

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelangsungan persediaan energi nasional dalam jangka panjang ditentukan oleh pengelolaan kekayaan alam yang harus dilakukan secara tepat dan efisien. Dalam *Indonesia Energy Outlook 2013*, pertumbuhan rata-rata energi nasional diperkirakan sebesar 4,7% per tahun selama tahun 2011 – 2030 dengan pemanfaatan energi fosil yang masih tinggi pada tahun 2025, sekitar 70%. Padahal energi fosil seperti minyak dan gas bumi serta batubara merupakan sumber energi tidak terbarukan (*non renewable energy sources*). Produksi minyak bumi yang terus menurun sementara permintaan kebutuhan yang terus bertambah menyebabkan adanya peningkatan impor minyak mentah serta BBM.

Oleh karena minyak bumi tidak lagi dapat memenuhi kebutuhan energi nasional serta masih tingginya ketergantungan terhadap energi fosil, diperlukan berbagai upaya untuk mengurangi penggunaan BBM. Salah satu caranya adalah mensubstitusi BBM dengan bahan bakar alternatif terutama BBG seperti pemanfaatan LPG (*liquified petroleum gas*) untuk sektor rumah tangga, dan CNG (*compressed natural gas*) untuk kendaraan bermotor. Berdasarkan data Ditjen Migas, Kementerian ESDM, Indonesia memiliki potensi gas sebesar 103.35 TCF berasal dari gas konvensional, 453 TCF berasal dari gas metana batubara, dan 574 TCF berasal dari *shale gas*.

Penambangan batubara untuk ekspor terus meningkat, namun pada tahun 2011 konsumsi batubara domestik hanya dapat menyerap 23% produksi batubara, di sisi lain peningkatan konsumsi batubara mempertinggi produksi emisi gas buang seperti CO₂, SO_x, NO_x, dan abu (*dry ash*). Walaupun volume emisi gas metana ke udara bebas 3 kali lebih kecil daripada emisi gas karbon dioksida (CO₂), namun memiliki efek gas rumah kaca 21 kali lebih besar (Seinfeld and Pandis, 2006), diperkirakan penambangan batubara menyumbang 9% dari emisi gas metana yang ada di udara. Potensi gas yang besar untuk menggantikan penggunaan BBM belum menghasilkan peningkatan konsumsi gas dalam negeri yang memadai, disebabkan belum dikembangkannya secara baik lapangan-

lapangan gas bumi baik konvensional, atau non konvensional seperti *shale gas* dan GMB. Padahal gas bumi merupakan sumber energi yang lebih ramah lingkungan daripada minyak bumi atau batubara (mengurangi pelepasan metana ke atmosfer karena penambangan batu bara).

GMB (gas metana batubara) merupakan salah satu sumber energi alternatif yang cukup potensial untuk dikembangkan, karena dengan volume yang sama reservoir gas metana batubara dapat menyimpan 6 – 7 kali volume gas lebih banyak dibandingkan reservoir gas konvensional.

Gas metana batubara merupakan gas bumi yang terdapat pada lapisan batubara dalam kondisi teradsorpsi dan tersimpan dalam matriks batubara. Gas dihasilkan selama proses pembatubaraan (*coalification*) dengan gas metana sebagai komposisi gas utamanya. Seiring perubahan tekanan dan temperatur, yang merubah struktur dari batubara, gas metana terbentuk dan mulai berkembang mikropori pada matriks batubara untuk menyimpan gas metana, kelebihan dari gas metana disimpan di mikropori selanjutnya disimpan di rekahan (makropori) yang tersebar pada lapisan batubara.

Batubara adalah batuan sedimen yang berasal dari material organik yang mengalami pengendapan di daerah seperti rawa, dengan proses oksidasi terbatas, dan mengalami dekomposisi oleh mikroba. Material organik ini selanjutnya mengalami penekanan dan proses *coalification* yang bergantung kepada tekanan, temperatur, dan waktu.

Pada awalnya, gas metana yang keluar dari tambang batu bara bawah tanah dianggap sebagai salah satu gas berbahaya, karena jika terakumulasi dan terbakar dapat menimbulkan ledakan yang membahayakan keselamatan jiwa para pekerja tambang. Hal ini tentu saja sangat ditakuti oleh para pekerja tambang, untuk menanggulangi bahaya tersebut, pada tahun 1943 di daerah tambang batubara Mansfield Colliery gas metana dialirkan dari dalam tambang ke udara bebas dengan sistem pipa ventilasi dan pemompaan udara. Penelitian terhadap pemanfaatan dan produksi gas metana batubara pertama kali dilakukan di Amerika Serikat pada tahun 1970-an dengan lokasi proyek percontohan atau *pilot project* di cekungan Black Warrior Basin, Alabama. Gas metana yang diambil dari lapisan batubara ini dapat digunakan sebagai bahan bakar sebagaimana gas

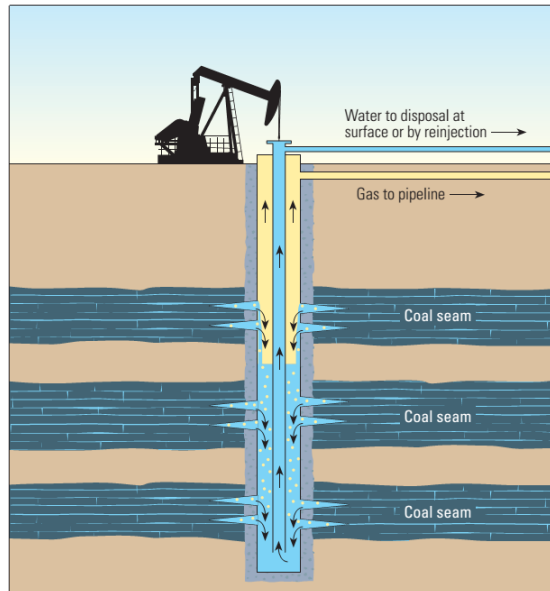
yang diproduksi dari reservoir gas konvensional. Eksploitasi gas metana batubara tidak merubah kualitas matriks batu bara bahkan menguntungkan para penambang batubara karena lapisan batubara menjadi aman untuk ditambang.

Reservoir batubara merupakan reservoir rekah alami (*naturally fractured reservoir*) yang memiliki karakteristik berbeda dengan reservoir gas konvensional, sebagian besar gas tersimpan pada permukaan matriks batubara dan hanya sedikit gas bebas yang terdapat pada rekahan. Porositas matriks batubara terdiri atas dua sistem porositas yang berbeda (*dual porosity model*) yaitu porositas rekahan (*macropores*), dan porositas matriks (*micropores*), diperkirakan 98% dari metana keseluruhan teradsorpsi pada mikropori dan hanya sedikit gas bebas yang terdapat pada rekahan. *Cleat* adalah jejaring rekah alami yang terdapat pada batubara, dalam batubara berkembang dua jenis rekahan yang saling berpotongan (*orthogonal*), yaitu *face cleat* dan *butt cleat*. Biasanya lebar bukaan mikropori adalah 5×10^{-10} m sampai 10×10^{-10} m sedangkan lebar bukaan *cleat* adalah 500×10^{-10} m.

Karena karakteristik reservoir gas metana batubara berbeda dengan reservoir gas konvensional, maka cara memproduksi gasnya juga berbeda. Gas diproduksi melalui proses *dewatering* atau memproduksi air yang mengisi rekahan terlebih dahulu, hingga tekanan reservoir turun dan mencapai tekanan desorpsi, tekanan desorpsi adalah tekanan dimana gas pada matriks batubara mulai dibebaskan. Desorpsi merupakan kebalikan dari proses adsorpsi. Gas yang terdesorpsi selanjutnya akan mengalir di sepanjang mikropori, lalu menuju rekahan dan lubang bor.

Selain itu, profil produksi gas metana batubara juga memiliki perbedaan dengan profil produksi pada gas konvensional dimana produksi gas pada awal periode produksi tidak mengalami penurunan (*decline*), sebagaimana ditunjukkan pada **Gambar 1.1**, hal ini berbeda dengan profil produksi gas konvensional. Selama belum mencapai puncak produksi gas, proses *dewatering* pada reservoir gas metana batubara terus terjadi. Setelah puncak produksi gas tercapai, produksi gas mengalami periode penurunan (*decline*) sebagaimana yang terjadi pada gas konvensional. Dari studi simulasi yang dilakukan dapat diketahui hubungan antara perubahan *recovery factor* metana, puncak produksi metana, dan *dewatering time*

dengan parameter reservoir dan pengaruhnya pada reservoir yang diaplikasikan perubahan *well spacing*, sehingga dapat diperkirakan *well spacing* optimum berdasarkan parameter reservoir yang tersedia.



Oilfield Review Summer 2009: 21, no. 2 halaman 7. Copyright © 2009 Schlumberger

Gambar 1.1 Skema Produksi Pada Reservoir Gas Metana Batubara

1.2 Perumusan Masalah

Dalam rencana pengembangan reservoir gas metana batubara, penentuan skenario *well spacing* merupakan hal yang sangat penting agar produksi gas yang diperoleh optimum. Berbeda dengan reservoir gas konvensional dimana interferensi antar sumur tidak diinginkan, pada reservoir gas metana batubara interferensi justru sangat diharapkan terjadi karena penurunan tekanan reservoir yang lebih signifikan mengakibatkan tekanan desorpsi yang lebih cepat dicapai serta proses *dewatering* yang terjadi lebih singkat. Semakin kecil skenario *well spacing* maka interferensi antar sumur semakin besar. Di sisi lain, semakin kecil skenario *well spacing* maka semakin banyak jumlah sumur.

Terdapat beberapa ketidakpastian pada karakteristik reservoir yang juga harus dipertimbangkan, beberapa diantaranya mempengaruhi jumlah cadangan gas seperti kurva adsorpsi isothermal, porositas rekahan (ϕ_r), porositas matriks (ϕ_m), densitas (ρ), ketebalan reservoir (h), dan lainnya mempengaruhi aliran gas di sepanjang reservoir hingga diproduksi ke permukaan seperti permeabilitas

rekahan (k_f), *desorption time* (σ), tekanan reservoir (p_i), dan tekanan alir dasar sumur (P_{wf}).

1.3 Tujuan dan Sasaran Penelitian

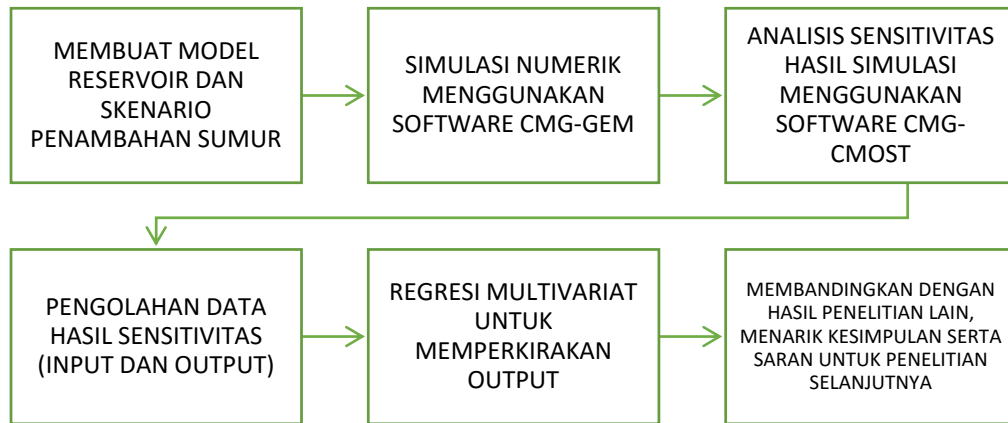
1. Mengetahui dan mempelajari pengaruh dari perubahan harga karakteristik reservoir batubara terhadap profil produksi gas metana batubara.
2. Dapat memperkirakan *well spacing* yang optimum berdasarkan karakteristik reservoir batubara.
3. Menjadikan hasil simulasi sebagai pedoman untuk pengembangan lapangan gas metana batubara selanjutnya, jika akan dilakukan optimasi dengan mempertimbangkan *well spacing*.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

1. Produksi gas hasil simulasi numerik dianalisis berdasarkan model dengan bentuk persegi yang merupakan idealisasi dari reservoir gas metana batubara sebenarnya dan beberapa asumsi, yaitu : reservoir bersifat homogen, anisotropi, geometri aliran fluida di reservoir berdasarkan model *shape factor* Gilman Kazemi (GK), permeabilitas rekahan tidak dipengaruhi oleh tekanan, gas yang diadsorpsi adalah hanya gas metana.
2. Analisis sensitivitas bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan harga karakteristik reservoir terhadap profil produksi gas dengan mengubah harga karakteristik reservoir batubara dengan metode *one parameter-at-a-time*.
3. Variabel yang saling berhubungan atau berkorelasi satu sama lain dievaluasi dengan teknik statistik, yaitu analisis regresi multivariat.
4. *Well spacing* optimum adalah skenario dengan peningkatan *recovery factor* metana dan puncak produksi gas yang paling besar, serta *dewatering time* yang paling singkat. *Dewatering time* didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan agar puncak produksi gas tercapai.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan agar tujuan dan sasaran penelitian tercapai ditunjukkan oleh alur kerja sebagaimana pada **Gambar 1.2**.



Gambar 1.2 Metodologi Penelitian Tugas Akhir

1.6 Sistematika Pembahasan

- **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab I memuat tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan sasaran penelitian, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika pembahasan.

- **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II memuat dasar teori tentang karakteristik reservoir gas metana batubara diantaranya *dual porosity* dan *dual permeability model*, mekanisme penyimpanan gas, mekanisme aliran gas di dalam reservoir hingga lubang sumur, perhitungan cadangan secara volumetrik, dan pengaruh dari perubahan harga karakteristik reservoir serta *well spacing* terhadap produksi gas metana.

- **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab III memuat tentang parameter produksi gas metana yang digunakan sebagai *output* dalam *dataset*, alur kerja dari analisis regresi multivariat dan pembuatan *neural network*, dan jenis eror yang digunakan untuk mengevaluasi hasil prediksi.

- **BAB IV : PEMBAHASAN**

Bab IV memuat tentang model serta asumsi produksi gas yang digunakan untuk simulasi, analisis hasil sensitivitas, pembahasan model persamaan hasil regresi multivariat serta *output* dari *neural network*.

- **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab V memuat tentang kesimpulan dan saran untuk penelitian selanjutnya.