



DEPARTEMEN
TEKNIK MESIN

Teknologi Minyak Bumi dan Gas Alam



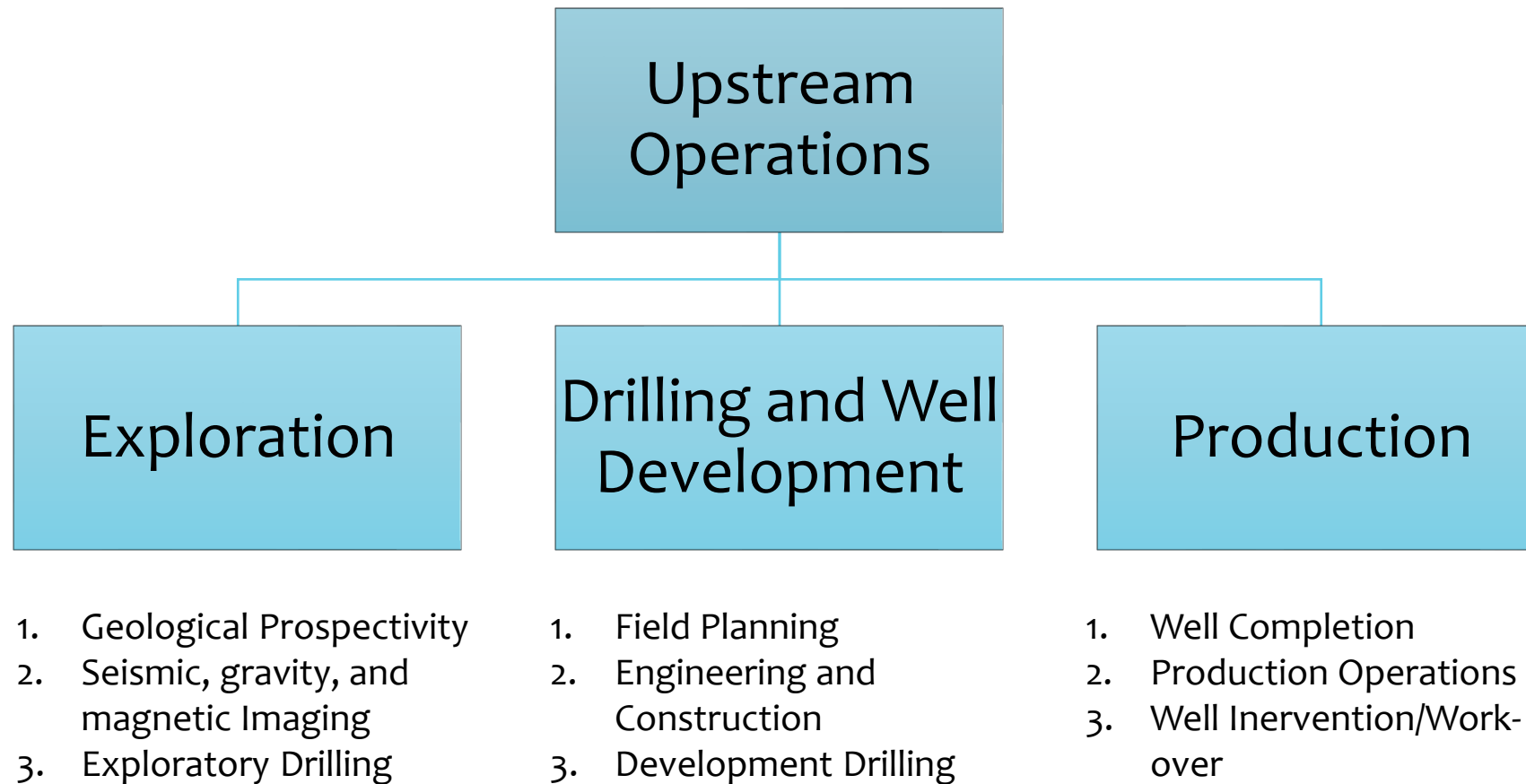
Upstream Technologies

Dr. ABETH NOVRIA SONJAYA, S.T., M.M., M.T., M.T.

Program Studi Teknik Mesin S1

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Jayabaya



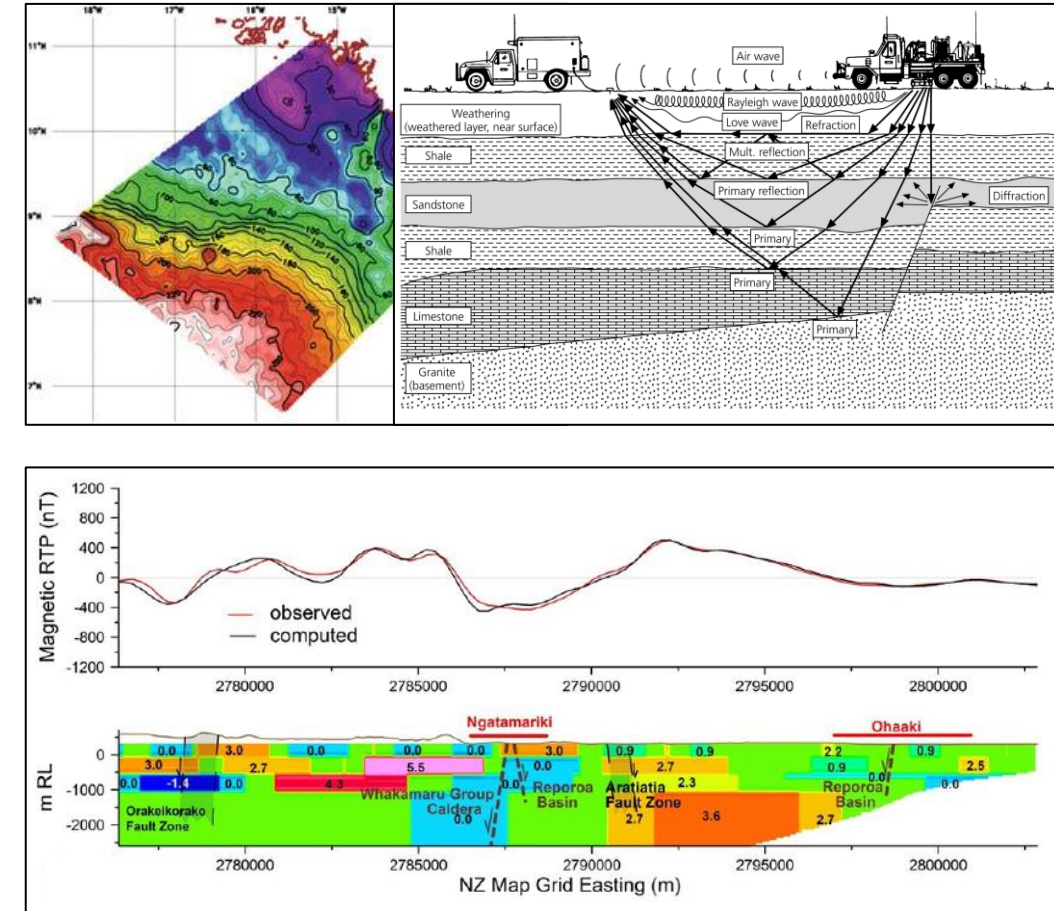
Geolog dan geofisikawan menggunakan berbagai teknik untuk menemukan cadangan ini, termasuk survei seismik, survei gravitasi dan magnetik, serta pengeboran eksplorasi. Survei seismik melibatkan pengiriman gelombang suara ke dalam bumi dan menganalisis gelombang yang dipantulkan untuk menciptakan gambar formasi batuan di bawah permukaan. Survei gravitasi dan magnetik mengukur variasi medan gravitasi dan magnetik bumi, yang dapat menunjukkan keberadaan cadangan hidrokarbon. Pengeboran eksplorasi melibatkan pengeboran sumur uji untuk menentukan keberadaan dan kualitas cadangan minyak dan gas.

Setelah cadangan potensial teridentifikasi, proses pengeboran dapat dimulai. Pengeboran adalah proses pembuatan lubang di permukaan bumi untuk mengekstraksi minyak dan gas. Ada dua jenis utama pengeboran: vertikal dan horizontal. Pengeboran vertikal melibatkan pengeboran lurus ke bawah ke dalam bumi, sementara pengeboran horizontal melibatkan pengeboran dengan sudut untuk mencapai cadangan minyak dan gas yang terletak di formasi batuan yang sulit diakses. Rig pengeboran digunakan untuk mengebor sumur, dan terdapat beberapa jenis rig, termasuk rig darat, rig lepas pantai, dan rig bawah laut.

Ketika sumur dibor, tahap berikutnya adalah memulai produksi minyak atau gas. Untuk hal ini, kita harus mengangkat minyak dan gas dari reservoir. Teknik produksi meliputi ekstraksi primer, pengolahan sekunder, dan pemulihan tersier. Minyak dan gas didorong ke permukaan oleh tekanan alami reservoir selama pemulihan primer. Minyak dan gas “diekstraksi secara sekunder,” atau dibawa ke permukaan dengan meningkatkan tekanan di reservoir melalui injeksi air atau gas. Selama pemulihan tersier, minyak dan gas diekstraksi dari reservoir menggunakan metode inovatif, seperti injeksi uap.

Upstream Operations - Exploration and reservoir characterization

- Teknologi eksplorasi membantu menemukan dan mengevaluasi cadangan minyak dan gas potensial dengan akurasi yang lebih tinggi.
- **Artificial Intelligence (AI) dan Machine Learning (ML):** Algoritma AI menganalisis data seismik dan informasi geologis dalam jumlah besar untuk mengidentifikasi lokasi pengeboran yang menjanjikan dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan metode tradisional. 1. Crew Services and Training; 2. AI-Driven Insights & Predictive Maintenance; 3. Remote Operations and IoT-Enabled Monitoring; 4. Safe, Reliable Compliance with the Help of Digital Solutions; 5. Safe and Reliable Integration with Sustainable Energy
- **Advanced Seismic, gravity, and magnetic Imaging:** Teknik seismik baru, termasuk survei seismik 3D dan 4D, menggunakan getaran kompleks untuk menciptakan gambar yang lebih detail dari reservoir bawah tanah, membantu geolog menentukan cadangan dengan lebih tepat.
- **Robotics and drones:** Unmanned aerial vehicles (UAVs) dan remotely operated vehicles (ROVs) melakukan survei dan inspeksi di area terpencil atau berbahaya, seperti platform lepas pantai, meningkatkan pengumpulan data dan keamanan.

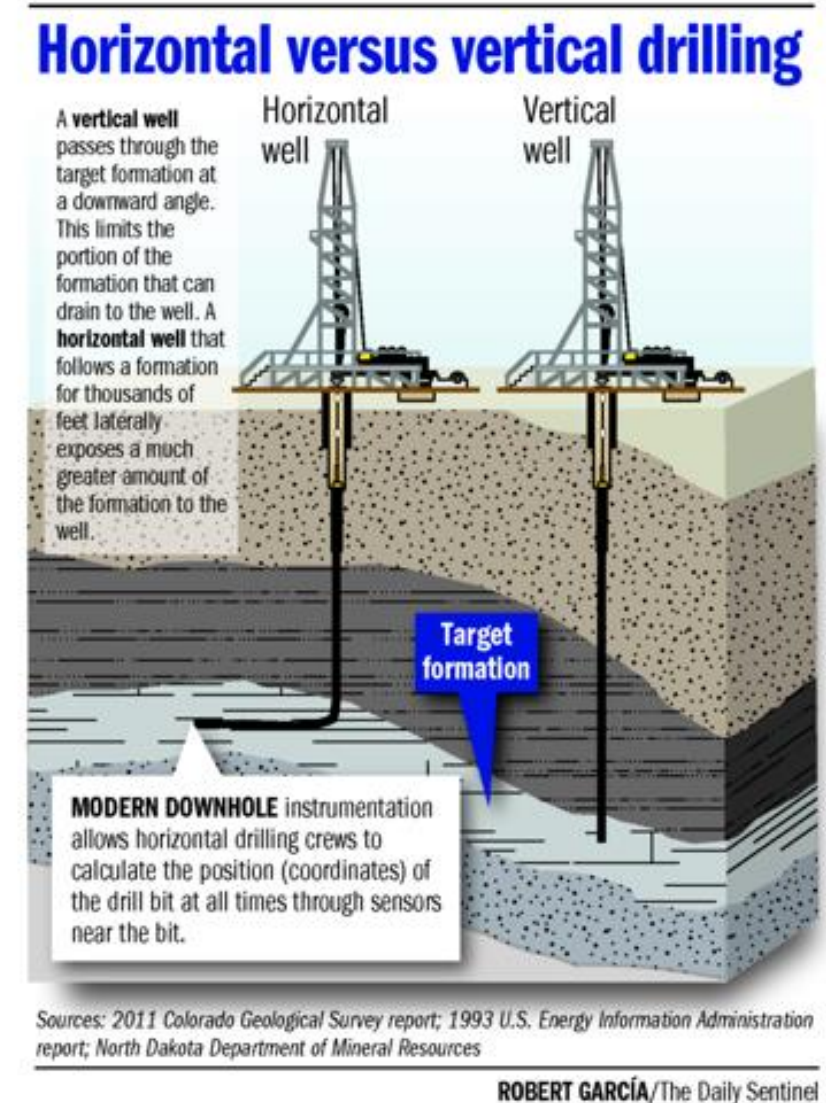


Penerapan teknologi terdepan tidak lagi menjadi pilihan, melainkan suatu keharusan untuk berhasil di sektor hulu minyak dan gas. Perusahaan yang mengadopsi kecerdasan buatan (AI), otomatisasi, Internet of Things (IoT), dan integrasi energi terbarukan akan memperoleh manfaat efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan agar perusahaan minyak dan gas dapat memaksimalkan produksi, mengurangi biaya, dan memenuhi target lingkungan. Masa depan adalah digital, dan industri harus beradaptasi dengannya.

Upstream Operations - Drilling, Well Development, and Extraction

Kemajuan teknologi telah memungkinkan operasi pengeboran yang lebih kompleks, mengakses sumber daya tidak konvensional, dan mengoptimalkan pemulihan ladang sumur minyak/gas bumi.

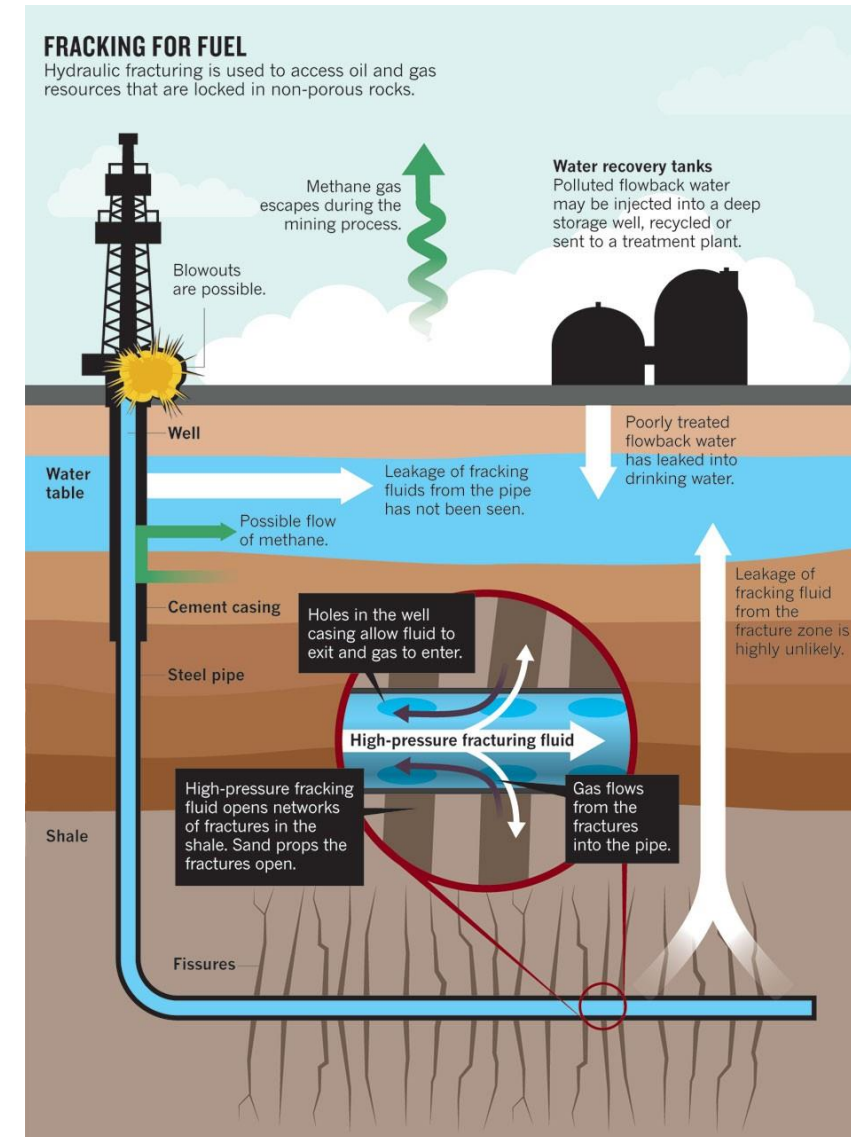
- **Horizontal and directional drilling:** Teknik ini memungkinkan pengeboran secara horizontal ke dalam reservoir, secara signifikan meningkatkan paparan sumur terhadap formasi batuan dan memaksimalkan jumlah minyak atau gas yang diekstraksi.
- **Hydraulic fracturing (fracking):** Dikombinasikan dengan pengeboran horizontal, teknologi fracking memecah formasi batuan padat seperti shale untuk melepaskan minyak dan gas yang terjebak. Inovasi dalam cairan fracking, seperti gel berbasis propana, dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan air segar.
- **Robotics and automation:** Sistem pengeboran otonom dan peralatan robotik di rig meningkatkan konsistensi, meningkatkan keselamatan dengan menghilangkan personel dari zona berbahaya “red zones,” dan meningkatkan efisiensi operasional.
- **Enhanced Oil Recovery (EOR):** Teknik EOR menyuntikkan zat seperti karbon dioksida, uap, atau bahan kimia ke dalam reservoir untuk meningkatkan tekanan dan merangsang produksi, membantu memaksimalkan ekstraksi dari lapangan minyak yang sudah matang.



Upstream Operations - Drilling, Well Development, and Extraction

Kemajuan teknologi telah memungkinkan operasi pengeboran yang lebih kompleks, mengakses sumber daya tidak konvensional, dan mengoptimalkan pemulihan ladang sumur minyak/gas bumi.

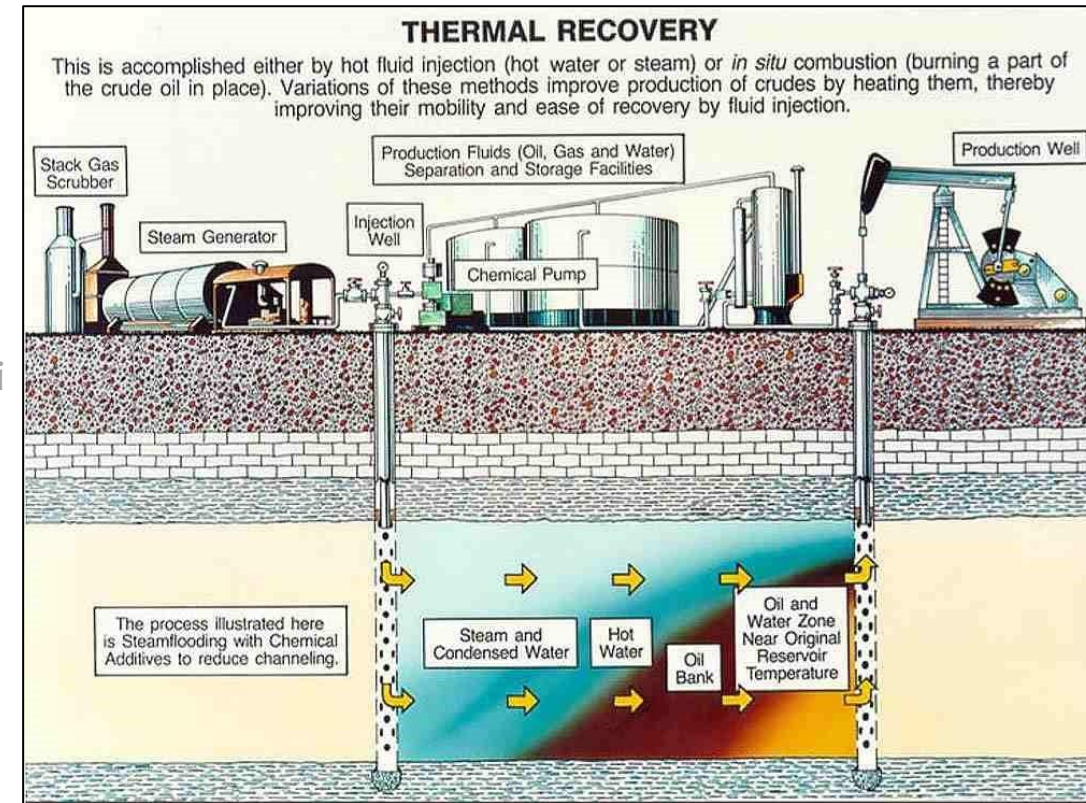
- **Horizontal and directional drilling:** Teknik ini memungkinkan pengeboran secara horizontal ke dalam reservoir, secara signifikan meningkatkan paparan sumur terhadap formasi batuan dan memaksimalkan jumlah minyak atau gas yang diekstraksi.
- **Hydraulic fracturing (fracking):** Dikombinasikan dengan pengeboran horizontal, teknologi fracking memecah formasi batuan padat seperti shale untuk melepaskan minyak dan gas yang terjebak. Inovasi dalam cairan fracking, seperti gel berbasis propana, dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan air segar.
- **Robotics and automation:** Sistem pengeboran otonom dan peralatan robotik di rig meningkatkan konsistensi, meningkatkan keselamatan dengan menghilangkan personel dari zona berbahaya “red zones,” dan meningkatkan efisiensi operasional.
- **Enhanced Oil Recovery (EOR):** Teknik EOR menyuntikkan zat seperti karbon dioksida, uap, atau bahan kimia ke dalam reservoir untuk meningkatkan tekanan dan merangsang produksi, membantu memaksimalkan ekstraksi dari lapangan minyak yang sudah matang.



Upstream Operations - Drilling, Well Development, and Extraction

Kemajuan teknologi telah memungkinkan operasi pengeboran yang lebih kompleks, mengakses sumber daya tidak konvensional, dan mengoptimalkan pemulihan ladang sumur minyak/gas bumi.

- **Horizontal and directional drilling:** Teknik ini memungkinkan pengeboran secara horizontal ke dalam reservoir, secara signifikan meningkatkan paparan sumur terhadap formasi batuan dan memaksimalkan jumlah minyak atau gas yang diekstraksi.
- **Hydraulic fracturing (fracking):** Dikombinasikan dengan pengeboran horizontal, teknologi fracking memecah formasi batuan padat seperti shale untuk melepaskan minyak dan gas yang terjebak. Inovasi dalam cairan fracking, seperti gel berbasis propana, dapat mengurangi atau menghilangkan kebutuhan akan air segar.
- **Robotics and automation:** Sistem pengeboran otonom dan peralatan robotik di rig meningkatkan konsistensi, meningkatkan keselamatan dengan menghilangkan personel dari zona berbahaya “red zones,” dan meningkatkan efisiensi operasional.
- **Enhanced Oil Recovery (EOR):** Teknik EOR menyuntikkan zat seperti karbon dioksida, uap, atau bahan kimia ke dalam reservoir untuk meningkatkan tekanan dan merangsang produksi, membantu memaksimalkan ekstraksi dari lapangan minyak yang sudah matang.



What is Rotating Equipment in Oil and Gas?

Rotating equipment is **the muscle** that does all the moving. No gas, no flow without it, no oil.
The whole thing would come to a halt.

Why it matters in upstream oil and gas?

Every part of upstream oil and gas, the exploration, drilling, and production phase, relies on these machines.

Crude oil, water, and chemicals are raised through pipelines by **pumps**.

Compressors have to squeeze natural gas so tightly that it can travel miles through the pipe.

Turbines create power on rigs that lack an external grid.

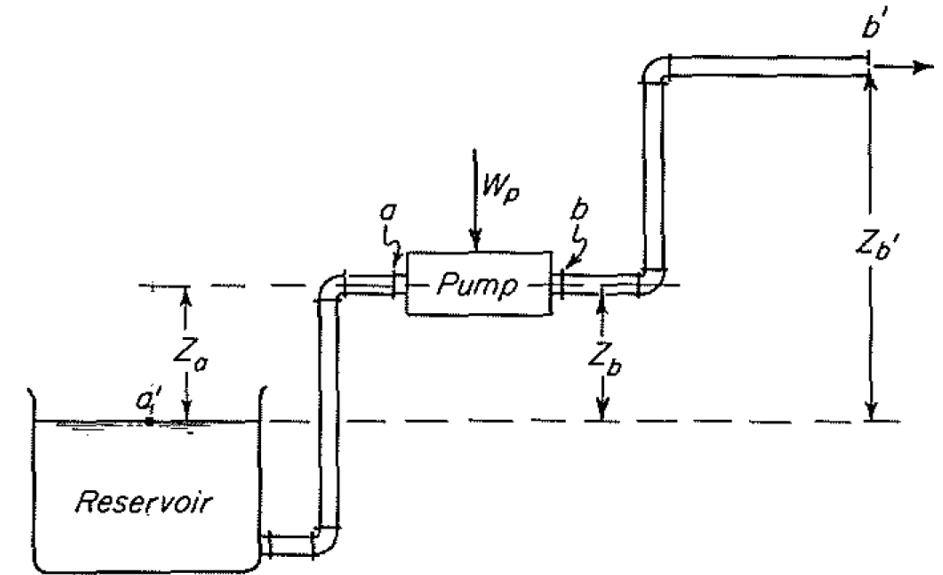
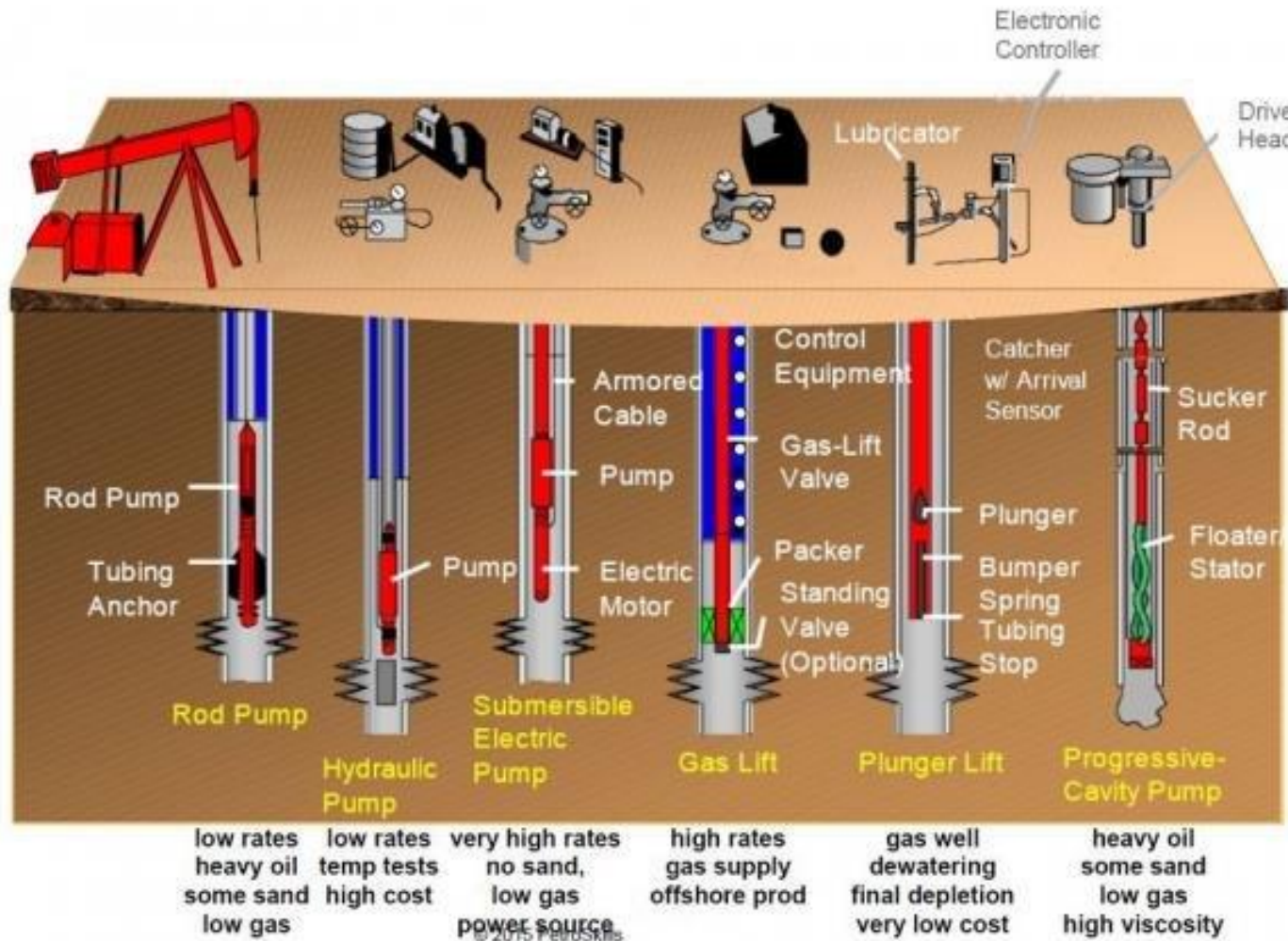
The drilling and production systems are powered by **engines and motors**.

There are **fans and blowers** that cool, make facilities safe, and ventilate.

If one critical pump or compressor goes down, production can stall. And downtime in the oilfield isn't just inconvenient, it's expensive.

What is Rotating Equipment in Oil and Gas?

Six Primary Methods of Artificial Lift



The mechanical efficiency, total heads, and cavitation

$$\eta W_p = \left(\frac{p_b}{\rho} + \frac{gZ_b}{g_c} + \frac{\alpha_b \bar{V}_b^2}{2g_c} \right) - \left(\frac{p_a}{\rho} + \frac{gZ_a}{g_c} + \frac{\alpha_a \bar{V}_a^2}{2g_c} \right)$$

$$H = \frac{p}{\rho} + \frac{gZ}{g_c} + \frac{\alpha \bar{V}^2}{2g_c}$$

$$NPSH = \frac{g_c}{g} \left(\frac{p_a - p_v}{\rho} - h_{fs} \right) - Z_a$$

What is Rotating Equipment in Oil and Gas?

Contoh soal. A centrifugal fan is used to take flue gas at rest and at a pressure of 29.0 in. (737 mm) Hg and a temperature of 200°F (93.3°C) and discharge it at a pressure of 30.1 in. (765 mm) Hg and a velocity of 150 ft/s (45.7 m/s). Calculate the power needed to move 10,000 std ft³/min (16,990 m³/h) of gas. The efficiency of the fan is 65 percent, and the molecular weight of the gas is 31.3.

Solution

The actual suction density is

$$\rho_a = \frac{31.3 \times 29.0(460 + 60)}{378.7 \times 30(460 + 200)} = 0.0629 \text{ lb/ft}^3$$

and the discharge density is

$$\rho_b = 0.0629 \frac{30.1}{29.0} = 0.0653 \text{ lb/ft}^3$$

The average density of the flowing gas is

$$\bar{\rho} = \frac{1}{2}(0.0629 + 0.0653) = 0.0641 \text{ lb/ft}^3$$

The mass flow rate is

$$\dot{m} = \frac{10,000 \times 31.3}{378.7 \times 60} = 13.78 \text{ lb/s}$$

The developed pressure is

$$\frac{p_b - p_a}{\bar{\rho}} = \frac{(30.1 - 29.0)144 \times 14.7}{29.92 \times 0.0641} = 1214 \text{ ft-lb}_f/\text{lb}$$

The velocity head is

$$\frac{\bar{V}_b^2}{2g_c} = \frac{150^2}{2 \times 32.17} = 349.7 \text{ ft-lb}_f/\text{lb}$$

From Eq. (8.1), calling $\alpha_a = \alpha_b = 1.0$, $\bar{V}_a = 0$, and $Z_a = Z_b$,

$$W_p = \frac{1}{\eta} \left(\frac{p_b - p_a}{\bar{\rho}} + \frac{\bar{V}_b^2}{2g_c} \right) = \frac{1214 + 349.7}{0.65} = 2406 \text{ ft-lb}_f/\text{lb}$$

From Eq. (8.4)

$$P_B = \frac{\dot{m}W_p}{550} = \frac{13.78 \times 2406}{550} = 60.3 \text{ hp (45.0 kW)}$$

Sustainability technologies

The industry is increasingly adopting technologies to reduce its environmental footprint and improve sustainability.

- Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS): Teknologi CCUS sedang dikembangkan dan diterapkan untuk menangkap emisi karbon dioksida dan menggunakannya atau menyimpannya di bawah tanah.
- Green drilling: Melibatkan integrasi sumber energi terbarukan, seperti panel surya, untuk menggerakkan operasi pengeboran di lokasi terpencil, sehingga mengurangi emisi karbon.
- Alternative fracturing fluids: Inovasi seperti gel berbasis propana dalam fraktur hidrolik mengurangi ketergantungan pada jumlah besar air segar, yang mengurangi dampak lingkungan dari operasi.

Terima Kasih

Dr. Abeth Novria Sonjaya, S.T., M.M., M.T., M.T.

Scopus/ Web of Science ID	: 57764834500
ORCHID ID	: https://orcid.org/0000-0002-8049-7111
Publons/ Web of Science Researcher	: GLN-3549-2022
Sinta ID	: 6716394
Google Scholar ID	: uxCTVYIAAAAJ
Garuda ID	: 3338887
LinkedIn public profile & URL	: www.linkedin.com/in/abeth-sonjaya-47a6591b6