

AKURASI DATA GEOLOGI, GEOFISIKA DAN TEKNOLOGI EKSPLORASI MELALUI PORTOFOLIO ANALISIS TERHADAP AKURASI PREDIKSI KEBERHASILAN DAN RISIKO PROYEK EKSPLORASI MINYAK DAN GAS BUMI

Pujo Ponco P. A.^{1*}, Paidi W. S.²

Universitas Tanri Abeng, Jakarta, Indonesia^{1,2}

Email: pujo.ponco@gmail.com *

Abstrak

Memahami risiko geologi bawah permukaan sangat penting untuk keberhasilan industri minyak dan gas. Studi ini menyelidiki keakuratan data teknologi geologi, geofisika, dan eksplorasi yang digunakan untuk evaluasi teknis dan pengambilan keputusan dalam penilaian risiko bawah permukaan (Pg) dan dampaknya dalam memprediksi keberhasilan proyek eksplorasi minyak dan gas di PHE Eksplorasi. Menggunakan studi kasus dari SHU Eksplorasi PHE selama periode 2020-2022, analisis portofolio dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana prediksi keberhasilan proyek mencerminkan keakuratan data yang tersedia. Integrasi data geologi dan geofisika yang efektif dalam analisis eksplorasi dapat meningkatkan akurasi prediksi keberhasilan proyek, memungkinkan interpretasi yang lebih holistik dan pemahaman yang lebih baik tentang struktur bawah permukaan. Memanfaatkan teknologi eksplorasi tingkat lanjut, seperti pemrosesan data seismik tingkat lanjut dan pemodelan reservoir, dapat meningkatkan akurasi prediksi dengan memberikan informasi yang lebih tepat mengenai kondisi reservoir. Standarisasi penilaian risiko bawah permukaan memastikan konsistensi dalam interpretasi data dan meminimalkan ambiguitas dalam penilaian risiko. Hal ini memberikan kepastian dalam memahami kondisi bawah permukaan, yang merupakan hal mendasar dalam penilaian risiko dan keputusan investasi. Analisis portofolio menggunakan Pg dan data penghitungan sumber daya yang divalidasi dapat memprediksi tingkat keberhasilan pengeboran. Analisis dari tahun 2018 hingga 2022 menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam memprediksi rasio keberhasilan rata-rata dimana akurasi antara apa yang diprediksi dengan hasil aktualnya mencapai 80%, hal ini menunjukkan pentingnya standarisasi dalam penilaian risiko. Temuan penelitian ini mempunyai implikasi penting bagi industri minyak dan gas. Peningkatan akurasi data teknologi geologi, geofisika, dan eksplorasi akan sangat penting dalam mengoptimalkan keberhasilan proyek eksplorasi di masa depan. Standarisasi penilaian risiko bawah permukaan sangat penting untuk meningkatkan akurasi prediksi, sehingga membantu pengambilan keputusan investasi yang tepat.

Kata Kunci: Geologi, Geofisika, Proyek Eksplorasi Minyak, Gas Bumi

Abstract

Understanding subsurface geological risks is crucial for the success of the oil and gas industry. This study investigates the accuracy of geological, geophysical, and exploration technology data used for technical evaluation and decision-making in subsurface risk assessment (Pg) and its impact on predicting the success of oil and gas exploration projects at PHE Exploration. Using a case study from PHE Exploration SHU during the period of 2020-2022, portfolio analysis was conducted to evaluate the extent to which project success

How to cite: Ponco, P. P. A., & Paidi, W. S. (2024). Akurasi Data Geologi, Geofisika dan Teknologi Eksplorasi Melalui Portofolio Analisis Terhadap Akurasi Prediksi Keberhasilan dan Risiko Proyek Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi . *Syntax Literate*. (9)8. <http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i8>

E-ISSN: 2548-1398

predictions reflect the accuracy of available data. Effective integration of geological and geophysical data in exploration analysis can improve the accuracy of project success predictions, enabling a more holistic interpretation and better understanding of subsurface structures. Leveraging advanced exploration technologies, such as advanced seismic data processing and reservoir modeling, can enhance prediction accuracy by providing more precise information about reservoir conditions. Standardization of subsurface risk assessments ensures consistency in data interpretation and minimizes ambiguity in risk assessment. This provides certainty in understanding subsurface conditions, which is fundamental in risk assessment and investment decision-making. Portfolio analysis using Pg and validated resource calculation data can predict drilling success rates. Analysis from 2018 to 2022 shows a significant improvement in predicting average success ratios, with accuracy between predicted and actual results reaching 80%, demonstrating the importance of standardization in risk assessment. The findings of this research have important implications for the oil and gas industry. Improving the accuracy of geological, geophysical, and exploration technology data will be crucial in optimizing the success of exploration projects in the future. Standardization of subsurface risk assessment is essential for improving prediction accuracy, thus assisting in making informed investment decisions.

Keywords: *Geology, Geophysics, Oil Exploration Projects, Natural Gas*

Pendahuluan

Industri minyak dan gas bumi sangatlah penting karena industri ini memiliki dampak yang signifikan terhadap perekonomian global, lingkungan, dan keamanan energi (Wirajaya et al., 2024). Minyak dan gas bumi adalah salah satu sektor utama dalam perekonomian global (Bakrie et al., 2022; Pamungkas et al., 2022). Negara-negara produsen minyak dan gas dan seringkali mengandalkan pendapatan dari ekspor energi ini. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang dinamika ekonomi industri ini sangatlah penting untuk perencanaan kebijakan ekonomi. Minyak dan gas bumi merupakan sumber daya energi utama dunia, dan keberlanjutannya sering menjadi perhatian utama. Ketidakstabilan dalam pasokan energi, fluktuasi harga minyak, dan ketergantungan pada produsen minyak tertentu dapat mengancam keamanan energi suatu negara atau wilayah (Abdoellah, 2016; Sholikin, 2018).

Untuk bisa menghasilkan minyak dan gas bumi harus melalui beberapa tahap yaitu eksplorasi, pengembangan dan produksi. Tahapan Eksplorasi menjadi sangat penting karena menjadi ujung tombak untuk mencari keberadaan awal dari minyak dan gas bumi dengan menggunakan data-data yang relative terbatas. Seiring dengan tingginya kompleksitas dan risiko yang terkait dengan kegiatan eksplorasi dan produksi minyak dan gas, industri ini juga dihadapkan pada berbagai tantangan dalam mengelola proyek-proyeknya dengan efektif dan efisien (Chang et al., 2006; Wibowo, 2019).

Risiko merupakan hal yang tidak terhindarkan dalam setiap proyek, termasuk dalam industri minyak dan gas. Oleh karena itu, manajemen risiko menjadi suatu hal yang sangat penting dalam mengelola proyek di industri ini, terutama pada program eksplorasi yang biasanya memerlukan investasi yang sangat besar (Irawan & Wibawa, 2015).

Berdasarkan peneliti terdahulu yang dilakukan Kaufman (1996) yang berjudul *Risk Analysis: From Prospect to Exploration Portfolio and Back*, memberikan wawasan tentang penerapan metode Portfolio Risk Analysis dalam konteks eksplorasi minyak dan gas. Peneliti membahas tentang aspek-aspek kunci yang terkait dengan penilaian risiko bawah permukaan dan keekonomian serta penggunaan decision tree untuk membuat portfolio Exploration. Dalam penelitian ini peneliti menyampaikan bahwa manajemen resiko diperlukan untuk mengurangi resiko penilaian elemen petroleum system dari ahli

karena penilaian tersebut sudah dilakukan standarisasi. Kemudian evaluasi dan kalibrasi perlu dilakukan karena mempunyai pengaruh yang besar serta menerapkan analogi statistic untuk memudahkan dalam melakukan analisis rasio dari sumur-sumur eksplorasi.

Restrukturisasi Pertamina menjadi Holding-Subholding sejak tahun 2020 yang diikuti dengan penetapan organisasi Subholding Upstream (SHU) Pertamina, beberapa perbaikan telah terjadi khususnya dalam hal efisiensi dan efektivitas operasi yang lebih terintegrasi. Organisasi yang lebih ramping dan efisien menjadikan Subholding Upstream lebih gesit dan berada di jalur yang benar untuk menjadi *center of excellence* serta menjadi yang terbaik di industri migas. Selain itu, perubahan delegasi kewenangan persetujuan investasi yang menjadikan proses persetujuan lebih cepat dan mengurangi tahapan persetujuan investasi yang sebelumnya dilakukan di Holding. Hal ini sejalan dengan tujuan dari restrukturisasi untuk dapat menjadi lebih cepat dan lincah. Transformasi organisasi Pertamina ini juga mempengaruhi arah dan strategi dari eksplorasi. Bisnis proses mengalami perubahan dan penyesuaian pasca berubahnya Pertamina Hulu Energi (PHE) dari holding menjadi subholding terlebih dalam program kerja pengusulan prospect siap bor eksplorasi. Apabila membandingkan sebelum atau sesudah transformasi organisasi Pertamina, berdasarkan bisnis proses yang terbaru bisa terlihat bahwa pada saat melakukan penilaian risiko subsurface sumur eksplorasi. Risiko bawah permukaan dinilai oleh team evaluator yang dibentuk melalui surat perintah direktur Eksplorasi. Karena penilainya adalah orang yang sama, maka bisa dikatakan penilaian risiko bawah permukaan mengalami standarisasi penilaian sesuai yang diharapkan.

PT. Pertamina Hulu Energi (PHE) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang eksplorasi dan produksi minyak dan gas di Indonesia. Sebagai perusahaan yang memiliki tanggung jawab besar terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar, PHE perlu menerapkan manajemen risiko yang baik dan efektif dalam menjalankan program eksplorasinya (S. A. Pamungkas & Effendy, 2020).

Dalam proses pengeboran sumur-sumur eksplorasi, penting untuk memiliki penilaian risiko yang akurat dan dapat diandalkan. Penilaian risiko yang tepat dapat membantu perusahaan mengidentifikasi potensi masalah dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan (Sundja & Hanafiah, 2009). Metode Portfolio Risk Analysis merupakan salah satu pendekatan yang digunakan dalam mengelola risiko investasi di berbagai bidang, termasuk dalam industri minyak dan gas (Bowles et al., 1998; Crawley & Grant, 1997).

Namun, meskipun metode Portfolio Risk Analysis telah digunakan dalam industri ini, belum ada standar yang jelas untuk penilaian risiko bawah permukaan khususnya dalam konteks pengeboran sumur-sumur eksplorasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan standarisasi penilaian risiko bawah permukaan melalui metode Portfolio Risk Analysis yang dapat diterapkan pada pengeboran sumur-sumur eksplorasi (Chavas, 2004; Sentosa et al., 2015).

Studi kasus yang dilakukan pada Pertamina Hulu Energi Subholding tahun 2020-2022 akan memberikan pemahaman yang mendalam tentang tantangan dan faktor-faktor yang mempengaruhi prediksi sukses ratio pada pengeboran sumur-sumur eksplorasi. Dengan menganalisis akurasi prediksi sukses ratio, penelitian ini akan mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingkat keberhasilan pengeboran dan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan prediksi risiko dan kinerja pengeboran di

masa depan. Inilah yang menjadi alasan dari peneliti untuk mengambil topik manajemen resiko karena sangat penting untuk melakukan prediksi sukses ratio pengeboran yang bisa menjadi dasar untuk melakukan portofolio sumur eksplorasi dengan memaikan kombinasi sumur-sumur dengan resiko tinggi dengan beresiko rendah.

Dengan adanya standarisasi penilaian risiko bawah permukaan melalui metode Portfolio Risk Analysis yang lebih akurat dan teruji, diharapkan perusahaan dapat mengoptimalkan keputusan investasi dan mengurangi risiko dalam pengeboran sumur-sumur eksplorasi, sehingga berdampak pada efisiensi operasional dan keberlanjutan industri minyak dan gas secara keseluruhan.

Tujuan Penelitian:

- 1) Meneliti dan menguji standarisasi penilaian risiko bawah permukaan menggunakan metode *Portfolio Risk Analysis* yang dapat diterapkan dalam pengeboran sumur-sumur eksplorasi.
- 2) Meneliti dan menguji akurasi prediksi sukses ratio pada pengeboran sumur-sumur eksplorasi di Pertamina Hulu Energi Subholding pada periode tahun 2020-2022.
- 3) Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi prediksi sukses ratio pada pengeboran sumur-sumur eksplorasi di Pertamina Hulu Energi Subholding.
- 4) Menilai pengaruh standarisasi penilaian risiko bawah permukaan terhadap akurasi prediksi sukses ratio pada pengeboran sumur-sumur eksplorasi dan dalam rangka untuk mempelajari praktik terbaik dalam manajemen risiko pada program eksplorasi di industri minyak dan gas, sehingga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan manajemen risiko yang lebih efektif dan efisien di industri ini.
- 5) Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan prediksi risiko dan kinerja pengeboran sumur-sumur eksplorasi di masa depan berdasarkan hasil analisis dan studi kasus di Pertamina Hulu Energi Subholding.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk mengumpulkan dan menganalisis data terkait dengan penilaian risiko bawah permukaan sumur eksplorasi di Pertamina Hulu Energi Subholding (Sugiyono, 2017). Populasi yang menjadi fokus penelitian ini adalah seluruh sumur eksplorasi yang telah dievaluasi di Pertamina Hulu Energi Subholding sebelum dan sesudah tahun 2021. Pengumpulan data dilakukan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer mencakup nilai Pg (Posibility success of Geology) dari elemen Petroleum System, data wawancara dengan ahli geologi dan geofisika, serta data dari kuisioner yang dikumpulkan untuk mendapatkan masukan tentang proses penilaian teknis. Sedangkan data sekunder meliputi data sumur-sumur penemuan sebelum dan sesudah tahun 2021 serta data dari laporan, pedoman tata kelola, dan jurnal-jurnal pendukung penelitian. Analisis data dilakukan menggunakan berbagai alat analisis seperti metode Portfolio Risk Analysis, analisis statistik, analisis regresi, analisis sensitivitas, dan analisis komparatif untuk mengevaluasi efektivitas penerapan metode Portfolio Risk Analysis dalam standarisasi penilaian resiko bawah permukaan sumur eksplorasi.

Penelitian ini memberikan perhatian khusus terhadap proses standarisasi penilaian resiko bawah permukaan dengan menerapkan metode Portfolio Risk Analysis. Dengan menggunakan data primer dari penilaian Pg dan data sekunder dari sumur-sumur penemuan sebelum dan sesudah tahun 2021, penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan proses standarisasi dalam meningkatkan akurasi prediksi sukses ratio

pengeboran. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan berbagai alat analisis seperti analisis statistik, regresi, sensitivitas, dan komparatif, yang diimplementasikan melalui software PRA (Portfolio Risk Analysis). Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara proses penilaian resiko bawah permukaan dengan keberhasilan pengeboran sumur eksplorasi, serta memberikan dasar bagi perbaikan dan peningkatan dalam proses evaluasi teknis di Pertamina Hulu Energi Subholding.

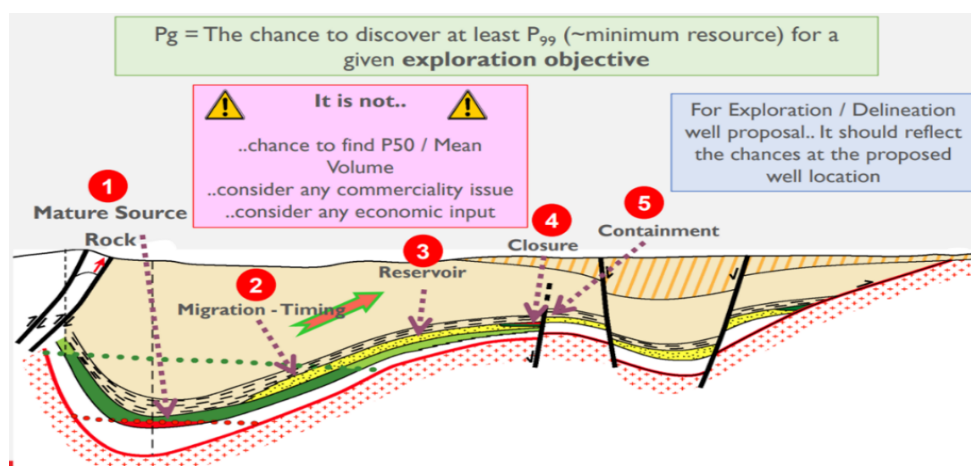
Hasil dan Pembahasan

Analisa Risiko Ketidakpastian Bawah Permukaan

Prinsip Risiko Geologi

Penilaian risiko geologi, atau biasa dikenal dengan istilah probabilitas keberhasilan secara geologi (Geological Chance Factor) untuk masing-masing zona atau objective geologi umumnya umumnya disingkat menjadi GCF, COS, POS atau Pg. Penilaian risiko geologi ini meliputi evaluasi dari semua elemen petroleum system yang kritikal untuk mendapatkan cadangan ataupun sumberdaya hidrokarbon di suatu struktur. Ada 5 (lima) faktor yang dipertimbangkan dalam mengevaluasi risiko geologi (Pg), dimana kelima factor ini bersifat independen satu dengan yang lainnya, dan harus hadir untuk terdapatnya suatu discovery. Kelima faktor tersebut mewakili kemungkinan untuk mendapatkan volume minimal (sumberdaya P99). Pertamina kemudian mengadopsi 5 (lima) faktor tersebut yang direkomendasikan oleh Rose & associates, yaitu: Batuan Induk (SR), Timing migration (TM), Batuan Reservoir (R), Closure (CI), dan Containment (Ct) (Gambar 1).

Masing-masing faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap keberhasilan ataupun kegagalan dari eksplorasi suatu struktur atau area, dan masing-masing harus dinilai secara terpisah dengan mempertimbangkan keberadaannya dan tingkat efektivitasnya. Nilai Pg yang dihasilkan tersebut akan menggambarkan tingkat risiko dari suatu struktur atau prospek, bukan risiko dari suatu sumur. Penilaian Pg dari Tim Adhoc akan mewakili risiko sumuran yang akan sangat bergantung pada lokasi sumur.



Gambar 1. 5 Elemen Petroleum System yang dipertimbangkan dalam mengevaluasi risiko geologi (Pg)

Penilaian Risiko Geologi

Keberhasilan geologi (Pg) merupakan probabilitas keberhasilan secara teknis untuk mendapatkan cadangan hidrokarbon yang bisa diambil dan diproduksi, yang bisa didapatkan dengan cara seperti di bawah ini:

$$\text{Pg} = \text{SR} \times \text{TM} \times \text{R} \times \text{Cl} \times \text{Ct}$$

Gambar 2. Langkah Cadangan Hidrokarbon

Data-data yang digunakan untuk Penilaian Risiko Geologi

Sebelum dilakukan *funneling review* sumur eksplorasi maka dibutuhkan data-data seperti data seismik, data sumur (*logging*) dan data pemetaan geologi permukaan. Detail data yang dibutuhkan mencakup cek list data yang ada di table 3. Kualitas data seismik maupun data sumur sangat mempengaruhi hasil interpretasi bawah permukaan dan mempengaruhi juga hasil penilai risiko untuk beberapa elemen *Petroleum System* seperti yang tercantum dalam table cek list data-data yang dibutuhkan.

Kualitas data seismik, data sumur pengeboran minyak dan gas bumi, serta data lainnya sangat penting dalam analisis dan interpretasi untuk membuat *prospect* dan *lead* sumur eksplorasi. Berikut beberapa alasan mengapa kualitas data tersebut sangat penting:

- 1) Data seismik memungkinkan geologis dan geofisis untuk membuat gambaran bawah permukaan, yang dapat membantu dalam menentukan struktur geologi dan cekungan potensial di bawah permukaan tanah. Kualitas yang baik dari data seismik akan meningkatkan akurasi interpretasi tersebut.
- 2) Data sumur pengeboran memberikan informasi langsung tentang komposisi, sifat, dan kualitas formasi di bawah permukaan. Data ini penting untuk memahami potensi produksi minyak dan gas serta jenis sumber daya yang ada.
- 3) Dengan data yang berkualitas tinggi, tim eksplorasi dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan efisien tentang lokasi pengeboran yang potensial, mengurangi risiko, dan meningkatkan peluang kesuksesan.
- 4) Data yang akurat dan lengkap dapat membantu dalam mengidentifikasi dan mengurangi risiko geologi dan operasional yang terkait dengan pengeboran dan produksi.

Dalam keseluruhan proses eksplorasi, kualitas data merupakan fondasi yang penting untuk kesuksesan proyek. Dengan data yang baik, interpretasi yang akurat, dan analisis yang cermat, perusahaan dapat meningkatkan peluang menemukan reservoir minyak dan gas bumi yang berpotensi tinggi dan memaksimalkan hasil dari investasi mereka.

Analisis Data Subsurface Sumur Eksplorasi

Dalam bisnis proses yang ada di Pertamina Hulu Energi Subholding, untuk pengajuan sumur eksplorasi melalui beberapa tahapan yaitu mulai dari *Pre-Funneling Review* di tingkat Regional kemudian *Funneling Review* teknis di tingkat Subholding PHE. *Pre-Funneling* di tingkat Regional ini adalah evaluasi teknis yang dilakukan oleh team pengusul di Regional dengan menggunakan data-data subsurface berupa data seismic, data sumur dan data pendukung lainnya. Hasil Evaluasi tersebut kemudian diajukan untuk mendapatkan persetujuan teknis di PHE Subholding sebagai pemegang regulasi dan portfolio.

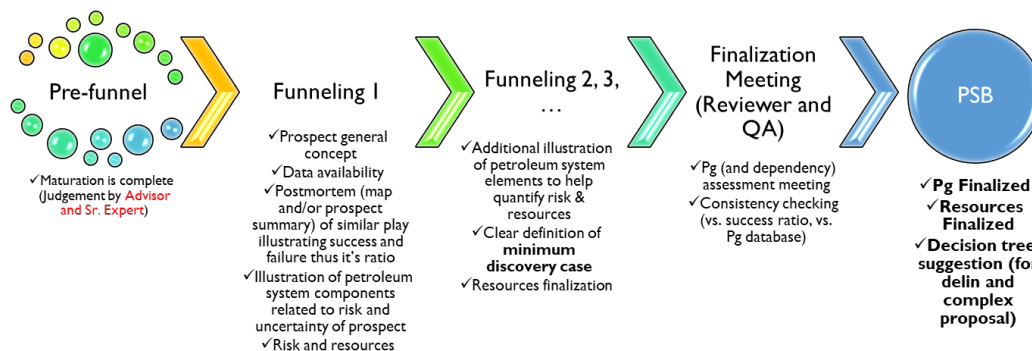
Akurasi Data Geologi, Geofisika dan Teknologi Eksplorasi Melalui Portofolio Analisis Terhadap Akurasi Prediksi Keberhasilan dan Risiko Proyek Eksplorasi Minyak dan Gas Bumi

	ACTIVITY	Available	Not Available	PIC
REGIONAL DATA	Proposed Well Summary			
	Location map			
	Regional structural/tectonic map			
	Regional stratigraphic column			
	Proposed well - existing facility map			
	Surrounding Field Preview			
	Play Analogue			
	Seismic & Well Database			
	Well Seismic tie			
	Regional Time Structural Map			
	Regional Depth Structural Map			
	Restorasi Geologi			
	Petroleum system chart			
	Source rock	Source rock potential map		
Source rock Analysis (TOC, Maturity, HI, Tmax, RO, GCMS etc)				
Pemodelan Kematangan (Timing of Migration)				
Fetch area map				
Oil/Gas windows map				
Migrasi	Section seismic (present day condition)			
	Flattening seismic at peak migration time horizon			
	Orthogonal Map (peak migration condition)			
Reservoir	Reservoir database map			
	Reservoir distribution map (GDE)			
	- Seismic Attribute map/section			
	- N/G map			
	- Sand shale ratio map			
	- Facies Map			
	Structural, Stratigraphic & Outcrop correlation			
	Petrophysics Analysis			
	- Porosity parameter			
	- Permeability parameter			
	- Saturation parameter analysis			
	Net pay analysis			
	Diagenesis, Fractured intensity			
	BOI, BGI			
Depth-Attribute Overlay Map				
AI, AVO, EEI modelling				
Seal	Seal database map			
	Seal (lateral) distribution map (GDE)			
	Seal Capacity			
	Fault juxtaposition analyses			
	Seal Map			
Trap	Normal seismic section			
	Attribute seismic section			
	Time Structural Map			
	Depth Structural Map			
	Analogue Field			
Geometric Factor				
Resource	Calculation			
Well data	Acquisition			
Economic	Estimation			

Gambar 3. Cek list data-data dan hasil interpretasi yang dipakai dalam diskusi - teknis usulan sumur eksplorasi

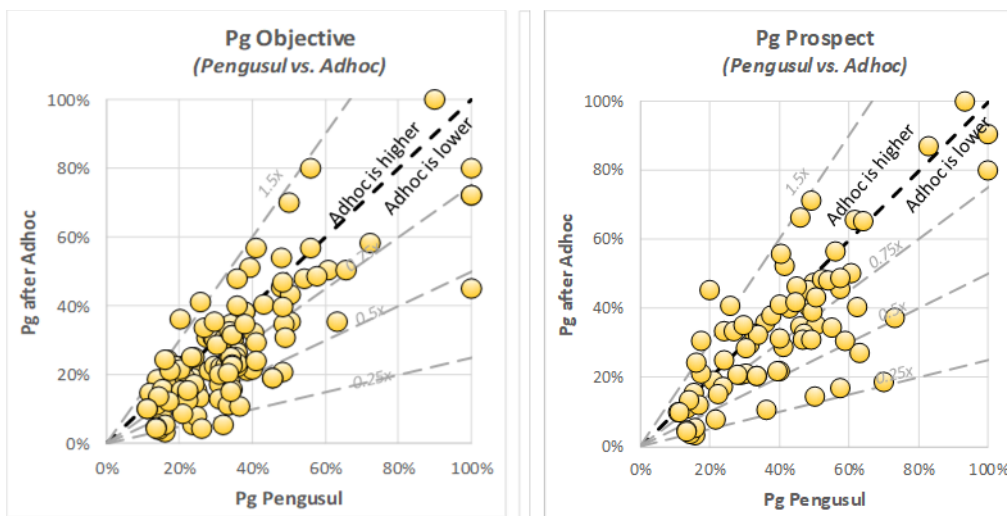
Pada proses pengajuan kandidat sumur eksplorasi, setiap regional melakukan analisa dan interpretasi bawah permukaan sumur-sumur eksplorasi untuk mendapatkan perhitungan angka Pg (Probability of Geological Success) dimana untuk mengetahui kemungkinan suksesnya mendapatkan minyak dan gas bumi pada area eksplorasi serta melakukan perhitungan sumberdaya minyak dan gas bumi. Setelah Evaluasi dilakukan di *Pre Funneling* Regional (gambar 12) untuk pengajuan *funneling review* di level SHU untuk mendapatkan persetujuan menjadi Sumur TAP (*Technicap Approval*) atau Prospect Siap Bor (PSB) ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi yaitu salah satunya adalah cek list data-data subsurface dan juga data analisisnya setidaknya 80% sudah terpenuhi. Dari data cek list ini kualitas data yang ada menjadi hal yang penting dan juga *skill* personal yang mengolah data tersebut yang bisa mempengaruhi penilaian resiko bawah permukaan ketika dilakukan *funneling review* di PHE Subholding.

Dalam perjalanan diskusi teknis untuk mendapatkan status sebagai sumur TAP dari PHE Subholding, biasanya akan ada perbedaan penilaian terhadap risiko geologi karena masih ada unsur subjektifitas penilaian. Oleh karena itu team *reviewer* dari PHE Subholding selaku team yang akan mengeluarkan persetujuan teknis status sumur TAP ini harus team yang memang *dedicate* dan anggota timnya sama tidak berubah-ubah sehingga pada saat melakukan penilaian sudah melalui standarisasi. Sehingga antara sumur eksplorasi yang diajukan dari Regional PHE akan mendapatkan penilaian resiko bawah permukaan yang sama dalam arti cara pandang tentang kualitas data, hasil analisa data-data dan interpretasinya sama. Ketika dilakukan diskusi teknis apabila penilaian risiko antara team *reviewer* dengan pengusul berbeda jauh pada awal tahun 2020 seiring perjalanan waktu karena proses standarisasi yang telah dilakukan dengan mengacu kepada kualitas data bawah permukaan, bisa ditangkap oleh team pengusul dari regional sehingga dalam pengusulan berikutnya sudah mulai dikurangi gap perbedaan penilaian antara pengusul dengan team reviewer dari PH Subsholding Eksplorasi.



Gambar 4. Diagram alur proses maturasi usulan sumur eksplorasi mulai *Pre Funneling* di Regional hingga *Funneling* di PHE Eksplorasi dan ditutup dengan persetujuan PSB (Prospek Siap Bor)

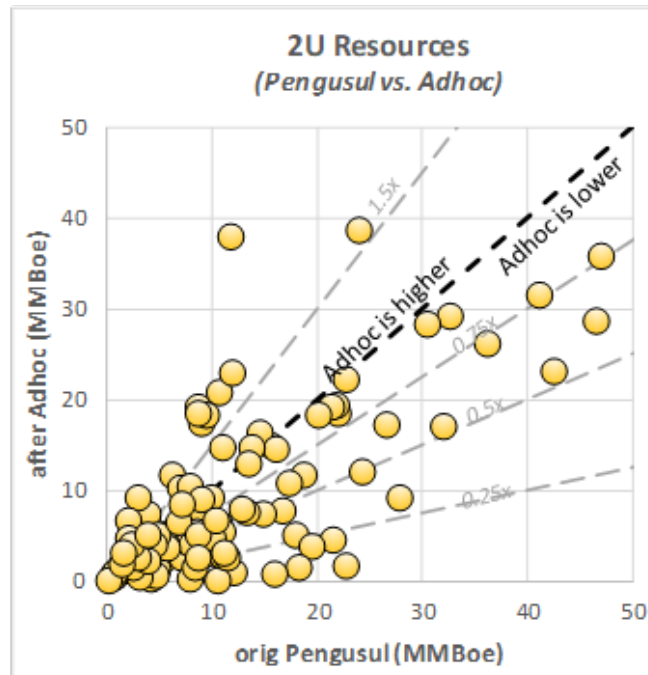
Setelah dilakukan penilaian resiko bawah permukaan oleh team *assessor* PHE Subholding kemudian dibuat *cross plot* perbandingan antara penilaian risiko geologi (Pg) dari team pengusul dan team *reviewer* menunjukkan bahwa rata-rata penilaian team pengusul lebih tinggi daripada team *reviewer* PHE SHU (Team Adhoc) seperti yang terlihat di gambar 5. Tim *reviewer* ini sudah mempunyai standarisasi dalam penggunaan data-data bawah permukaan yang digunakan dalam hal ini kualitas datanya misalnya data yang digunakan antara data seismic 2D dengan data 3D akan berimplikasi juga kepada penilaian risiko dimana data 3D lebih baik dalam menggambarkan kondisi bawah permukaan dan juga dari cara dan teknologi yang dipakai untuk menganalisa serta interpretasi bawah permukaan ini juga menjadi dasar penilaian, sehingga setiap usulan yang masuk akan mendapatkan penilaian risiko bawah permukaan dengan dibalancing dan distandarisasi dulu sehingga akan terjadi gap atau perbedaan penilaian antara team pengusul dengan penilaian final dari team *reviewer* PHE SHU.



Gambar 5. Cross plot antara Pg pengusul dengan Pg hasil evaluasi team assessor Adhoc mulai dari Pg Objective dan Pg Prospect

Apabila standarisasi penilaian ini sudah dilakukan dan tersosialisasikan dengan baik menjadikan persepsi dan cara pandang dari Regional PHE dalam melakukan analisa dan interpretasi data-data bawah permukaan menjadi semakin lama sejalan dengan team *reviewer* PHE SHU (team AdHoc) dimana gap perbedaan tersebut menjadi semakin kecil dari tahun ke tahun dalam rentang tahun 2020-2022. Pemahaman yang sama ini menjadi penting supaya pada saat melakukan penilaian risiko bawah permukaan dapat dimitigasi dengan baik.

Selain penilaian risiko bawah permukaan, aspek sumberdaya atau *resources* juga menjadi aspek yang penting untuk nantinya dimasukkan dalam analisa sukses ratio sumur-sumur eksplorasi yang masuk dalam portofolio pengeboran dalam satu tahun program kerja. Perhitungan *resources* ini juga dipengaruhi oleh kualitas data yang dipakai seperti data seismik untuk mendefinikan struktur *closure*-nya sedangkan data-data sumur dipakai untuk menentukan penyebaran *reservoir* batuan yang menyimpan kandungan minyak dan gas bumi. Selain itu dibutuhkan data *properties* dari *reservoir* seperti porositas dan saturasi hidrokarbonnya. Hampir sama dengan penilaian risiko bawah permukaan, perhitungan sumberdaya atau *resources* juga adanya perbedaan dari apa yang dihitung oleh tim pengusul dimana kesenderungan lebih besar dibandingkan dengan hasil final perhitungan sumberdaya yang disetujui oleh tim *reviewer* dari PHE Subholding. Dengan kata lain tim pengusul lebih optimis pada saat menghitung sumberdaya (Gambar 6). Tim Adhoc yang mereview setiap usulan sumur eksplorasi dari Regional melakukan standarisasi dalam perhitungan sumberdaya untuk memastikan secara teknis sudah menggunakan pedoman perhitungan sumberdaya yang sudah ditentukan oleh perusahaan dimana penentuan area serta *properties* dari *reservoir* sudah dilakukan standarisasi.

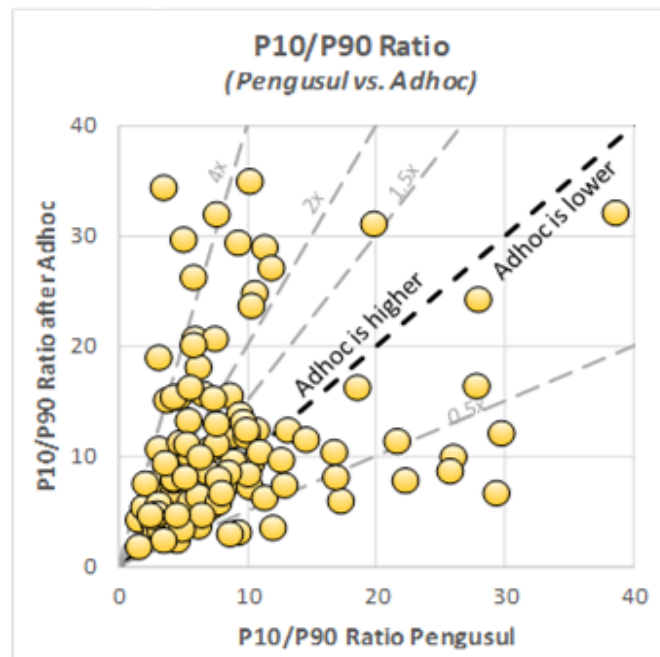


Gambar 6. Cross plot antara Perhitungan 2U resources pengusul dengan hasil evaluasi tim assessor Adhoc

Dalam perhitungan sumberdaya ini yang perlu diperhatikan adalah *range uncertainty* besaran sumberdaya mulai P90, P50 dan P10. Dalam industri eksplorasi minyak dan gas bumi, istilah P90, P50, dan P10 digunakan untuk menggambarkan tingkat kepercayaan atau probabilitas dari estimasi sumberdaya.

- 1) P90 (*Pesimistic Estimate*) merupakan estimasi paling konservatif atau pesimistis dari volume sumberdaya. Ada 90% kemungkinan bahwa volume sumberdaya yang sebenarnya akan lebih besar dari atau sama dengan estimasi P90.
- 2) P50 (*Best Estimate*) merupakan estimasi terbaik atau estimasi tengah dari volume sumberdaya. Ada 50% kemungkinan bahwa volume sumberdaya yang sebenarnya akan lebih besar dari atau sama dengan estimasi P50. Tingkat kepercayaan adalah 50%, yang berarti ada peluang yang sama besar bahwa volume sumberdaya bisa lebih kecil atau lebih besar dari estimasi ini.
- 3) P10 (*Optimistic Estimate*) merupakan estimasi yang paling optimis dari volume sumberdaya. Ada 10% kemungkinan bahwa volume sumberdaya yang sebenarnya akan lebih besar dari atau sama dengan estimasi P10.

Ketiga estimasi ini sering digunakan untuk menyediakan kisaran nilai sumberdaya yang mungkin dan membantu dalam pengambilan keputusan investasi dan pengembangan. Biasanya, estimasi P50 digunakan sebagai dasar untuk perencanaan pengembangan, sementara estimasi P90 dan P10 digunakan untuk mengidentifikasi risiko dan peluang ekstrem dalam proyek. Untuk melihat *range uncertainty* yang dilakukan dengan menggunakan perhitungan ratio P10/P90 dimana semakin tinggi ratio P10/P90 menunjukkan *range uncertainty* yang semakin lebar. Dengan melihat sumur eksplorasi data yang digunakan terbatas dan penuh dengan *uncertainty* sehingga estimasi *range* antara P10 dan P90 dibuat tidak terlalu sempit untuk mengakomodir adanya *uncertainty* tersebut.



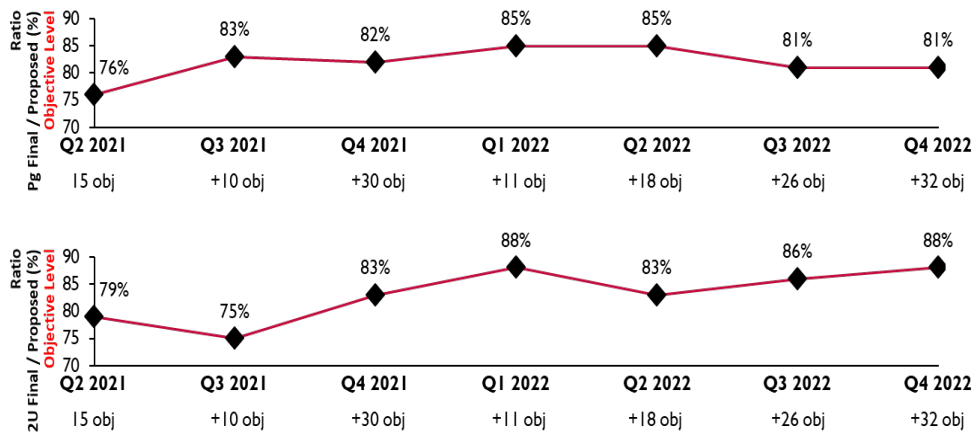
Gambar 7. Cross Plot Ratio P10/P90 2U resources pengusul dengan hasil evaluasi tim assessor Adhoc

Dari hasil *cross plot ratio* P10/P90 (Gambar 7) antara pengusul dengan tim assessor Adhoc menunjukkan bahwa ratio dari tim assessor Adhoc lebih tinggi dibandingkan dengan pengusul artinya adalah team pengusul membuat range antara P10 dan P90 terlalu sempit. Standarisasi dilakukan oleh team assessor dari PHE Subholding untuk membuat range P10 dan P90 dibuat lebih besar untuk mengakomodir *uncertainty* sumur eksplorasi yang mempunyai resiko yang lebih besar dengan data-data yang terbatas dibandingkan dengan sumur development yang datanya jauh lebih lengkap.

Performance Tracking Manajemen Risiko

Performance Tracking Penilaian PG dan perhitungan Resources

Performance tracking penilaian (PG) dan perhitungan *resources* dalam industri minyak dan gas mengacu pada pengawasan dan evaluasi kinerja dalam *funneling review* teknis sumur eksplorasi untuk menentukan penilaian risiko dan perhitungan sumberdaya. Proses ini sangat penting untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana serta untuk mengidentifikasi potensi masalah atau risiko yang mungkin timbul. Hasil *Funneling* teknis sumur eksplorasi PHE untuk dilakukan final penilaian risiko dan sumberdaya selama tahun 2021 sampai dengan 2022 menunjukkan bahwa penilaian risiko bawah permukaan yang dilakukan oleh pengusul dibandingkan dengan final penilaian dari team Assesor sudah mendekati dengan rata-rata mencapai 82% (gambar 16) artinya standarisasi yang dilakukan sudah cukup berhasil. Hasil perbandingan perhitungan sumberdaya juga perbandingan antara *final approved* sumberdaya 2U dengan proposed mencapai angka rata-rata sekitar 83% dan pada Q4 2022 bisa mencapai 88%.

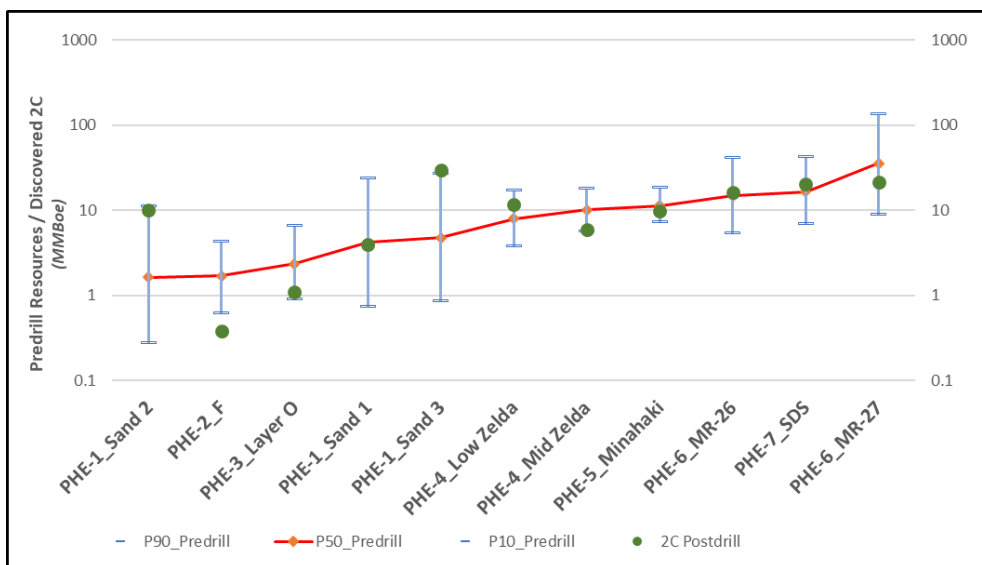


Gambar 8. Grafik performance tracking Pg Final dan perhitungan 2U resources final dibandingkan dengan usulan

Dari hasil *performance tracking* ini menunjukkan bahwa dengan berjalannya waktu dimana usaha standarisasi yang dilakukan mulai tahun 2020 sudah mulai berhasil dengan meningkatnya tingkat kemiripan antara hasil akhir penilaian dengan yang dihasilkan yang mencapai tingkat kemiripan diatas 80%.

Performance Tracking Sumberdaya Post-Drill dan Pre-Drill

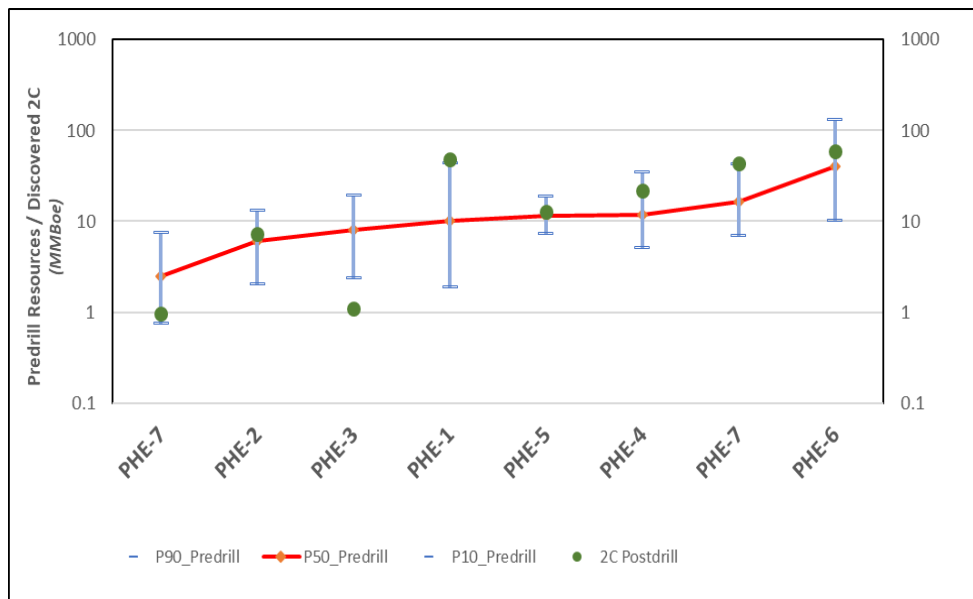
Setelah sumur eksplorasi di bor kemudian terbukti menemukan kandungan minyak dan gas bumi, maka dari hasil pengeboran tersebut dihitung besaran sumberdaya cadangan 2C. Besaran sumber daya 2C ini kemudian dibandingkan dengan angka sumberdaya 2U sebelum dilakukan pengeboran. Kalau dilihat dari *Pre-drill* dan *post drill* sumberdaya aktual pada *level objective reservoir* sebagian besar masih masuk dalam range *uncertainty* besaran sumber daya Pre-drill (P10-P90) dimana akurasinya mencapai 80% (gambar 9).



Gambar 9. Performance tracking plotting resources objective reservoir Post Drill dengan range usulan 2U P10-P90 Pre-drill

Dari total 11 objective reservoir yang sudah dilakukan pengeboran (gambar 17), menunjukkan bahwa hanya ada 2 objective yang diluar dari prediksi angka resourcesnya yaitu PHE-2 layer F dimana actual 2Cnya ada di bawah P90 prediksi dan PHE-1 sand 3 yang angka 2C pengeboran lebih besar dari prediksi P10 nya. Sedangkan objective target yang lain masih masuk dalam range P10-P90.

Sedangkan kalau dilihat perbandingan *resources* pada tingkat sumuran besaran sumberdaya *Post Drill* (2C) dibandingkan dengan *Pre-Drill* (2U) tingkat akurasinya masuk dalam *range uncertainty* P10-P90 mencapai 63% (gambar 10).

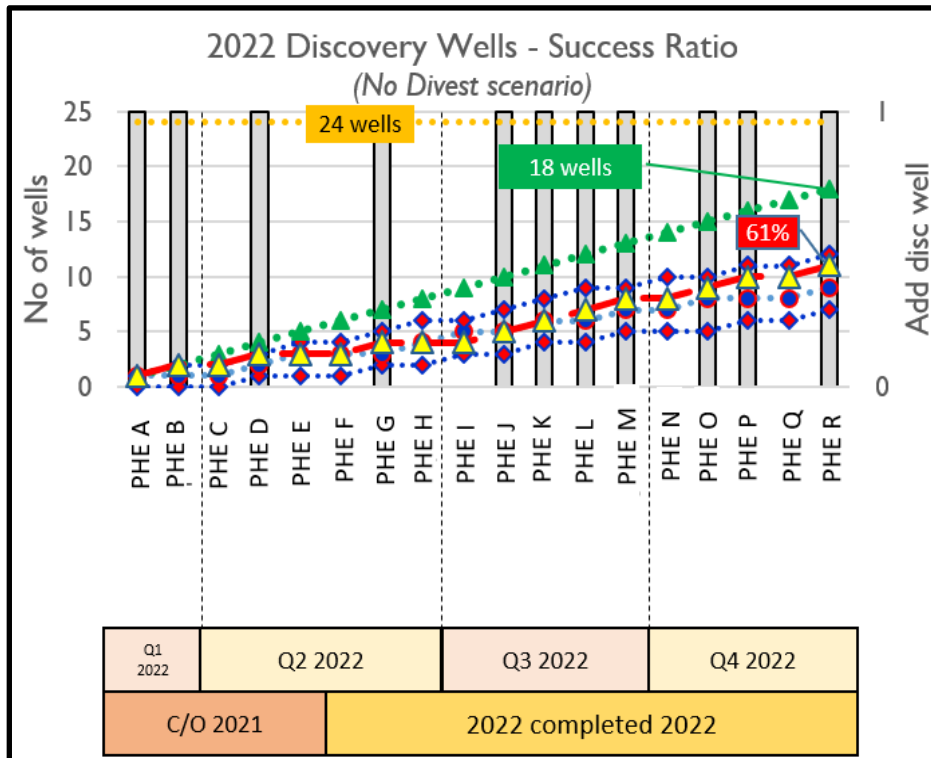


Gambar 10. Performance tracking plotting resources 2C sumur Post-drill dengan range usulan 2U P10-P90 Pre-drill

Dengan melihat tingkat *conformance* antara *Post-drill* dengan *Pre-drill* yang mencapai 80% untuk level objektif reservoir dan 63% untuk level sumuran menunjukkan bahwa upaya standarisasi dari penilaian resiko perhitungan sumberdaya sudah cukup baik sehingga apa yang diprediksi dengan hasil aktual sudah mendekati kebenarannya. Dari 7 sumur yang dibor ada 2 sumur yang berada diluar range prediksi dari P10 dan P90 yaitu sumur PHE-3 dimana hasil pengeborannya sumberdaya 2C yang didapatkan dibawah P90 dari yang diprediksi, sedangkan sumur PHE-1 sumberdaya 2C pengeboran lebih besar dari P10 prediksi.

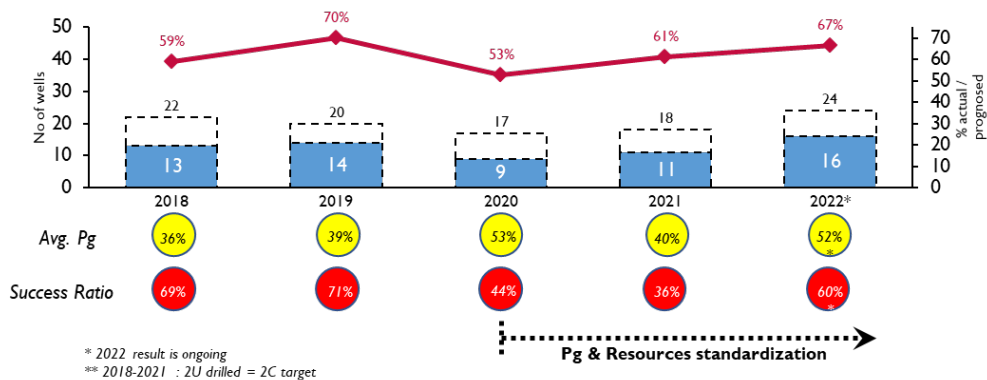
Pembahasan

Memprediksi risiko di bawah permukaan sumur eksplorasi adalah salah satu kunci untuk mencapai kesuksesan dalam industri minyak dan gas. Dengan memprediksi risiko bawah permukaan suatu usulan sumur eksplorasi kemudian dimasukkan dalam portofolio pengeboran sumur dalam satu tahun akan bisa diprediksi sukses ratio pengeboran sumur eksplorasi. Sehingga dalam satu tahun pengeboran sumur eksplorasi akan bisa diprediksi kesuksesan dalam menemukan kandungan minyak dan gas bumi dari sumur eksplorasi dalam satu tahun.



Gambar 11. Perhitungan aktual sukses ratio hasil pengeboran eksplorasi tahun 2022

Dengan melihat data hasil pengeboran sumur *discovery* pada tahun 2022 dimana dari total 18 sumur yang selesai dilakukan pengeboran, sukses ratio actual sebesar 61% (gambar 11). Kemudian dibandingkan dengan prediksi average sukses ratio sebesar 52% artinya sudah mendekati dengan apa yang diprediksikan.



Gambar 12. Performance tracking Succes ratio pengeboran sumur eksplorasi dibandingkan dengan prediksi Pg Pre-drill

Data hasil pengeboran sumur eksplorasi selama 5 tahun dari tahun 2018 hingga 2022 menunjukkan adanya perbaikan *significant* dalam hal memprediksi rata-rata sukses ratio. Setelah penilaian resiko bawah permukaan (Pg) dan perhitungan sumberdaya dilakukan standarisasi di tingkat eksplorasi Subholding tingkat akurasi prediksi menjadi semakin lebih baik dibandingkan sebelum dilakukan standarisasi penilaian sebelum tahun 2020 (gambar 12). Dari hal ini menunjukkan bahwa pentingnya melakukan standarisasi dalam memberikan penilaian besarnya resiko bawah permukaan dan perhitungan

resources. Secara pedoman penilaian dan perhitungan resources sudah ada hanya dibutuhkan tim review teknis sumur eksplorasi di level Eksplorasi SHU yang bertugas untuk mengawal konsistensi pada saat memberikan penilaian dan memutuskan final teknis usulan sumur eksplorasi kemudian dimasukkan dalam software PRA (Portofolio Analysis) untuk mendapatkan prediksi sukses ratio pengeboran eksplorasi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah disajikan, beberapa kesimpulan dapat ditarik sebagai berikut (1) Penggunaan data geologi dan geofisika yang terintegrasi secara efektif dalam analisis eksplorasi dapat meningkatkan akurasi prediksi keberhasilan proyek. Integrasi ini memungkinkan interpretasi yang lebih holistik dan menyediakan pemahaman yang lebih baik tentang struktur bawah permukaan. (2) Penerapan teknologi eksplorasi terbaru, seperti pemrosesan data seismik lanjutan dan pemodelan reservoir yang canggih, dapat meningkatkan akurasi prediksi. Teknologi ini membantu mengatasi tantangan interpretasi dan memberikan informasi yang lebih tepat tentang kondisi reservoir. (3) Pentingnya validasi dan verifikasi data geologi dan geofisika dalam memastikan keakuratan prediksi keberhasilan proyek. Proses ini melibatkan pengujian ulang terhadap data, perbandingan dengan data lapangan aktual, dan koreksi jika diperlukan. (4) Standarisasi penilaian risiko bawah permukaan memastikan konsistensi dalam interpretasi data geologi dan geofisika serta meminimalkan ambiguitas dalam penilaian risiko. Hal ini memberikan kepastian dalam pemahaman tentang kondisi bawah permukaan yang menjadi dasar dalam pengambilan penilaian risiko bawah permukaan dan juga untuk keputusan investasi. (5) Analisis portofolio pada proyek eksplorasi minyak dan gas bumi di PHE Eksplorasi SHU dengan menggunakan PRA dimana dibutuhkan input data risiko bawah permukaan (Pg) dan data perhitungan sumberdaya yang sudah divalidasi dimana *output* dari analisis tersebut dapat untuk memprediksi sukses rasio pengeboran sumur eksplorasi dalam satu tahun rencana kerja.

BIBLIOGRAFI

- Abdoellah, O. S. (2016). *Pembangunan berkelanjutan di Indonesia: Di persimpangan jalan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Bakrie, C. R., Delanova, M. O., & Yani, Y. M. (2022). Pengaruh perang Rusia dan Ukraina terhadap perekonomian negara kawasan Asia Tenggara. *Caraka Prabhu: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 6(1), 65–86.
- Bowles, D. S., Anderson, L. R., Glover, T. F., & Chauhan, S. S. (1998). Portfolio risk assessment: A tool for dam safety risk management. *Proceedings of USCOLD 1998 Annual Lecture. Buffalo, New York*.
- Chang, Y., Dou, H., Chen, C., Wang, X., & Liu, K. (2006). An Innovative Method: Risk Assessment for Exploration and Development of Oil and Gas. *SPE Eastern Regional Meeting*, SPE-104458.
- Chavas, J.-P. (2004). *Risk analysis in theory and practice*. Elsevier.
- Crawley, F. K., & Grant, M. M. (1997). Concept risk assessment of offshore hydrocarbon production installations. *Process Safety and Environmental Protection*, 75(3), 157–163.
- Irawan, G., & Wibawa, B. M. (2015). Analisis peta risiko pengeboran di wilayah Asset 5

- PT Pertamina EP. *Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 17(2), 123–135.
- Kaufman, G. M. (1996). Risk analysis: From prospect to exploration portfolio and back. In *Norwegian Petroleum Society Special Publications* (Vol. 6, pp. 135–152). Elsevier.
- Pamungkas, A. C., Alunaza, H., Shafitri, D. N., & Putri, A. (2022). Implikasi Sanksi Ekonomi Bagi Rusia Terhadap Potensi Eskalasi Harga Minyak dan Gas Alam Pada Distribusi Pasar Dunia. *Journal of International Relations (JoS)*, 1(2), 50–66.
- Pamungkas, S. A., & Effendy, M. (2020). Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada Gas Compressor-Pertamina Hulu Energi West Madura Offshore Gresik. *No3. Hal3-10*.
- Sentosa, M. D., Amin, M., & Prabu, U. A. (2015). Prospek Proyek Pembukaan Pemboran Sumur Minyak X Pada Lapangan X PT Pertamina Ep Asset 2 Field Prabumulih. *Jurnal Ilmu Teknik Sriwijaya*, 3(2), 103060.
- Sholikin, A. (2018). Otonomi Daerah dan Pengelolaan Sumber Daya Alam (Minyak Bumi) di Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Ilmu Administrasi: Media Pengembangan Ilmu Dan Praktek Administrasi*, 15(1), 35–50.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, CV.
- Sundja, A., & Hanafiah, A. (2009). Analisa risiko investasi pengeboran migas area Sumatera. *Simposium Nasional IATMI*, 1(1), 1–4.
- Wibowo, A. A. (2019). Analisa risiko keselamatan kerja pada explorasi minyak. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 1(1), 57–68.
- Wirajaya, A., Sasongko, N. A., Supriyadi, I., & Purwantoro, S. A. (2024). Analisis Peran Gas Bumi Terhadap Transisi Energi Di Indonesia. *Nusantara: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, 11(4), 1646–1658.

Copyright holder:

Pujo Ponco P. A., Paidi W. S. (2024)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

