  $\beta$  adalah data seberapa acak data,  $x$  adalah komponen distilasi (porositas, dan lainnya). Persamaan (3) adalah persamaan regresi linear, digunakan untuk lebih dari satu hasil, dimana  $e^{\theta}$  merupakan nilai dari setiap objek (produksi, dan lainnya). Pada persamaan (4) adalah persamaan linear.

### D. Keyakinan Kualitas Reservoir Baik atau Buruk

Dari pengerjaan tahapan diatas, akan terlihat berapa persen keyakinan atas kualitas suatu *reservoir*. Hasil prediksi untuk algoritma *Bayesian Hierarchical Softmax Regression* ini mencoba memprediksi kemungkinan dalam

mencapai status *On Production* dengan data bawah permukaan yang tersedia. Algoritma ini mempelajari data dari eSDC. Bayesian ini memberikan keuntungan dalam kemampuan untuk memprediksikan seberapa suatu ketidakpastian.

Dihitung *precision*, persamaan (4), yaitu perbandingan jumlah dokumen yang relevan dengan jumlah seluruh dokumen relevan. Dihitung juga nilai *recall*, yaitu perbandingan jumlah dokumen yang relevan dengan jumlah dokumen yang terkenal, dengan persamaan (5). Persamaan (6) adalah F1 atau *f-measured* adalah *harmonic mean* dari *precision* dan *recall*.

$$\frac{t_p}{t_p + f_p} = Precision \quad (4)$$

$$\frac{t_p}{t_p + f_n} = Recall \quad (5)$$

$$2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} = F1 \text{ atau } F - \text{Measured} \quad (6)$$

Dimana,  $t_p$  adalah *true positive (correct result)*,  $f_p$  adalah *false positive (unexpected result)*,  $f_n$  adalah *false negative (missing result)*. Jika nilai F1 mendekati angka 1, maka mengidentifikasi data dengan benar, jika nilai mendekati angka 0, maka model gagal total.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Set

Data-data yang ada pada sistem eSDC merupakan data yang berasal dari pelaporan KKKS. Data-data tersebut dapat dilihat pada tabel 1. Ada beberapa data yang tidak terisi, dapat dikatakan bahwa data tidak lengkap. Oleh karena itu, data dilengkapi dengan beberapa tahap. Data yang lengkap, terisi dapat membantu perhitungan dalam metode Bayesian. Selain kelengkapan data, data yang tidak dibutuhkan akan dihilangkan. Berikut adalah data-data yang tersedia dalam eSDC.

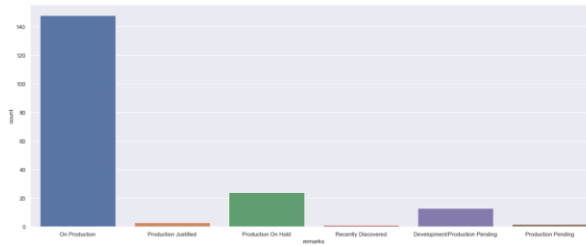
Tabel 1 Data-data eSDC

Zone	Zone datum depth	Pressure gradient water	Viscosity oil initial
Study type	GOC	Temperature initial	viscosity oil pb
Volumetric	GWC	SG oil	Permeability

<i>calculation</i>			<i>absolute avg</i>
<i>Driving mechanism</i>	OWC	SG gas	Saturation oil reservoir
<i>Lithology</i>	Pressure initial datum	Yield condensate avg	Saturation oil critical
<i>Formation</i>	Pressure current datum	z factor initial	Saturation gas critical
<i>Geoage</i>	Pressure abd datum	z factor abandonment	Comp C <sub>3</sub>
<i>Deposition environment</i>	Pressure bubble	Saturation water critical	Comp iC <sub>4</sub>
<i>Trap</i>	Pressure gradient gas	Comp CO <sub>2</sub>	Comp nC <sub>4</sub>
<i>Zone depth avg</i>	Pressure gradient oil	Comp N <sub>2</sub>	Comp iC <sub>5</sub>
<i>Comp H<sub>2</sub>S</i>	Comp C <sub>1</sub>	Comp C <sub>2</sub>	Comp nC <sub>5</sub>
<i>Comp C<sub>6+</sub></i>	uncertainty level	ultimate reservoir oil	ultimate reservoir gas
<i>remarks1</i>	ioip	ultimate recovery oil	ultimate reservoir gas
<i>igip</i>	ultimate reservoir condensate	porosity effective avg	Saturation initial gas
<i>ultimate reservoir gn</i>	ultimate recovery condensate	ntg avg	shrink initial oil
<i>ultimate recovery gn</i>	netpay avg	Saturation initial oil	shrink initial gas
<i>remarks</i>			

Dari semua data tersebut di atas, ada beberapa data yang dihilangkan karena data-data tersebut tidak berpengaruh terhadap penilaian Bayesian statistika. Data-data tersebut adalah data *Zone*, *Study type*, *GOC*, *Volumetric calculation*, *GWC*, *Driving mechanism*, *OWC*, *Pressure current datum*, *Lithology*, *Formation*, *Geoage*, *Deposition environment*, *Trap*, *Zone depth avg*, *uncertainty level*, dan *remarks1*.

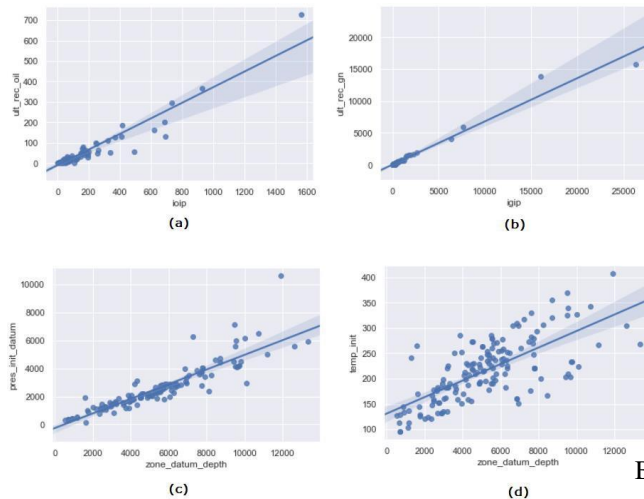
Setelah itu, didapatkan hasil dengan keterangan data *On production*, *Production Justified*, *Production On Hold*, *Recently Discovered*, *Development/Production Pending*, dan *Production Pending*.



Gambar 2. Klasifikasi Data

Gambar di atas merupakan klasifikasi data dimana sumbu X adalah *Count* atau jumlah data yang tersedia berdasarkan status sumur dan sumbu Y adalah *remarks*, dimana dalam kolom *remarks* adalah status sumur. Data yang bernilai kosong, dapat diisi dengan nilai *Mean* data tersebut. Dipakai nilai *Mean* karena diasumsikan bahwa nilai ini adalah nilai yang dapat mewakili nilai-nilai kosong. Dari statistik, nilai *Mean* mendekati kebenaran.

Selanjutnya, mengisi data *ioip*, *igip*, temperatur, dan tekanan, dengan melihat grafik sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Korelasi Pengisian Data Reservoir

Gambar (a) adalah grafik nilai *ioip* dengan *ultimate recovery oil*, dilakukan hal ini untuk mengisi data *ioip*. Gambar (b) merupakan grafik *igip* dan *ultimate recovery natural gas*, akan mendapatkan nilai *igip*. Kemudian gambar (c) adalah perbandingan *zone datum depth* dengan *pressure initial*, agar mengisi kekosongan nilai tekanan. Terakhir, gambar (d) memperlihatkan perbandingan grafik *zone datum depth* dengan *temperature*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan nilai *temperature*. Dapat dilihat dari grafik tersebut bahwa, nilai yang mengisi kekosongan tersebut masih dalam lingkup *slope* antara garis X dan Y. Setelah langkah diatas dijalani, data telah terisi dan siap untuk dibuat

model *Bayesian Hierarchical Softmax Regression*.

Tahapan di atas telah memberikan nilai untuk mengisi kekosongan nilai dari data-data yang diperlukan. Selanjutnya, data set tersebut dapat dihitung menggunakan *Bayesian Statistic*. Data set ini dapat dilihat pada Tabel 2.

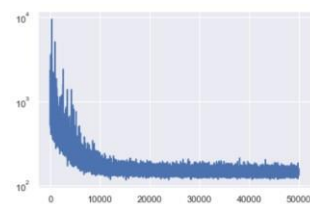
Data dari tabel dibawah adalah data-data untuk melihat kualitas reservoir. Kolom 'Std', merupakan kolom standar deviasi. Disini standar deviasinya bernilai kurang dari 0,1 (<0,1), maka jika nilai 'Std' kurang dari 0,1 nilai tersebut dihilangkan. Nilai tersebut adalah nilai *pres\_grad\_gas*, *pres\_grad\_water*, *sg\_gas*, dan *z\_factor\_init*.

Tabel 2 Data Set Reservoir Gas

	Count	Mean	Std	Min	25%	50%	75%	Max
zone datum depth	133	4831.41	2613.446	525	2907.873			
zone datum depth	133	2284.869	1466.791	108.218	1295	2150	2865	10628
pres abd datum	133	641.2108	406.6486	50	400	673.5689	673.5689	2196
pres grad gas	133	0.061374	6.97E-18	0.061374	0.061374	0.061374	0.061374	0.061374
pres grad water	133	0.434283	0.014288	0.404	0.433614	0.433614	0.433614	0.57703
temp init	133	208.8407	57.18766	95	162	210	252	408
sg gas	133	0.75352	2.23E-16	0.75352	0.75352	0.75352	0.75352	0.75352
yield cond avg	133	459.3895	3663.888	3.19E-05	0.808886	1.354189	4.920315	30000
z factor init	133	0.927625	0.07894	0.74	0.904	0.927625	0.95	1.369657
z factor abd	133	0.884142	0.112672	0.1	0.88674	0.88674	0.88674	0.99
perm abs avg	133	1.458857	1.000547	0	0.503791	1.456594	2.322219	4.085326
sat gas crit	133	16.49719	9.004433	0.021	16.49719	16.49719	16.49719	73
sat water crit	133	19.51903	12.45378	0.1	19.51903	19.51903	19.51903	94.79
comp co2	133	9.330326	12.45756	0	1.05	3.81	12.58	65.35
comp n2	133	3.057068	9.552841	0	0.1313	0.658	1.34	56.25
comp h2s	133	0.033449	0.157581	0	0	0	0	1.39
comp c1	133	63.22328	29.89889	0	42.07	73.4761	83.64	99.18
comp c2	133	4.538687	3.804992	0	1.345	4.0941	6.7	14.1049
comp c3	133	4.792312	10.19627	0	0.888646	2.81	5.42	98.4
comp ic4	133	2.618476	9.184844	0	0.225	0.684122	1.31	76
comp nc4	133	2.514438	7.293963	0	0.22	0.87	1.62	61
comp ic5	133	1.732799	6.424856	0	0.126	0.38	0.78	57
comp nc5	133	1.294551	4.874295	0	0.065	0.29	0.59	47.255
comp c6+	133	9.710859	21.94317	0	0.13	0.56	2.3	95.51
igip	133	673.8512	2785.706	5.00E-23	31.146	92.6707	289.3589	26336
ult res gn	133	398.8502	1489.99	0.160081	19.83621	57.4625	212.77	11478.62
ult res gn	133	486.1023	1915.939	0.2838	24.75794	68.10192	212.77	15801
ult res con	133	77.44627	143.2484	0.003412	7	41.02854	75.21827	1059.811
ult res con	133	78.86301	143.9886	0.0135	13.989	41.02854	75.21827	1059.811
netpay avg	133	19333.41	126255	9.783	60.85	227	19333.41	1460317
por eff avg	133	19.50073	12.02359	0.04231	17	19.50073	20	109
ntg avg	133	1189658	4960669	20.25	90694	1160830	1189658	57374230
sat init gas	133	44.95604	19.67178	0.281	44.95604	44.95604	44.95604	87
shrink init gas	133	134.8781	54.03948	1.1	118.3672	134.8781	134.8781	333.33

### B. Bayesian Hierarchical Softmax Regression

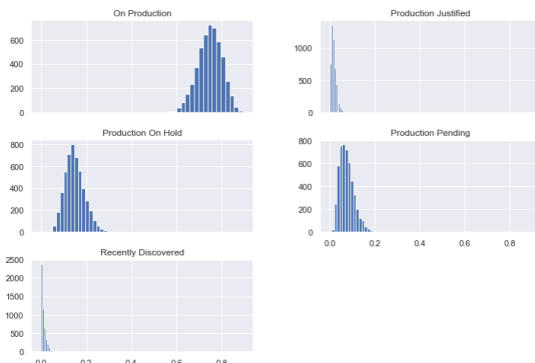
Data yang telah lengkap menjadi model untuk membangun *Bayesian Hierarchical Softmax Regression*. Dalam tahap ini menggunakan persamaan Monte Carlo. Gambar di bawah menunjukkan proses dari solusi *Monte Carlo*, dimana terlihat bahwa data yang diproses terlihat hasil yang konvergen.



Gambar 3 Mean Squared Error Monte Carlo

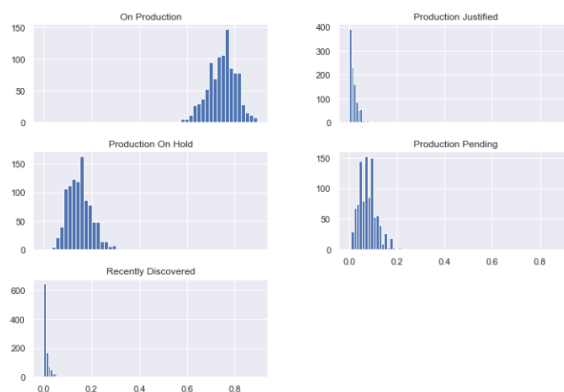
Setelah proses di atas, terlihat hasil dari probabilitas dan prediksi. Dari proses tersebut,

dapat dilihat kualitas dari reservoir dengan klasifikasi *On Production*, *Production on hold*, *Production justified*, *production pending*, dan *Recently Discovered*.



Gambar 4 Hasil Probabilitas Kualitas Reservoir

Gambar 4 adalah hasil dari perhitungan kemungkinan dari data dengan klasifikasi di atas, bahwa data dengan klasifikasi *On Production* hasilnya adalah dimana sumbu X nilainya mendekati satu (1,0) dan sumbu Y puncaknya berada lebih dari nilai 600, dimana data dengan keyakinan besar. Sedangkan data dengan klasifikasi *recently discovered*, data dengan sumbu X diantara nilai nol hingga 0,1 (0,0-0,1) dan sumbu Y nilainya dari 3000, dinyatakan keyakinan kecil dengan data yang sedikit.



Gambar 5 Hasil Prediksi Kualitas Reservoir

Gambar 5 adalah hasil perhitungan prediksi atas data-data bawah tanah yang tersedia. Dapat dilihat bahwa klasifikasi *On Production*, dengan nilai pada sumbu X hampir mendekati angka satu dan pada sumbu Y puncak nilainya 150. Dapat diprediksikan bahwa status *On Production* ini dapat memprediksikan bahwa dari data reservoir yang ada, *reservoir* ini berkualitas baik. Sedangkan status *Recently Discovered*, sumbu X berada direntang nilai nol hingga 0,1 (0,0-0,1) dan sumbu Y diangka lebih dari 600. Hasil dengan status *recently discovered*, diprediksikan

data yang sedikit menunjukkan kualitas reservoir kurang baik.

### C. Hasil Pembahasan

Berdasarkan data dari eSDC tahun 2017, rata-rata *reservoir* Indonesia adalah batuan pasir (*sandstone*) dan batuan lempung (*limestone*) dengan umur kematangan formasinya adalah pada umur *Miocene*. Dari data-data yang telah terkumpul dapat dilihat bahwa kedalaman rata-rata *reservoir* di Indonesia adalah ada pada 2705 ft-ss dengan tekanan rata-ratanya adalah 1385.7 psia, suhu rata-rata *reservoir* yaitu 121.77 °F dan tekanan rata-rata *bubble point* sebesar 493.71 psia.

Kekentalan (viskositas) minyak rata-rata di Indonesia adalah sebesar 2.8 cp dan porositas *reservoir* rata-ratanya adalah sebesar 6%. Selain itu, hidrokarbon di Indonesia berisi rata-rata CO<sub>2</sub> sebanyak 3.5%, 0.26% konten H<sub>2</sub>S, C<sub>1</sub> sebanyak 19.47%, dan 6.28% konten C<sub>6</sub>+. Selain dari karakteristik *reservoir* di Indonesia. Melalui data eSDC, jumlah cadangan minyak (OOIP) di Indonesia adalah sebesar 69.725 MMSTB dan cadangan minyak yang dapat diambil sebesar 20.676 MMSTB. Menurut laporan dari data tersebut juga bahwa jumlah dari cadangan gas (OGIP) di Indonesia adalah sebesar 290.1 BSCF dan gas yang dapat diambil adalah sebesar 167.77 BSCF.

Pendekatan *Bayesian* memperluas kelas model agar sesuai dengan data, memungkinkan seseorang untuk menangani korelasi kompleks, data tidak seimbang atau hilang, dan lain sebagainya. *Hierarchical Bayesian Model*, memberikan kerangka kerja formal untuk analisis dengan kompleksitas struktur yang cocok dengan sistem yang sedang dipelajari [3].

Data bawah permukaan yang dihitung menggunakan *Hierarchical Bayesian Softmax Regression* adalah pada 100 data sumur dengan status *On Production*, dengan nilai probabilitas dan prediksi yang mendekati nilai satu, kemudian nilai *precision* 81%, *recall* 98%, dan 89% *f-measured*, menyatakan bahwa sumur tersebut dalam keyakinan kualitas *reservoir* yang baik. Dari 20 data sumur berstatus *Production on hold*, sedangkan nilai probabilitas dan prediksinya hanya dari nilai 0-0,4 dan *precision* sebesar 70%, *recall* 45% serta *f-measured* 47%, menyatakan bahwa kurang baik.

Terdapat dua data dengan status *Production Justified*, dimana nilai probabilitas dan prediksinya 0-0,2, *precision* 100% dan *recall* 50%, 67% *f-measured*, maka tingkat keyakinan atas kualitas *reservoir* ini baik, kecil. Data dengan status *Production pending* ada 10, dengan nilai probabilitas dan prediksinya adalah 0-0,2, *precision* 100%, *recall* 10%, dan *f-measured* 18%, maka kecil keyakinan atas kualitas *reservoir* baik. Terakhir adalah sumur berstatus *Recently Discovered* yang memiliki satu data, nilai probabilitas dan prediksinya hanya dari nilai 0-0,1 dan *precision* sebesar 0%, *recall* 5% serta *f-measured* 0%, maka tidak ada keyakinan bahwa *reservoir* tersebut berkualitas baik.

#### IV. SIMPULAN

Dengan membangun model *Hierarchical Bayesian Softmax Regression*, dapat diterapkan untuk menentukan keyakinan kualitas dari suatu *reservoir*. Keyakinan atas kualitas *reservoir* dapat dilihat dari nilai probabilitas dan prediksi yang mendekati angka satu. Selain itu, kelengkapan data bawah permukaan sangat mempengaruhi

pembacaan kualitas *reservoir*. Semakin lengkap data, maka keyakinan atas kualitas suatu *reservoir* itu baik. Untuk kedepannya, dengan metode ini pula, dapat membantu menentukan kualitas *reservoir* secara efisien dan dengan waktu yang singkat.

Dari data yang tersedia, data dengan tingkat keyakinan akan kualitas *reservoir* yang baik adalah berstatus *On Production* dengan nilai probabilitas dan prediksi yang mendekati nilai satu, kemudian nilai *precision* 81%, *recall* 98%, dan 89% *f-measured*. Dapat dilihat bahwa data yang berasal dari sumur berstatus *Recently Discovered*, dengan *precision* sebesar 0%, *recall* 5% serta *f-measured* 0%, tidak dapat dinyatakan tingkat keyakinan *reservoir* baik karena data yang didapat masih sedikit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018, Agustus). *Neraca Gas Bumi Indonesia 2018-2027*, p. 12.
- [2] Ntzoufras, I. (2009). *Bayesian Modeling in WinBugs*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- [3] PD, Congdon. (2010). *Applied Bayesian hierarchical methods*. CRC Press.