



Analisis Peran *Mudlogging Geologist* dalam Pengawasan dan Pengelolaan Data Pengeboran Sumur Panas Bumi

Sachrul Iswahyudi^{1,2*}, P. Paryanto^{1,3}, Aries Susanty^{1,4}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

²Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman,

³Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

⁴Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*)Corresponding author: sachrul.iswahyudi@unsoed.ac.id

(Received: January 25, 2025; Accepted: March 26, 2025)

Abstract

Analysis of the Role of Mudlogging Geologists in Supervision and Management of Geothermal Well Drilling Data. Geothermal resources have great potential to support clean and sustainable energy needs, but the geothermal drilling process presents challenges that require real-time data management to prevent technical and safety risks. Geologists in mudlogging units play an important role in supporting drilling operations by monitoring drilling parameters such as pressure and temperature, which can affect formation stability and equipment conditions. This study aims to analyze the contribution of mudlogging geologists in monitoring and managing drilling data in 1998 at 2 geothermal wells, 30A and 32 in Dieng, to improve drilling efficiency, safety and the application of professional ethics. This study uses a qualitative approach through real-time drilling data observation and field documentation analysis to understand the role of geologists in decision making in the field. The results show that mudlogging geologists are able to detect risky conditions such as loss of circulation and increased chloride content, which have an impact on operational safety and efficiency. The implementation of Occupational Safety, Health and Environment (K3L) aspects and the application of professional ethics in mudlogging geologists have contributed to geothermal well drilling activities. The application of continuous monitoring and real-time drilling data communication has proven crucial in anticipating technical problems and ensuring the success of geothermal well drilling.

Keywords: mudlogging geologist, geothermal drilling, real-time data management, geothermal well monitoring, operational risk mitigation

Abstrak

Sumber daya panas bumi memiliki potensi besar untuk mendukung kebutuhan energi bersih dan berkelanjutan, namun proses pengeboran panas bumi menghadirkan tantangan yang memerlukan pengelolaan data *real-time* untuk mencegah risiko teknis dan keselamatan. Geologis pada unit *mudlogging* berperan penting dalam mendukung operasi pengeboran dengan memantau parameter pengeboran seperti tekanan dan suhu, yang dapat memengaruhi stabilitas formasi dan kondisi peralatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kontribusi *mudlogging geologist* dalam pengawasan dan pengelolaan data pengeboran pada tahun 1998 pada 2 sumur panas bumi, 30A dan 32 di Dieng, guna meningkatkan efisiensi, keselamatan pengeboran dan penerapan etika profesi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui observasi data pengeboran *real-time* dan analisis dokumentasi lapangan untuk memahami peran geologist dalam pengambilan keputusan di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *mudlogging geologist* mampu mendeteksi kondisi berisiko seperti kehilangan sirkulasi dan peningkatan kandungan klorida, yang berdampak pada keselamatan dan efisiensi operasi. Implementasi aspek Keselamatan, Kesehatan Kerja dan

Lingkungan (K3L) serta penerapan etika profesi pada *mudlogging geologist* telah berkontribusi pada kegiatan pengeboran sumur panas bumi. Penerapan pemantauan berkelanjutan dan komunikasi data pengeboran *real-time* terbukti krusial dalam mengantisipasi masalah teknis dan memastikan keberhasilan pengeboran sumur panas bumi.

Kata kunci: *mudlogging geologist, pengeboran panas bumi, pengolahan data real-time, pemantauan sumur geothermal, mitigasi risiko operasional*

How to Cite This Article: Iswahyudi, S., Paryanto, P., & Susanty, A. (2025). Analisis Peran Mudlogging Geologist dalam Pengawasan dan Pengelolaan Data Pengeboran Sumur Panas Bumi. *JPII*, 3(1), 10-18. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.25486>

PENDAHULUAN

Sumber daya panas bumi merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang berpotensi besar dalam memenuhi kebutuhan energi bersih dan berkelanjutan. Proses eksplorasi panas bumi, yang melibatkan pengeboran sumur-sumur dalam, memainkan peran kunci dalam mengidentifikasi dan memanfaatkan cadangan panas bumi yang dapat diandalkan. Namun, pengeboran panas bumi memiliki tingkat risiko yang tinggi, sehingga membutuhkan pengelolaan data secara *real-time* untuk menghindari potensi masalah seperti kerusakan peralatan dan ketidakstabilan formasi.

Dalam konteks tersebut di atas, permasalahan penelitian yang diangkat adalah bagaimana optimalisasi peran *mudlogging geologist* dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan pengeboran sumur panas bumi pada kondisi formasi berisiko tinggi. *Geologist* di unit *mudlogging* memiliki peran penting dalam mendukung operasi pengeboran dengan memantau data pengeboran secara langsung dan terus-menerus. Mereka bertanggung jawab untuk memastikan keselamatan operasional serta memberikan analisis cepat terhadap parameter pengeboran, seperti tekanan formasi dan suhu, yang dapat memengaruhi keberhasilan pengeboran.

Pengeboran panas bumi adalah proses yang memerlukan pendekatan teknis dan operasional khusus karena kondisi sumur yang sangat dalam, suhu tinggi dan tekanan yang tidak stabil. Tantangan utama yang dihadapi dalam pengeboran ini mencakup kerentanan terhadap kerusakan peralatan, ketidakstabilan formasi dan potensi erupsi cairan panas bumi yang dapat berisiko tinggi bagi keselamatan kerja dan peralatan (Kiran et al., 2017). Strategi yang umum digunakan dalam operasi pengeboran panas bumi meliputi penggunaan lumpur pengeboran khusus dan pemantauan berkelanjutan terhadap tekanan dan suhu di dalam sumur untuk memitigasi masalah yang mungkin timbul (Report et al., 2010).

Mudlogging adalah teknik pemantauan pengeboran yang berperan penting dalam memberikan informasi *real-time* mengenai kondisi formasi yang sedang dibor. Dalam konteks pengeboran panas bumi, *mudlogging* tidak hanya berfungsi sebagai alat *monitoring*, tetapi juga sebagai sumber data yang penting

untuk menganalisis kondisi bawah permukaan dan memperkirakan potensi aliran fluida panas bumi. Peran *mudlogging geologist* mencakup interpretasi data seperti tekanan, suhu dan karakteristik litologi untuk memastikan keberhasilan operasi (Baker, 2014; Lyons et al., 2016). Fungsi ini memungkinkan operator untuk segera merespon perubahan mendadak dalam kondisi bawah tanah dan menyesuaikan parameter pengeboran sesuai kebutuhan (Lu & Guo, 2005; Han et al., 2010). Fungsi ini memungkinkan operator untuk segera merespon perubahan mendadak dalam kondisi bawah tanah dan menyesuaikan parameter pengeboran sesuai kebutuhan.

Mudlogging geologist adalah seorang ahli yang memantau dan menganalisis data lumpur pengeboran dalam eksplorasi sumur panas bumi, dengan tujuan untuk mengidentifikasi karakteristik geologi dan potensi reservoir dari data lumpur pengeboran (Dashti et al., 2016). Selain meningkatkan efisiensi, *mudlogging geologist* juga memantau tingkat keamanan operasi pengeboran (Jarzyna et al., 2021). Pengelolaan data dalam pengeboran panas bumi sangat penting untuk mitigasi risiko dan optimalisasi operasi. Data pengeboran yang akurat dan tepat waktu membantu dalam pengambilan keputusan untuk menghindari kecelakaan, kerusakan peralatan dan ketidakstabilan formasi. Teknik pengelolaan data modern, seperti integrasi sistem *mudlogging* dengan perangkat lunak analitik, memungkinkan pengelolaan informasi pengeboran secara lebih efektif dan meningkatkan efisiensi operasi (Allahvirdizadeh, 2020). Hal ini penting terutama dalam lingkungan panas bumi di mana perubahan tekanan dan suhu dapat terjadi secara tiba-tiba dan signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran *mudlogging geologist* dalam pengawasan dan pengelolaan data pengeboran sumur panas bumi, serta bagaimana kontribusi mereka dapat meningkatkan efisiensi, keselamatan pengeboran dan etika profesi. Pemahaman ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk peningkatan standar operasional dalam pengelolaan data pengeboran panas bumi, khususnya pada kondisi operasi yang menantang dan dinamis. Penelitian dilakukan pada lokasi pengeboran panas bumi di Dieng Tahun 1998, Jawa Tengah, dengan fokus pada Sumur Panas Bumi 30A dan 32.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Desain Penelitian

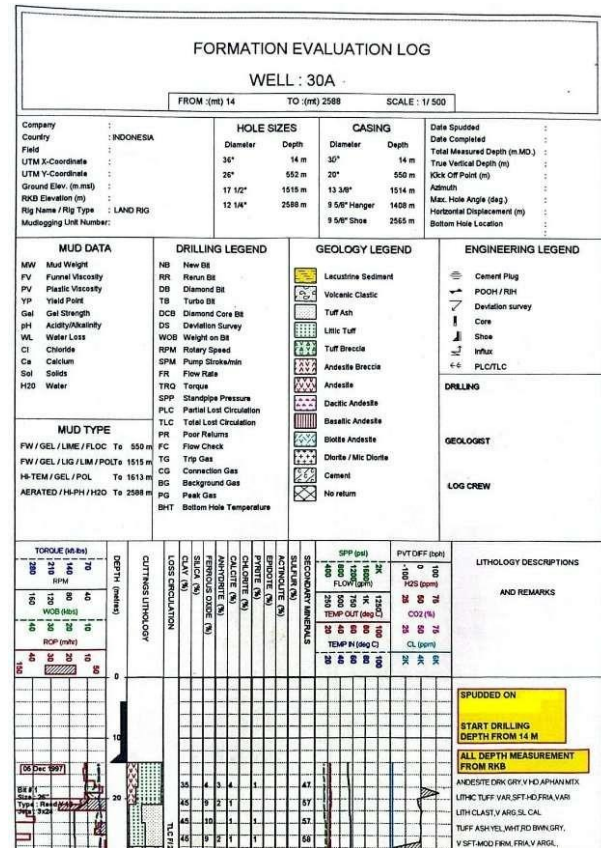
Penelitian ini menggunakan rekaman data pengeboran dua Sumur Panas Bumi 30A dan 32 untuk analisis (Gambar 1 dan 2). Penelitian ini mengadopsi desain penelitian kasus pada 2 proyek pengeboran sumur panas bumi untuk mengeksplorasi peran dan efektivitas *mudlogging geologist* dalam mendukung keselamatan dan efisiensi pengeboran. Pendekatan analisis kualitatif digunakan untuk mengamati dan menginterpretasi data yang diperoleh, memungkinkan analisis mendalam terkait kontribusi *geologist* dalam mengelola data dan kondisi lapangan selama pengeboran panas bumi.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari berbagai sumber utama, termasuk data pengeboran *real-time* yang mencakup parameter operasional seperti tekanan formasi, suhu, laju aliran lumpur dan karakteristik litologi sumur. Selain itu, laporan lapangan yang terdiri dari catatan harian operasi, hasil inspeksi peralatan dan wawancara dengan *geologist* dan teknisi pengeboran digunakan untuk memberikan konteks dan verifikasi terhadap pengamatan lapangan.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan metode analisis tematik, yang berfokus pada evaluasi efektivitas peran *mudlogging geologist* dalam pengelolaan risiko dan pengambilan keputusan. Setiap variabel dianalisis untuk mengidentifikasi kontribusi *geologist* terhadap respon operasional dalam menghadapi perubahan kondisi, serta bagaimana mereka memitigasi risiko selama pengeboran.

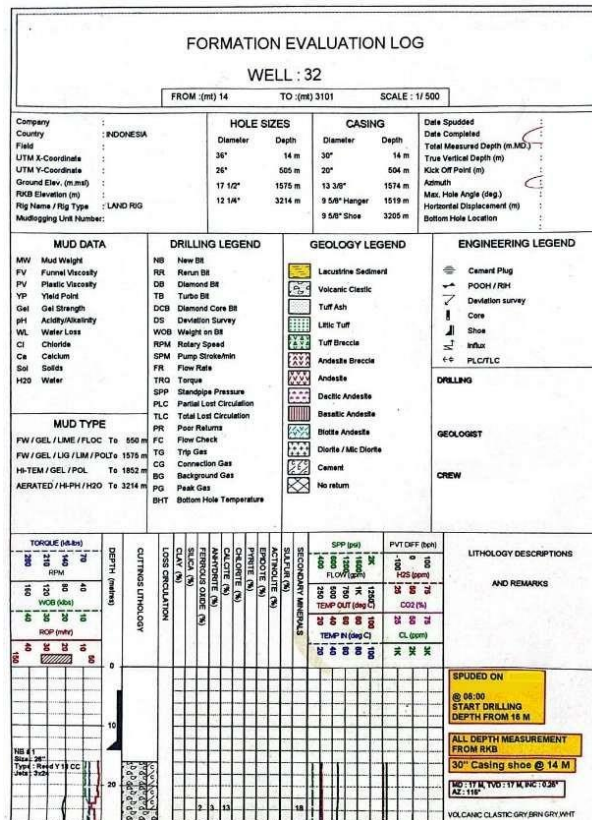


Gambar 1. Log komposit, rekaman data pengeboran Sumur Panas Bumi 30A

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Mudlogging Geologist

Unit *mudlogging geologist* memiliki peran vital dalam pengeboran sumur panas bumi atau migas, terutama dalam memantau dan merekam berbagai parameter pengeboran yang berpengaruh langsung terhadap keselamatan dan efisiensi operasi. Beberapa parameter penting yang dipantau meliputi tekanan formasi, suhu lubang bor, laju aliran lumpur, rasio gas dalam lumpur, serta karakteristik litologi. Tekanan formasi yang tercatat dapat memberikan indikasi adanya perubahan mendadak yang berpotensi menyebabkan masalah *blowout* atau keruntuhan lubang bor. Pemantauan suhu di dalam sumur juga penting, terutama dalam lingkungan panas bumi, untuk mencegah kerusakan peralatan dan menjaga stabilitas lumpur pengeboran yang digunakan.



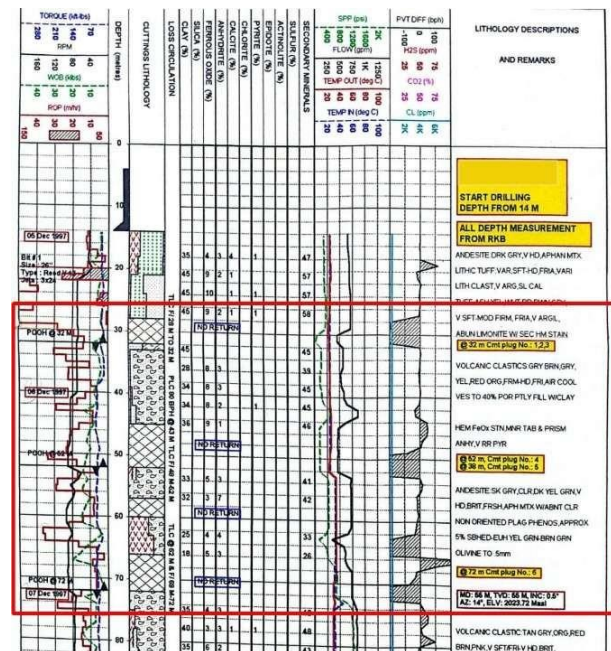
Gambar 2. Log komposit, rekaman data pengeboran Sumur Panas bumi 32

Pada kasus pengeboran Sumur Panas Bumi 30A, terpantau secara *real time* (dan juga akan terekam pada *log composite*), pada kedalaman dangkal antara 15-72 meter, terjadi beberapa kali kondisi TLC dan PLC (*total lost circulation* dan *partial lost circulation*), saat kondisi tidak ada *cutting* litologi yang ditembus alat bor tidak naik mencapai permukaan dibawa oleh lumpur pengeboran yang bersirkulasi. Kondisi seperti itu membahayakan karena sumur bor yang seharusnya bersih dari litologi sisa pengeboran, tapi karena tidak terangkat sampai permukaan akan menjepit alat bor sehingga terjadi *stuck*.

Kondisi TLC atau PLC dapat juga karena litologi yang sangat *porous* sehingga lumpur pengeboran terus menembus formasi batuan dan akan merusak lubang bor (runtuh) atau terjadi *kick* oleh fluida reservoir. *Mudlogging geologist* memiliki kewajiban memberikan informasi yang cukup kepada semua pihak di atas *rig* sehingga dapat diambil tindakan yang diperlukan untuk mengantisipasi kerugian yang lebih besar. Seperti yang terlihat pada Gambar 3, *drilling engineer* memutuskan menarik semua alat bor yang ada di dalam lubang bor untuk dilakukan penyemenan (*cementing*) untuk mencegah kerusakan sumur bor (Gambar 3).

Geologist di unit *mudlogging* tidak hanya bertugas memantau parameter-parameter tersebut dan

yang lain, tetapi juga bertanggung jawab dalam analisis dan interpretasi data secara *real-time*. Mereka berkolaborasi dengan tim pengeboran untuk mengidentifikasi tanda-tanda potensi risiko atau anomali bawah permukaan dan memberikan rekomendasi operasional, seperti penyesuaian laju pengeboran atau komposisi lumpur pengeboran, guna mencegah masalah teknis. Terdapat 2 jenis data penting dalam hal ini, yaitu *real time* data dan *lag data*. Data *real-time* pada *mudlogging* adalah data yang diperoleh secara langsung selama pengeboran, sedangkan *lag data* mencerminkan data tertunda akibat perjalanan lumpur dari dasar sumur ke permukaan. Kedua jenis data tersebut selain terpantau juga terekam. Beberapa data penting untuk selalu dicermati karena terkait dengan keselamatan.



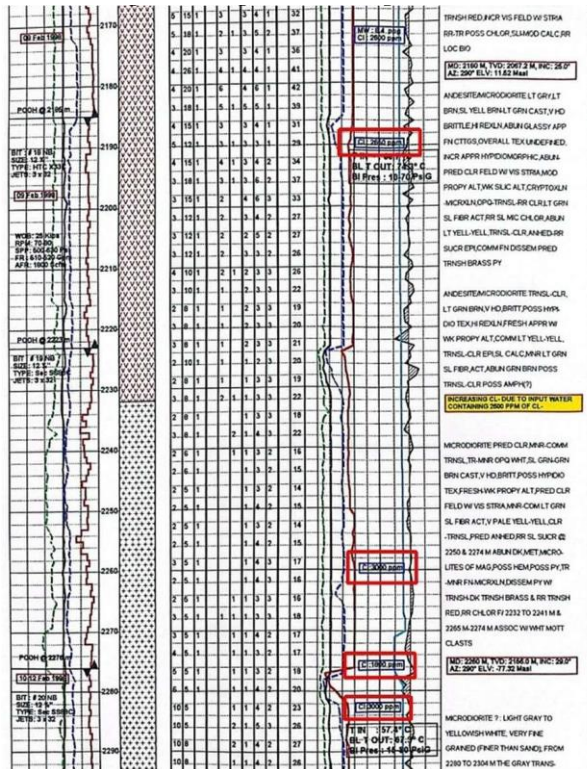
Gambar 3. TLC dan PLC pada Sumur Panas Bumi 30A

Kontribusi *geologist* dalam unit *mudlogging* sangat penting dalam memastikan keselamatan operasional dan efisiensi pengeboran. Melalui pemantauan parameter secara berkelanjutan, *geologist* dapat mengidentifikasi dan merespon kondisi yang mungkin memicu kerusakan atau ketidakstabilan sumur. Hal ini tidak hanya membantu dalam menjaga keselamatan pekerja dan peralatan tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional, karena potensi kendala dapat diantisipasi dan diatasi secara dini.

Pada kasus Sumur Panas Bumi 32, pentingnya peran *mudlogging geologist* terlihat pada kasus pemantauan konsentrasi klorida pada fluida bawah permukaan yang dibawa ke permukaan oleh lumpur pengeboran yang bersirkulasi pada alat bor. Sama seperti pada 32, pada sumur 30A konsentrasi klorida, gas H_2S

dan CO₂ juga dipantau selama kegiatan pengeboran berlangsung dari awal sampai akhir (Gambar 4).

Pemeriksaan kandungan klorida dalam fluida yang dihasilkan selama pengeboran sumur panas bumi sangat penting karena beberapa alasan geokimia dan keselamatan. Pertama, klorida merupakan indikator penting untuk menentukan sifat dan asal fluida panas bumi. Kadar klorida yang tinggi dapat menunjukkan bahwa fluida tersebut berasal dari reservoir yang dalam, yang berpotensi memiliki temperatur tinggi dan debit yang besar, serta dapat memberikan informasi tentang interaksi dengan air laut atau kontaminasi (Tala et al., 2020). Keberadaan air klorida juga merupakan indikator kuat keberadaan resevoir panas bumi yang berusaha dijangkau melalui aktivitas pengeboran ini (Henley & Ellis, 1983). Informasi ini berguna untuk menghentikan pengeboran agar tidak lebih dalam lagi karena hampir mencapai reservoir panas bumi.

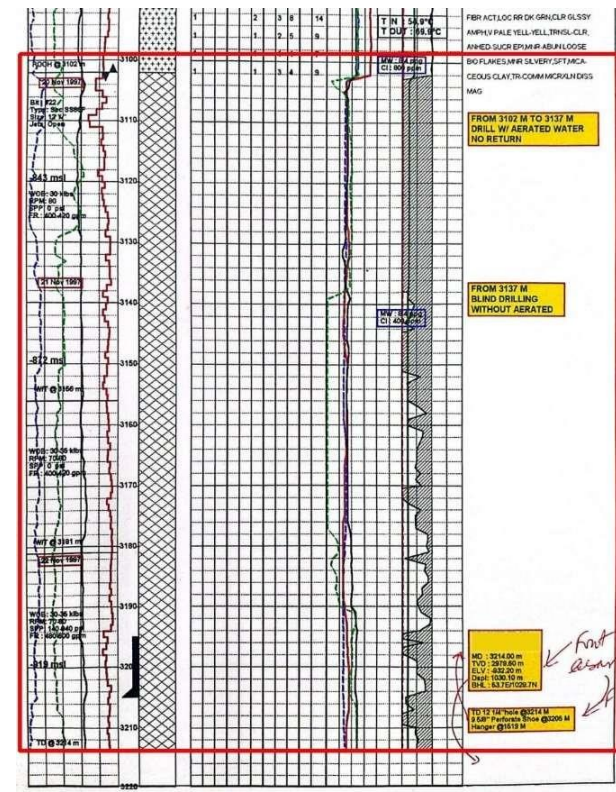


Gambar 4. Pemantauan kandungan klorida pada lumpur pengeboran untuk antisipasi resiko keselamatan dan kerusakan alat

Konsentrasi klorida pada air yang disarankan oleh *World Health Organization* (WHO) adalah 250 mg/L (ppm) (Abd El-Salam & I. Abu-Zuid, 2015). Pelepasan unsur-unsur beracun, seperti klorida dalam konsentrasi tinggi sisa pengeboran sumur panas bumi langsung ke lingkungan, juga dapat menimbulkan risiko polusi. Penelitian di sekitar Lapangan Panas Bumi Cerro Prieto menemukan kenyataan bahwa kualitas air tanah untuk

pertanian memenuhi standar untuk irigasi, tetapi juga terdapat konsentrasi klorida tinggi dalam banyak sampel (Armienta et al., 2014). Penelitian di sekitar Lapangan Panas Bumi Yangyi menunjukkan konsentrasi tinggi di Sungai Luolang pada beberapa unsur *toxic* dari sisa aktivitas sumur panas bumi dan menyoroti perlunya pengelolaan sumber daya air secara cermat, termasuk pemantauan (Guo et al., 2009). Pada kasus Sumur Panas Bumi 32, pemantauan konsentrasi tinggi pada unsur *toxic* klorida pada lumpur pengeboran terpantau sejak aktivitas pengeboran, sehingga bisa diantisipasi kebutuhan upaya tertentu untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan sekitar (Gambar 4).

Kehilangan sirkulasi (*lost circulation*) merupakan tantangan signifikan dalam proses pengeboran, yang terjadi ketika cairan pengeboran terserap ke dalam formasi sekitarnya, sehingga menyebabkan penundaan. Kondisi ini dapat mengakibatkan aliran cairan sumur yang tidak terkendali, meningkatkan risiko teknis serta membahayakan aspek keselamatan dan menambah beban biaya operasi (Magzoub et al., 2020). Rekaman *real time* dari unit *mudlogging* dapat memberi tanda awal signifikan kapan dan pada kedalaman berapa sumur bor mulai terjadi kehilangan sirkulasi sehingga resiko bisa dikurangi seminimal mungkin (Gambar 5). Selain itu, besar volume lumpur pengeboran yang hilang juga dapat diperhitungkan dari data *mudlogging* (Gambar 6).



Gambar 5. Rekaman indikasi *lost circulation* pada Sumur 32

CIRCULATION MONITOR									
UNIT:		WELL:		DATE:					
Time	Depth	T-TANK Bbls	SUM I Bbls	Fill Hole	Equal Lost	PART. LOSS	LOSS BPM	TOTAL LOSS	REMARKS
02:40	272	-	502.3	1.3	2.34	6.34	0.23		
02:52	273	-	507.9	1.65	0.52	3.33	0.83		
03:01	274	-	510.7						transfer
03:01	275	-	516.0	1.65	1.22	1.23	0.88		
03:05	277	-	521.1	1.5	1.82	3.05	0.77		
03:16	278	-	562	1.65	1.65	7.8	1.35		AV 1.5 BPM
03:18	280	-	552.6	1.3	1.65	7.45	1.49		100 RF
03:20	280	-	544.5	-	1.65	7.45	1.49		
03:30	281.2	-	582.3						transf
03:40	282	-	584.4						Spot LEND
03:46	283	-	603.6	1.65	1.82				
03:50	284	-	598.8	1.65	1.82	3.63	0.9		CIRC F/MONITOR
03:58		-	586.6	-	1.82	1.88	0.93		purging LEND
04:07		-	611.6						
04:10		-	608.5						
04:05		-	596.1						filling on
04:11	284	-	588.1						chib 1/2 in
04:16	285	-	584.7	-	1.65	3.25	1.65		
04:20	285.2	-	583.2	1.65	1.82	1.3	0.1		
04:26	286	-	580.8	1.65	1.82	1.7	0.2		
04:30	286	-	579.8	-	1.52	4.8	1.2		
04:35	287	-	577.6	1.65	1.65	1.1	0.23		
04:40	290	-	575	1.95	1.65	-	-		
04:45	291	-	573.8	1.65	1.65	-	-		
04:53	294	-	555.3	1.95	1.04	45.51	1.3		AV 3.4
04:55	295	-	547.1	1.65	1.82	7.29	3.6		
04:58	297	-	539.7	1.3	1.39	5.71	1.9		
05:00		-							DRILL, pump, LEND
05:05	297	-	573.2						
05:10	297	-	465.14	-	1.65	7.45	1.5		SPM-96
05:10		-	570						
05:13		-	468.9			1.69	3.64	1.3	

Gambar 6. Perhitungan lumpur pengeboran yang hilang dari peristiwa *lost circulation*

Pengelolaan Data Pengeboran

Pengumpulan dan perolehan data di unit *mudlogging* merupakan proses integral dalam operasi pengeboran, terutama di lingkungan sumur panas bumi yang berisiko tinggi. Data yang dikumpulkan melalui unit ini bersifat *real-time* selain *lag* dan beragam, termasuk data sensor yang mengukur parameter pengeboran seperti tekanan dan laju penetrasi bor (*Rate of Penetration/RoP*). Beberapa jenis data utama yang diambil melalui sensor-sensor di *rig* pengeboran mencakup:

- Data fluida: Sensor pada unit *mudlogging* dapat mendeteksi gas yang keluar dari lubang pengeboran. Gas ini dianalisis untuk menentukan indikasi hidrokarbon atau tanda-tanda lain yang berguna untuk keselamatan serta untuk mengetahui kondisi formasi geologi yang ditembus.
- Data Tekanan: Sensor tekanan digunakan untuk mengukur tekanan lumpur atau fluida di lubang bor, yang penting untuk memastikan bahwa kondisi *downhole* berada dalam rentang tekanan yang aman. Kenaikan tekanan yang tiba-tiba, misalnya, bisa menjadi indikator dari *kick* atau *inflow* tak terduga yang berpotensi menyebabkan *blowout*.

- Data Suhu: Data temperatur penting karena fluktuasi suhu dapat memberikan indikasi adanya zonasi panas bumi atau perubahan kondisi geologi. Perubahan mendadak dalam suhu dapat mengindikasikan kedekatan dengan reservoir panas bumi. Data pengeboran secara lengkap tersaji pada Gambar 7.

FORMATION EVALUATION LOG									
WELL : 30A									
FROM (m) 14		TO (m) 2588				SCALE: 1/500			
Company : Country : INDONESIA		HOLE SIZES				CASING		Date Spudded : Date Completed :	
Field : UTM X-Coordinate : UTM Y-Coordinate : Ground Elev. (m) : RKB Elevation (m) : Rig Name / Rig Type : LAND RIG		Diameter 36" * 17 1/2" * 12 1/4" *		Depth 14 m 1515 m 2588 m		Diameter 30" * 20" * 9 5/8" Hanger 9 5/8" Shoe		Depth 14 m 1514 m 1408 m 2565 m	
Mudlogging Unit Number :						True Measured Depth (m MD) : True Vertical Depth (m) : Kick Off Point (m) : Admitts : Max. Hole Angle (deg) : Horizontal Displacement (m) : Bottom Hole Location :			
MUD DATA		DRILLING LEGEND		GEOLOGY LEGEND			ENGINEERING LEGEND		
MW Mud Weight	NR New Bit	BB Bit	RR Return Bit	LS Lacustrine Sediment	VC Volcaniclastic	CP Cement Plug			
PV Plastic Viscosity	DB Diamond Bit	DCB Diamond Core Bit	DS Deviation Survey	TA Tuff Ash	LT Litic Tuff	POOH / RH			
YP Yield Point	TB Turb Bit	WB Weight on Bit	WOB Weight on Bit	TR Tuff Breccia	AB Andesite Breccia	DS Deviation survey			
GI Gel Strength	DCB Diamond Core Bit	RPM Rotary Speed	SPM Pump Stroke/min	AN Andesite	DA Dacitic Andesite	CO Core			
pH Acidity/alkalinity	DS Deviation Survey	FR Flow Rate	TR Torque	BA Basaltic Andesite	BI Biotite Andesite	SH Shoe			
WL Water Loss	RPM Rotary Speed	TRO Torque	SPP Standpipe Pressure	DI Diorite / Mic Diorite	C Cement	INF Influx			
CL Chloride	WB Weight on Bit	SPP Standpipe Pressure	PLC Partial Lost Circulation	NO No return		PLOT/C			
Ca Calcium	WOB Weight on Bit	PLC Partial Lost Circulation	TLC Total Lost Circulation			DRILLING			
Sol Solids	RPM Rotary Speed	TLC Total Lost Circulation	PR Peer Returns			GEOLOGIST			
H2O Water	FR Flow Rate	PR Peer Returns	FC Flow Check			CREW			
	TRO Torque	FC Flow Check	TG Trip Gas						
	SPP Standpipe Pressure	TG Trip Gas	CG Connection Gas						
	PLC Partial Lost Circulation	CG Connection Gas	BG Background Gas						
	TLC Total Lost Circulation	BG Background Gas	PG Peak Gas						
	PR Peer Returns	PG Peak Gas	BHT Bottom Hole Temperature						
	FC Flow Check	BHT Bottom Hole Temperature							
	TG Trip Gas								
	CG Connection Gas								
	BG Background Gas								
	PG Peak Gas								
	BHT Bottom Hole Temperature								
	</								

GEOLOGICAL MORNING REPORT SAM

Well Name :	Rig :
Date :	Unit No. :
Report for :	Logging Coordinator :
	Loggers :

CURRENT DRILLING STATUS			
Current depth : 955.0 m (Elev = 1131.2 m asl)	Days since spud :	22	
TVD : 949.9 m	Bit # :	9NB, 10NB	
Meters cut : 55.0 m	Bit hrs (24 hrs) :	16.5 hrs	
Ave ROP : 3.3 m/hr	Present Activity :	M/U BHA	
Max ROP : 7.7 m/hr	Last casing set at :	20" Csg @ 503.5 m	
Min ROP : 1.7 m/hr	Ground Elevation :	2072.09 m	
Horz Displ. : 40.6 m	KB Elevation :	2081.13 m	

BIT NO	TYPE	and SIZE	JETS	DEPTH IN	DEPTH OUT	BIT RUN	HRS
8RRB	VAREL L211	17.5"	22x22x22	506.0	643.0	137.0	30.0
9NB	REED MS 51	17.5"	22x28x28x28	643.0	955.0	312.0	70.0
10NB	REED MS 51A	17.5"	22x22x22x20	955.0			

TEMPS				GAS				Surveys			
Depth(m)	T _{in} °C	T _{out} °C	CI	H2S(ppm)	CO2%	TO%	MD(m)	TVD(m)	Incl(°)	Azith(N-E)	
922.0	54.7	60.3	500	0	0	0	894.0	891.0	13.0	256.3	
945.0	57.1	63.2	500	0	0	0	923.0	919.1	15.4	252.7	
950.0	56.9	63.9	500	0	0	0	938.0	933.5	16.7	252.8	

SUMMARY OF ACTIVITIES

Time (Hrs)	Summary of Activities (Past 24 hrs)
05:00 - 21:30	Drill formation from 900 m to 955 m
21:30 - 22:00	Circulate
22:00 - 04:00	POOH, L/D 35 joints 5"DP, 3 joints 9.5" DC, Monel, Mud Motor, and MWD
04:00 - 05:00	M/U New bit, and BHA
	Cooling Tower ON from 715 m
	Formation loss: - bbls Surface loss: 61 bbls (Surface, SCE)

REMARKS : Cumulative mud loss since spud in hole : 7663 bbls

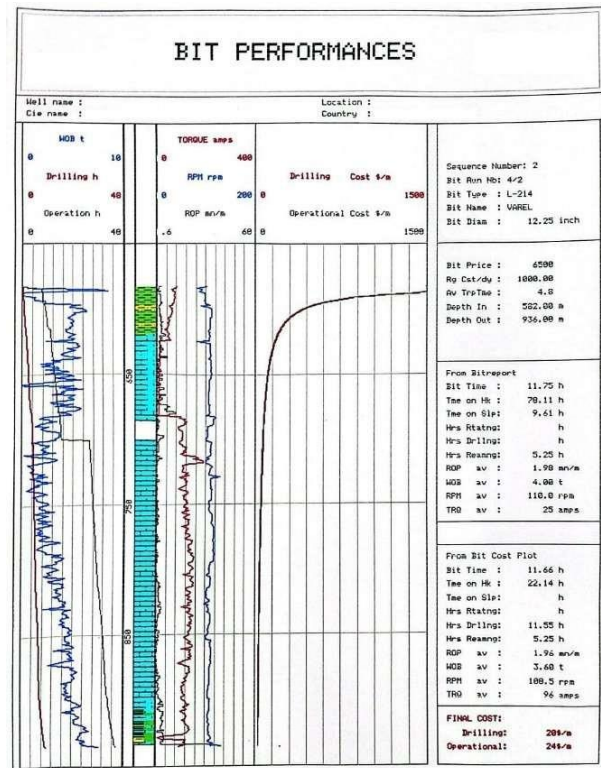
Gambar 8. Jenis data pengeboran lain yang diperoleh dari pihak lain selain *mudlogging* unit

Manajemen data *mudlogging* melibatkan beberapa langkah penting untuk memastikan data yang akurat dan *real-time* selama operasi pengeboran meliputi beberapa kegiatan utama yaitu: pengumpulan, pemantauan *real-time*, pengolahan, komunikasi dan perekaman data (Smith, 2021). Pada penelitian kasus 2 Sumur Panas Bumi 30A dan 32, data pengeboran dikomunikasikan kepada tim pengeboran dan insinyur data untuk memastikan semua pihak memiliki informasi yang diperlukan untuk operasi yang aman dan efisien melalui beberapa monitor yang terpasang di beberapa tempat penting, seperti *rig floor*, lokasi *driller*, ruang *company man* selain di unit *mudlogging* itu sendiri.

Salah satu fungsi utama dalam pengeboran adalah memastikan kinerja optimal *bit* atau mata bor. *Bit* yang bekerja baik dapat meningkatkan laju pengeboran, mengurangi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai kendala dan meminimalkan keausan sehingga memperpanjang umur pakai *bit* serta mengurangi biaya operasional. Kinerja *bit* yang optimal juga membantu mengatasi tantangan di formasi keras seperti batuan granit yang sering dijumpai di lapangan panas bumi, sehingga mengurangi potensi kerugian dan meningkatkan produktivitas pengeboran (Dupriest & Noynaert, 2022).

Pengelolaan kinerja *bit* yang efektif memungkinkan tim pengeboran untuk mengatasi kendala teknis yang muncul, meningkatkan efisiensi keseluruhan dan mempertahankan keselamatan operasional. Informasi yang rinci mengenai kinerja bit dan parameter pengeboran lainnya mendukung pengambilan keputusan,

memungkinkan pemilihan atau penggantian bit terbaik untuk karakteristik formasi di lapangan panas bumi tertentu (Gambar 9).



Gambar 9. Bit performance

Implementasi K3L (Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan)

Peristiwa *lost circulation* (kehilangan lumpur pengeboran ke dalam formasi) dan tingginya konsentrasi klorida dalam aktivitas pengeboran sumur panas bumi adalah tantangan teknis yang berpotensi menimbulkan risiko terhadap keselamatan pekerja, lingkungan dan keberlanjutan operasi. Implementasi K3L yang dilakukan *mudlogging geologist* untuk mengelola risiko ini secara efektif dengan langkah-langkah berikut:

- Terkait dengan keselamatan kerja, detektor gas berbahaya dipasang di area kerja oleh *mudlogging geologist*, terutama di *shale shaker* dan terbaca di beberapa area penting, sehingga pekerja akan cepat mendeteksi dan antisipasi keberadaan gas berbahaya dalam konsentrasi tinggi. Konsentrasi tinggi fluida klorida juga akan cepat terdeteksi dari pembacaan data *real time* (Gambar 4) untuk upaya perlindungan pekerja.
- Terkait dengan kesehatan kerja, kejadian *lost circulation* dapat berlangsung dalam jangka waktu lama yang menyebabkan kelelahan dan risiko operasi lain pada pekerja. Untuk mencegah kelelahan kerja yang berlebihan, jadwal kerja *mudlogging geologist* diatur. Pada kasus

konsentrasi tinggi klorida yang dapat menyebabkan iritasi pada kulit atau saluran pernapasan. Protokol penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti sarung tangan tahan bahan kimia dan pelindung wajah diterapkan secara ketat pada setiap *mudlogging geologist*.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengidentifikasi peran krusial *mudlogging geologist* dalam pengawasan dan pengelolaan data pengeboran sumur panas bumi, khususnya pada sumur 30A dan 32. *Mudlogging geologist* bertindak sebagai pengawas *real-time* dengan memantau parameter penting seperti tekanan formasi, suhu dan karakteristik litologi, yang memungkinkan deteksi dini potensi masalah. Selain itu, analisis data yang dilakukan oleh *mudlogging geologist* sangat penting untuk memberikan interpretasi akurat mengenai kondisi geologi dan risiko yang ada. Kontribusinya dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan pengeboran sangat signifikan, karena dengan pemantauan dan analisis terus-menerus, potensi masalah dapat teridentifikasi lebih awal, sehingga tindakan pencegahan dapat diambil. Implementasi K3L dan etika profesi juga berperan dalam meningkatkan efisiensi dan keselamatan kegiatan pengeboran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (UNDIP), serta Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) atas dukungan yang diberikan selama proses penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Salam, M. M., & I. Abu-Zuid, G. (2015). Impact of landfill leachate on the groundwater quality: A case study in Egypt. *Journal of Advanced Research*, 6(4), 579–586. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jare.2014.02.003>
- Aboulrous, A. A., Mahmoud, T., Alsabagh, A. M., & Abdou, M. I. (2016). Application of Natural Polymers in Engineering. In O. Olatunji (Ed.), *Natural Polymers: Industry Techniques and Applications* (pp. 185–218). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26414-1_7
- Allahvirdizadeh, P. (2020). A review on geothermal wells: Well integrity issues. *Journal of Cleaner Production*, 275, 124009. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124009>
- Armienta, M. A., Rodríguez, R., Cenicerros, N., Cruz, O., Aguayo, A., Morales, P., & Cienfuegos, E. (2014). Groundwater quality and geothermal energy. The case of Cerro Prieto Geothermal Field, México. *Renewable Energy*, 63, 236–254. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.09.018>
- Dashti, J., Al-Awadi, M., Al-Ajmi, B., Rao, S. S., Shoeibi, A., Estarabadi, J., Ferroni, G., & Nadiminti, A. (2016). *Use of Advanced Mud Gas Chromatography for Reservoir Quality Prediction While Drilling*. <https://doi.org/10.2523/iptc-18624-ms>
- Dupriest, F., & Noynaert, S. (2022). Drilling Practices and Workflows for Geothermal Operations. *SPE - International Association of Drilling Contractors Drilling Conference Proceedings, 2022-March*. <https://doi.org/10.2118/208798-MS>
- Guo, Q., Wang, Y., & Liu, W. (2009). Hydrogeochemistry and environmental impact of geothermal waters from Yangyi of Tibet, China. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 180(1), 9–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2008.11.034>
- Han, D., Nguyen, P., Le, C., Nguyen, K. H., Nguyen, L. H., & Chu, P. T. (2010). Using mudlogging data to prevent drilling problem when approaching granite basement of CuuLong Basin. *Society of Petroleum Engineers - IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference 2010*, 467 – 482. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79953078198&partnerID=40&md5=756e1af736233155583cc3f0051b71df>
- Henley, R. W., & Ellis, A. J. (1983). Geothermal systems ancient and modern: a geochemical review. *Earth-Science Reviews*, 19(1), 1–50. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0012-8252\(83\)90075-2](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0012-8252(83)90075-2)
- Jarzyna, J., Baudzis, S., Janowski, M., & Puskarczyk, E. (2021). Geothermal Resources Recognition and Characterization on the Basis of Well Logging and Petrophysical Laboratory Data, Polish Case Studies. In *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en14040850>
- Khalid, H. (2018). *7 APD Wajib di Industri Migas - Petro Training Asia*. <https://petrotrainingasia.com/7-apd-wajib-di-industri-migas/>
- Kiran, R., Teodoriu, C., Dadmohammadi, Y., Nygaard, R., Wood, D., Mokhtari, M., & Salehi, S. (2017). Identification and evaluation of well integrity and causes of failure of well integrity barriers (A review). *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 45, 511–526. <https://doi.org/10.1016/j.jngse.2017.05.009>
- Lu, D., & Guo, J. (2005). Calculating static formation temperature by use of the data on mudlogging

- while drilling. *Tianranqi Gongye/Natural Gas Industry*, 25(2), 81–83+12. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-14744271853&partnerID=40&md5=0f48fc6f865b61ef1286f5a5b7d25005>
- Magzoub, M. I., Salehi, S., Hussein, I. A., & Nasser, M. S. (2020). Loss circulation in drilling and well construction: The significance of applications of crosslinked polymers in wellbore strengthening: A review. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 185, 106653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.petrol.2019.106653>
- Priyono, I. (2022). *Site Visit Mud Logging PT. ESI*. <https://universitaspertamina.ac.id/berita/detail/site-visit-mud-logging-pt-esi>
- PT. Amarta Multi Sinergy. (2019, December 21). *Proyek Mud Logging Services dan Penyediaan Jasa Pekerjaan Pengamanan 21 Desember 2019*. PT. Amarta Multi Sinergy. <https://www.ijintender.co.id/artikel/proyek-mud-logging-services-dan-penyediaan-jasa-pekerjaan-pengamanan-21-desember-2019>
- Report, S., Finger, J. T., & Blankenship, D. A. (2010). *Handbook of Best Practices for Geothermal Drilling*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:130030567>
- Smith, E. (2021). Implementing Remote Mudlogging Solutions to Support a Deepwater Project in the Caribbean: A De-Manning Case Study. *SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference, MEOS, Proceedings, 2021-November*. <https://doi.org/10.2118/204654-MS>
- Stratagraph, Inc. (2024). *Oklahoma Mudlogging-TDS*. <https://stratagraph.com/tds-oklahoma-mudlogging/>
- Tala, W. S., Haryanto, A. D., Hutabarat, J., & Gentana, D. (2020). Karakteristik Geokimia Air Panas dan Perkiraan Temperatur Bawah Permukaan Panas Bumi Daerah Oma dan Tulehu Kabupaten Maluku Tengah. *Geoscience Journal*, 4(4), 338–348. <http://jurnal.unpad.ac.id/geoscience/article/download/32173/15002>
- Tomasini-Montenegro, C., Santoyo-Castelazo, E., Gujba, H., Romero, R. J., & Santoyo, E. (2017). Life Cycle Assessment of Geothermal Power Generation Technologies: An Updated Review. *Applied Thermal Engineering*, 114, 1119–1136. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.074>
- Vilca, G. (2019, June 9). *Mud Logger taking samples from the drill bit and BHA for PetroTal project in Peru*. Geolog.Com. https://x.com/_geolog/status/1137684921718333440