

SISTEM HIDROLOK ALAT JUMBO DRILL UNDERGROUND DI PT. NUSA HALMAHERA MINERALS

Farhan Samsudin, Harto Tanujaya, Steven Darmawan

Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

Email: farhan.515180024@stu.untar.ac.id, hartotan@ft.untar.ac.id,

stevend@ft.untar.ac.id

Abstrak

Bor jumbo adalah alat yang digunakan untuk pengeboran di tambang bawah tanah untuk memasang rockbolt, hollowbar, baut kabel dan untuk lubang peledakan. Sistem hidrolik adalah sistem penerusan daya dengan menggunakan cairan cair. Hidrolik memiliki peran penting dalam dunia industri karena memiliki banyak manfaat untuk memudahkan pekerjaan berat, sistem hidrolik sering digunakan pada alat berat karena memiliki kekuatan yang kuat dengan sistem yang sederhana. Komponen hidrolik meliputi reservoir hidrolik, cairan hidrolik, pompa hidrolik, selang, dan katup. Pompa yang digunakan pada alat bor jumbo adalah pompa perpindahan variabel yang memiliki ruang pompa dengan volume bervariasi. Pengamatan pengumpulan data dilakukan di PT. Nusa Halmahera Mineral yang berlokasi di Maluku Utara, pengumpulan data dilakukan di bagian pemeliharaan bawah tanah dengan benda-benda peralatan bor jumbo yang digunakan untuk beroperasi di tambang bawah tanah kencana. Diagram hidrolik menunjukkan bagaimana fluida mengalir di jalurnya mulai dari reservoir, filter, katup, pilot kontrol, hingga gaya yang dihasilkan. Daya motor rata-rata yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 15,24 kw.

Kata kunci: Kata kunci: Bor Jumbo, Hidrolik, Bagan Hidrolik, Motor Listrik

Abstract

Jumbo drill is a tool used for drilling in underground mines to install rockbolts, hollowbars, cable bolts and for blasting holes. A hydraulic system is a power forwarding system by means of liquid fluid. Hydraulic has an important role in the industrial world because it has many benefits to facilitate heavy work, hydraulic systems are often used on heavy equipment because they have strong strength with simple systems. Hydraulic components include hydraulic reservoirs, hydraulic fluids, hydraulic pumps, hoses, and valves. The pump used in the jumbo drill tool is a

How to cite:	Farhan Samsudin, Harto Tanujaya, Steven Darmawan (2023), Sistem Hidrolok Alat Jumbo Drill Underground di PT. Nusa Halmahera Minerals, Vol. 8, No. 4, Maret 2023, http://Dx.Doi.Org/10.36418/Syntax-Literate.v8i4.11638
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

Variable displacement pump that has a pump room of varying volumes, Data collection observations are carried out in PT. Nusa Halmahera Minerals, located in north Maluku, data collection was carried out in the underground maintenance department with jumbo drill equipment objects used to operate in the kencana underground mine. The hydraulic diagram shows how the fluid flows in its path starting from the reservoir, filter, valve, control pilot, to the force generated. The average motor power needed in this study was 15.24 kw.

Keywords: Keyword: *Jumbo Drill, Hydraulic, Hydraulic Chart, Power Motor*

Pendahuluan

Sistem hidrolik adalah sistem penerusan daya dengan menggunakan fluida cair (Choliq & Mahmudi, 2021). Hidrolik memiliki peran penting dalam dunia industri karena memiliki banyak manfaat untuk memudahkan pekerjaan berat (Bhirawa, 2021). Sistem hidrolik sering digunakan pada alat berat karena memiliki kekuatan yang kuat dengan sistem sederhana oleh karena itu hidrolik selalu dimanfaatkan untuk keberlangsungan pekerjaan berat maupun ringan untuk memudahkan manusia untuk bekerja (Akbar, 2019). Salah satu contoh pengaplikasian hidrolik adalah pada alat jumbo drill yang digunakan untuk proses tambang bawah tanah (Ferananda et al., 2017).

Jumbo drill adalah alat yang digunakan untuk pengeboran di tambang bawah tanah untuk memasang rockbolt, hollowbar, cable bolt dan untuk lubang peledakan (Kim et al., 2001). Peran penting jumbo drill sangat dibutuhkan untuk keberlangsungan penambangan bawah tanah karena berfungsi untuk memasang ground support dan lubang untuk bahan peledak, jumbo drill didukung oleh sistem hidrolik yang mempuni dan canggih agar tangguh dan kuat pada saat digunakan (Bhirawa, 2021). jumbo drill memiliki dua boom yaitu boom kanan dan kiri yang digerakan menggunakan full sistem hidrolik dengan motor penggerak berdaya 1000 Volt pada setiap boom (Frenelus et al., 2022).

PT. Nusa Halmahera Minerals merupakan pertambangan emas yang berdiri dari tahun 1997 oleh Newcrest perusahaan dari australia hingga sekarang dimiliki oleh PT. Indotan Bangkit, PT. Nusa Halmahera Minerals memiliki dua tambang underground yaitu underground kencana dan underground toguraci kemudian memiliki dua tambang terbuka yang bernama salut dan gosowong north. Tambang bawah tanah memiliki resiko dan bahaya yang tinggi maka dari itu dibutuhkan sistem penyanggaan yang kokoh dan kuat sesuai dengan standar yang diberikan oleh Geotek (Novaryan et al., 2021). Ground support memiliki peran penting untuk keberlangsungan penambangan bawah tanah agar memiliki nilai bahaya dan resiko yang berkurang karena ground support yang kuat dan kokoh, ground support terdiri dari shotcrete, mesh, rockbolt, hollowbar, cable bolt (Potvin et al., 2010). Alat jumbo drill berperan sangat penting karena berfungsi untuk memasang ground support yang sudah disesuaikan oleh pihak Geotek (Wang et al., 2020).

Metode Penelitian

Pada penelitian ini yang berjudul “Sistem Hidrolik Alat Jumbo Drill Di PT. Nusa Halmahera Minerals” Pengumpulan data dilakukan menggunakan data primer yang bersumber dari penelitian eksperimental serta melihat dari berbagai sumber dari jurnal penelitian yang sesuai dengan tema yang dibahas dan juga buku yang memiliki pembahasan sesuai dengan penelitian (Agusta, 2003).

Tabel 1
Jadwal Pelaksanaan Penelitian






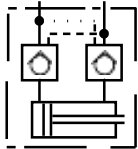

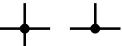
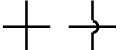


No.	Jenis Kegiatan	Waktu Pelaksanaan															
		Agustus			Septemb er		Oktober			Novemb er			Januar				
		12	3	4	12	34	12	3	4	12	3	4	1	2	3	4	5
I. PERSIAPAN																	
1.	Studi Literatur																
2.	Penyusunan Proposal																
3.	Konsultasi Pembimbing																
4.	Pengumpulan Proposal																
5.	Seminar Proposal																
6.	Perbaikan Proposal																
II. PELAKSANAAN																	
7.	Konsultasi Pembimbing																
8.	Pengumpulan Data																
9.	Pelaksanaan Penelitian																
10.	Pengumpulan Data Lapangan																
11.	Pengolahan data																
12.	Evaluasi Skripsi																
13.	Penulisan Skripsi																

Observasi pengumpulan data dilakukan di PT. Nusa Halmahera Minerals, yang berlokasi di Maluku utara, pengumpulan data dilakukan di department maintenance underground dengan objek alat jumbo drill yang digunakan beroperasi di tambang underground kencana. Peneliti memerlukan data perusahaan untuk mengolah dan meneliti sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan peneliti. Dalam melakukan penelitian memerlukan studi pustaka untuk mendapatkan informasi dari jurnal dan makalah ilmiah sebagai referensi penulisan serta referensi penelitian (Hasanah, 2017).

Hasil dan Pembahasan

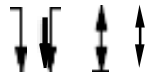
Sistem Hidrolik


Simbol hidrolik berfungsi untuk menandai setiap komponen pada diagram maupun pada alat untuk memudahkan cara pembacaan diagram hidrolik dan pengenalan pada setiap komponen pada alat, berikut merupakan simbol – simbol hidrolik (Dewanto & Irmawati, 2013) :

	<i>Working line (pressure, suction, return dan feed line)</i>
	<i>Pilot control line</i>
	<i>Drain atau bleed line</i>
	<i>Electric line</i>
	<i>Flexible line</i>
	<i>Dotted line surrounds the components which are assembled in one unit</i>
	<i>Shaft, lever, rod, piston rod</i>
	<i>pipeline junction</i>
	<i>crossed pipelines</i>
	<i>Direction of flow in hydraulics (oil flow in pumps)</i>
	<i>Direction of flow in pneumatics (air flow in compressors)</i>


 *Direction*

 *Direction of rotation*


 *Path and direction of flow through valves.
Small perpendicular line describes movement of the arrow.*


 *Indication of the possibility of regulation*


 *Spring*

 *Adjustable spring*


Pumps And Compressors :

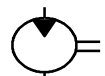
 *Fixed capacity hydraulic pump with one flow direction*

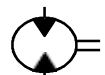
 *Fixed capacity hydraulic pump with two flow directions*

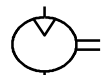
 *Compressor*

Motors :

 *Electric motor*

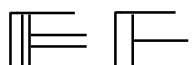
 *Fixed capacity hydraulic motor with one flow direction*

 *Fixed capacity hydraulic motor with two flow directions*

 *Fixed capacity pneumatic motor with one flow direction*

 *Oscillating motor*

Cylinders :

 *Single-acting cylinder*





Single-acting cylinder returned by spring

Double-acting cylinder

Cylinder with plunger

Control Methods :

Mascular control



General symbol

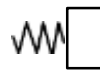


By lever

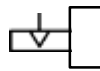


By pedal

Mechanical control



By spring



Detent

Control by pressure

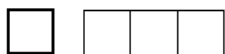


Indirect control



Direct control (internal path)

Valves :

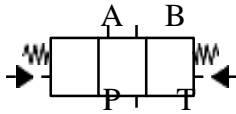


Valve is a square or a row of squares in which every square shows one operating position of the valve.

Directional Control Valve :

Valves which open or close one or more flow paths (e.g. boom controls)

Directional control valve is a row of squares in which the lines are connected to the square representing the basic position.



Port markings on the directional control valves:

P = pressure from pump

T = tank

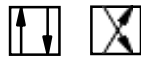
A, B, C... = work lines

X, Y, Z... = pilot pressure lines

One flow path



Two flow paths



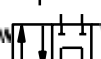
One flow path (two ports closed)



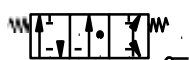
Two flow paths (one port closed)



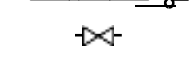
3/2 control valve, pilot control in both directions



4/3 control valve, controlled by lever, spring-centered



6/3 control valve (mobile control valve)



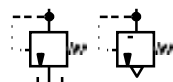
Shut-off valve



Pressure Control Valve:

Pressure relief valve (safety valve)

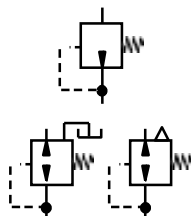
Inlet pressure is controlled by opening the exhaust port to the reservoir or to the atmosphere against the opposing force. (Hydraulic valve on the left and pneumatic on the right)



Pressure reducing valve (pressure regulator)

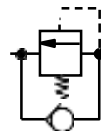
The unit which with a variable inlet pressure gives substantially constant output pressure provided that the inlet pressure remains higher than the required outlet pressure.

Without relief port



With relief port

Overcenter Valve



The valve allows free flow in one direction. Flow is possible in the opposite direction provided that an external pilot pressure opens the valve or the force caused by inlet pressure exceed the spring force.

Non-return Valve :

Valves which allow flow in one direction only

Non-return valve

Opens by small pressure difference between inlet and outlet.

Opens by significant pressure difference against spring

Pilot-controlled non-return valve

Pilot pressure opens the valve.

One-way restrictor

Unit allows free flow in one direction but restricted flow in the other. Restricted flow is adjustable. (E.g. for controlling the speed of cylinder movement.)

Shuttle valve

The inlet port connected to the higher pressure is automatically connected to the outlet port while the other inlet port is closed.

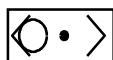


Diagram Sistem Hidrolik

Diagram hidrolik menunjukkan bagaimana fluida mengalir pada jalurnya dimulai dari reservoir, filter, valve, control pilot, hingga gaya yang dihasilkan. Berikut merupakan diagram sistem hidrolik pada alat jumbo drill (Kim et al., 2001).

Diagram Hidrolik Feed

Tekanan feed ditentukan oleh katup-katup (20 + 216) atau katup 25 tergantung katup mana yang memiliki nilai set yang lebih rendah. Katup (216) bisa diatur dari panel THC (kira-kira + 20 bar). Pengaturan hanya mempengaruhi tekanan feed tanpa menghiraukan tekanan perkusi. Katup (20) bisa juga diatur dari panel THC dan akan mempengaruhi juga tekanan feed tapi pada saat yang sama juga mempengaruhi tekanan perkusi. Ketika tuas kontrol dari katup kontrol pilot feed (31) dikunci dalam posisi belakang (back position) (feed ke depan), tekanan kontrol pilot akan mampu mempengaruhi jaringan kontrol dari katup pengarah feed (23) melalui katup anti-jamming (34) dan katup shuttle (36). Sebagai tambahan, tekanan pilot mempengaruhi katup selektor jaringan LS feed (29) melalui katup-katup shuttle (35) dan (224), ke katup selektor tekanan perkusi (5) melalui katup shuttle (16). Tekanan pilot mempengaruhi juga katup pengarah melalui katup shuttle (35) dan (224). Minyak yang dipompa oleh pompa pemindahan variabel (1) mengalir melalui

katup tak balik (116), filter tekanan (112) dan orifis (225) ke katup anti-jamming dari kontrol pembilasan (206) dan port P1 dari kontrol blok pengeboran. Dari sana minyak terus mengalir melalui kompensator tekanan jaringan feed (22) ke gulungan kontrol katup pengarah feed (23) dan dari sana ke jaringan feed A katup pelepas tekanan maksimum (25) dan melalui konektor A ke silinder feed (28). Dari katup pengarah feed (23) minyak mengalir juga ke rumah pegas (spring housing) dari kompensator tekanan jaringan feed (22) dan melalui katup shuttle (26) dan katup selektor jaringan LS feed (29) ke katup pengatur tekanan feed (20) dan katup deviasi feed (216). Sesudah katup shuttle (26)

Gambar 2
Diagram Feed

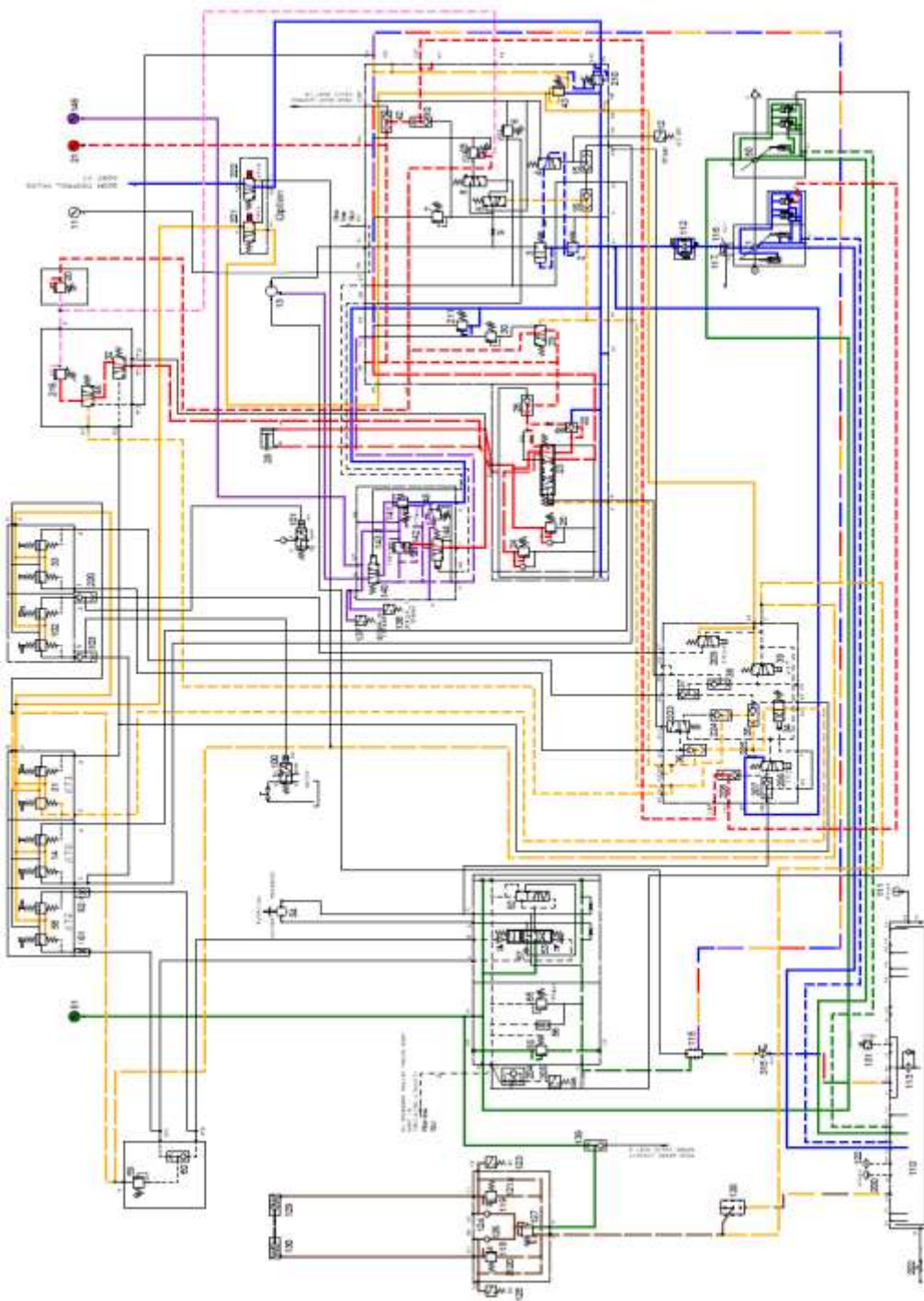


Diagram *Percussion*

Ketika katup kontrol pilot perkusi (14) dikunci dalam posisi belakang (back position), tekanan kontrol pilot mampu mempengaruhi katup selektor feed ke depan cepat (223) dan juga katup kontrol air (100) melalui katup shuttle (103), dan menghidupkan pembilasan air. Tekanan kontrol pilot juga mengaktifkan saklar tekanan (12) dari operating hour meter dan SLU on/off (pelumasan rock drill's shank mulai), dan mempengaruhi katup selektor perkusi (4) melalui katup shuttle (15). Katup selektor perkusi (4) membuka katup utama perkusi (3), dan output pompa pemindahan variabel melalui katup tak balik (116), filter tekanan (112), kompensator (2), dan katup utama perkusi (3) ke mekanisme perkusi (13). Sebagai tambahan, tekanan sirkuit perkusi mencapai katup pelepas tekanan (5) untuk perkusi setengah daya, melewati orifis (9) dan katup selektor tekanan perkusi (5). Setelah orifis (9), tekanan juga mempengaruhi kompensator tekanan (2), katup pelepas tekanan maksimum perkusi (7), katup rattling on/off (8), katup monitoring (18), dan mencapai jaringan penginderaan beban (load-sensing) dari pompa pemindahan variabel (1) melalui katup-katup shuttle (10) dan (208). Tekanan juga mempengaruhi katup pelepas tekanan utama (211) dan katup pelepas/penurun tekanan dari sirkuit booom (210). Tekanan sesudah katup utama perkusi (3) juga mempengaruhi ukuran tekanan perkusi (11). Tekanan sesudah filter tekanan (12) juga mempengaruhi katup anti-jamming dari pembilasan (206) melalui orifis (225). Aliran balik dari pengebor batu (13) melewati collecting piece (115), pendingin (315), dan filter minyak kembali (113) ke tangki minyak hidrolik (110). Kebocoran minyak dari katup kontrol pilot perkusi (14) diarahkan pertama-tama ke collecting piece (135) dan dari sana ke tangki minyak hidrolik (110). Saat menggunakan pengebor batu dengan stabilizer, minyak mengalir juga dari sambungan P2 blok kontrol pengeboran ke sambungan P dari blok kontrol stabilizer. Dari sana minyak mengalir ke katup penurun tekanan (145) dan katup pelepas/penurun tekanan (141). Dari sana minyak terus mengalir ke katup kontrol pengarah (140) dan stabilizer pengebor batu. Minyak juga mempengaruhi katup monitoring (142), katup kontrol pengarah (144), saklar-saklar tekanan (137) dan (138) dan ukuran tekanan (146).

Gambar 2
Diagram Percussion

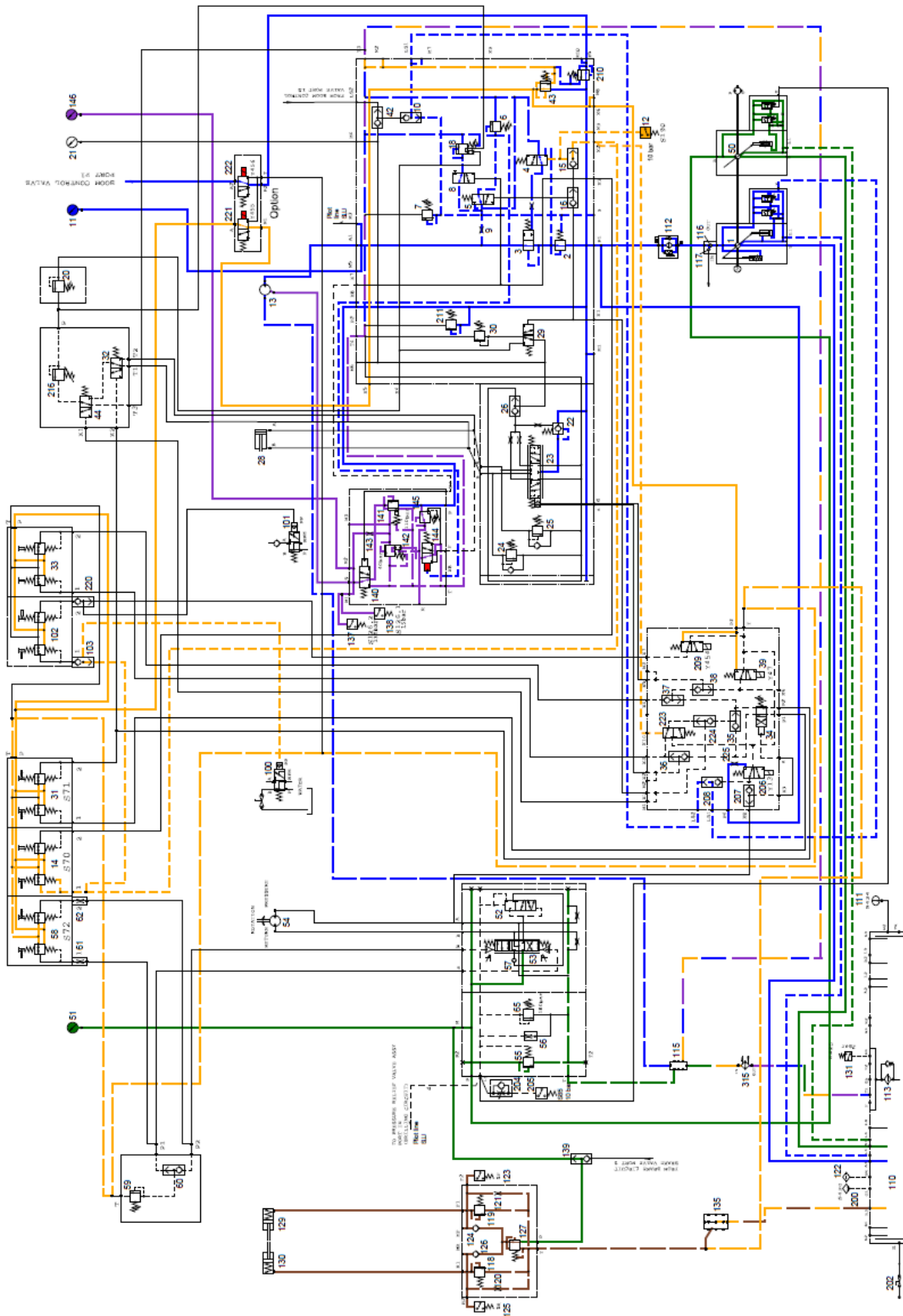
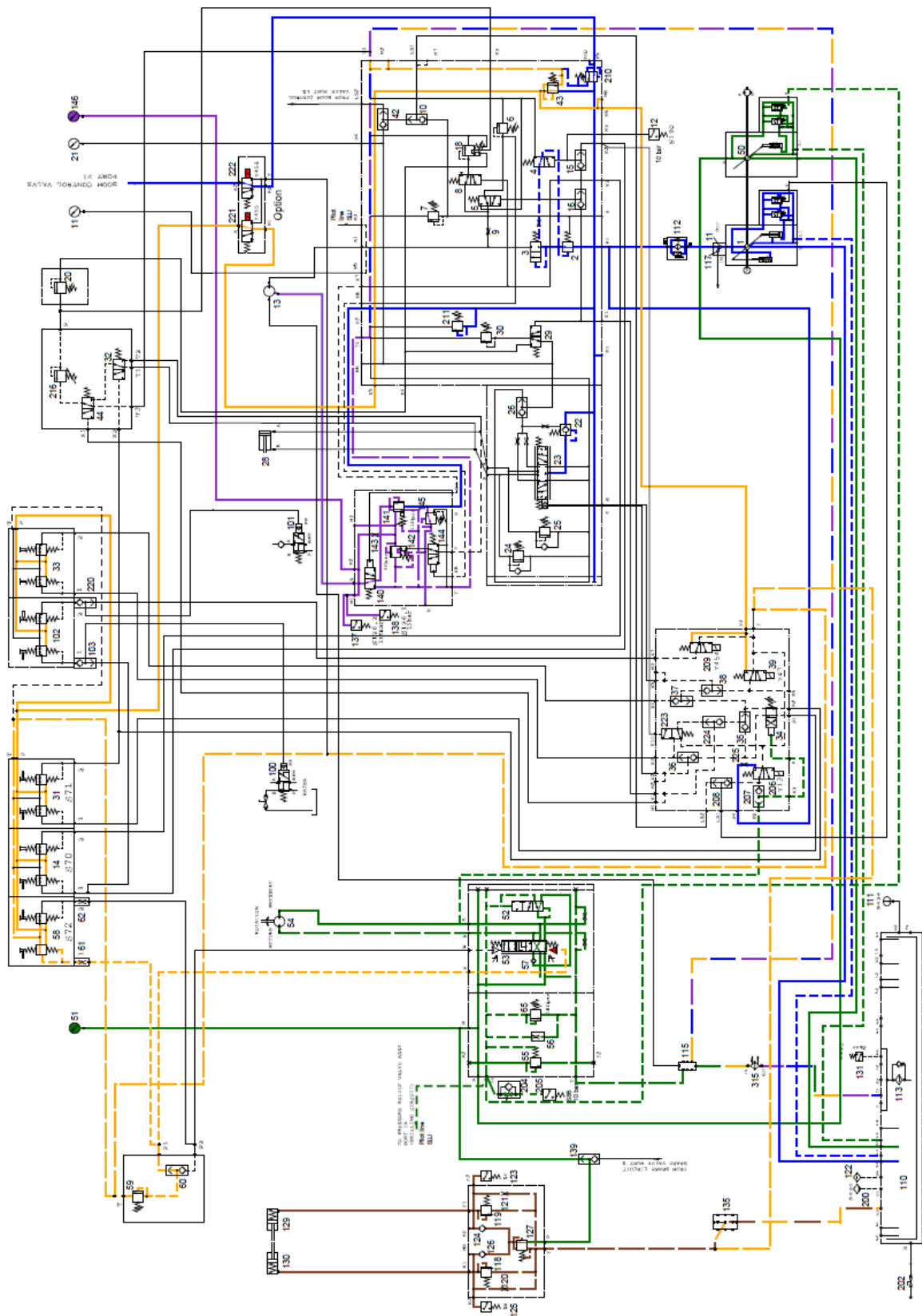


Diagram *Rotation*

Ketika tuas kontrol katup kontrol pilot rotasi (58) dikunci dalam posisi belakang (back position) (rotasi berlawanan arah jarum jam), tekanan pilot akan mampu mempengaruhi port katup pengarah rotasi (53) dan ke port P1 katup pengatur kecepatan rotasi (59). Minyak yang dipompa oleh pompa pemindahan variabel (50) sekarang mengalir ke port P katup pengarah rotasi (53). Dari sana minyak mengalir melalui katup pengarah rotasi (53), kompensator tekanan (53), katup tak balik (57), kembali melalui katup pengarah rotasi (53) ke motor rotasi pengeboran batu (54). Minyak mengalir juga dari port P ke katup pengatur (55) dan ukuran tekanan rotasi (rotation pressure gauge) (51). Melalui kompensator tekanan (52), minyak mengalir ke dalam jaringan LS katup pengarah rotasi (53). Minyak mengalir juga ke katup pelepas tekanan LS (65), ke katup pengatur (55) dan ke port X pengatur aliran dari pompa pemindahan variabel (50). Dalam situasi ini, pengatur aliran pompa pemindahan variabel (50) diaktifkan dan pompa itu akan mencoba untuk menjaga tekanan dalam jaringan tekanan utama P selalu pada 20 – 23 bar (tergantung pada pengaturan) lebih tinggi dari tekanan jaringan LS (= tekanan beban) menghasilkan perbedaan tekanan yang konstan pada katup pengarah rotasi (53). Hal ini berarti juga rotasi konstan aliran minyak ke motor rotasi diatur oleh katup pengatur (59). Fungsi pengatur aliran (56) adalah untuk melepaskan beban jaringan LS setelah menghentikan gerakan dan menempatkan gulungan utama (main spool) di tengah-tengah. Pengatur aliran (56) adalah katup pengontrol aliran yang dikompensasi tekanan kecil dengan aliran kira-kira 1 liter/menit. Tekanan LS juga mencapai saklar tekanan on/off SLU (205) dan pelumasan rock drill's shank dimulai. Aliran kembali dari motor rotasi (54) melalui katup pengatur rotasi (53), collecting piece (115), pendingin (315), dan filter minyak kembali (113), dan berakhir dalam ruangan bertekanan dari tangki minyak (110). Kebocoran minyak dari katup kontrol pilot rotasi (58) dan katup pengatur kecepatan rotasi (59) pertama-tama akan diarahkan ke collecting piece (135) dan dari sana menuju ke unpressurized chamber dari tangki minyak (110). Minyak mengalir juga dari sambungan M katup pengarah rotasi (53) melalui katup shuttle (139) ke sambungan P dari blok kontrol return automatics. Dari sana minyak mengalir melalui katup pelepas dan penurun tekanan (127) dan check valve (124) ke saklar tekanan (123), ke katup pelepas tekanan (119) dan ke silinder impuls depan (129), melalui check valve (126) ke saklar tekanan (125), ke katup pelepas tekanan (118) dan ke silinder impuls belakang (130). Minyak mengalir juga melalui orifis (121) dan (120) ke pengumpul minyak (135). Dari sana minyak mengalir ke unpressurized chamber tangki minyak (110). Saat menggunakan pengebor batu dengan stabilizer, minyak mengalir juga dari sambungan P2 blok kontrol pengeboran ke sambungan P dari blok kontrol stabilizer. Dari sana minyak mengalir ke katup penurun tekanan (145) dan katup pelepas/penurun tekanan (141). Dari sana minyak terus mengalir ke katup kontrol pengarah (140) dan stabilizer pengebor batu. Minyak juga mempengaruhi katup monitoring (142), katup kontrol pengarah (144), saklar-saklar tekanan (137) dan (138) dan ukuran tekanan (146).

Gambar 3
Diagram Rotation



Flow Pompa

Dari hasil pengumpulan data aktual yang diambil pada empat lokasi berbeda dengan dua tipe batuan dengan kekerasan yang berbeda, peneliti mendapatkan hasil pengeboran sebagai berikut (Munggaran, 2016).

Tabel 1 Data Pengeboran

Type Batuan	Steel (m)	Percussion (bar)	Feed (bar)	Rotation (bar)	Air (bar)	Time	Flow (Lpm)
Type 3	2,4	180	90	100	9	1,02	9
Type 3	2,4	180	100	110	9	1,10	11
Type 3	3,0	180	90	120	9	2,20	21,6
Type 3	3,0	180	90	100	9	2,16	18
Type 3	3,0	180	90	120	10	2,45	26,46
Type 4	2,4	180	90	100	9	58	8
Type 4	2,4	180	100	90	9	47	7
Type 4	2,4	180	100	100	9	55	9
Type 4	3,0	180	90	70	9	1,20	6,4
Type 4	3,0	180	90	80	9	1,35	7,6
Pasta	3,7	180	100	60	10	37,42	3,5
Pasta	3,7	180	100	50	10	42,80	4,2
Pasta	3,7	150	120	60	10	40,34	5,2
Pasta	3,7	160	100	70	10	45	6

Power Motor

Power motor liter dari hasil penelitian yang didapatkan hasil sebagai berikut (Larasati & Yulianti, 2020).

Hasil perhitungan :

Flow pompa dengan 9 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{9 \times 1500}{1000} = 13,5 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 11 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{11 \times 1500}{1000} = 16,5 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 21,6 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{21,6 \times 1500}{1000} = 32,4 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 18 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{18 \times 1500}{1000} = 27 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 26,46 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{26,46 \times 1500}{1000} = 36,64 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 8 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{8 \times 1500}{1000} = 12 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 7 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{7 \times 1500}{1000} = 10,5 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 6,4 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{6,4 \times 1500}{1000} = 9,6 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 7,6 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{7,6 \times 1500}{1000} = 11,4 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 3,5 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{3,5 \times 1500}{1000} = 5,25 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 4,2 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{4,2 \times 1500}{1000} = 6,3 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 5,2 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{5,2 \times 1500}{1000} = 7,8 \text{ kw}$$

Flow pompa dengan 6 lpm membutuhkan power motor sebagai berikut.

$$P = \frac{6 \times 1500}{1000} = 9 \text{ kw}$$

Rata rata power motor yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah 15,24 kw

Kesimpulan

Berdasarkan debit fluida pada proses *drilling*, rata-rata *power motor* yang digunakan adalah sebesar 15,24 kw. Terdapat perbedaan hasil antara data aktual dan spesifikasi pabrik mengenai debit fluida. Dalam spesifikasi pabrik debit fluida yang digunakan adalah sebesar 4-8 liter per menit. Sedangkan berdasarkan pada data aktual fluida yang mengalir adalah sebesar 9 liter per menit. Dapat disimpulkan bahwa penyebab utama terjadi perbedaan aliran fluida pada spesifikasi pabrik dan data aktual yang dihasilkan adalah kebocoran pada *hose*. Kebocoran dapat diatasi dengan cara menyesuaikan *pressure* sesuai dengan tipe batuan karena jika menggunakan *pressure* yang lebih, dapat menyebabkan kebocoran pada *hose*.

BIBLIOGRAFI

- Agusta, I. (2003). Teknik pengumpulan dan analisis data kualitatif. *Pusat Penelitian Sosial Ekonomi. Litbang Pertanian, Bogor*, 27(10).
- Akbar, M. (2019). *Analisa Numerik Defleksi Pada Rood Bucket Di Sistem Hidrolik Excavator Hitachi Ex 200*.
- Bhirawa, W. T. (2021). Sistem Hidrolik Pada Mesin Industri. *Jurnal Teknologi Industri*, 6.
- Choliq, M. F. E. P., & Mahmudi, H. (2021). Aplikasi Sistem Hidraulik Jenis Dongkrak Botol Pada Mesin Pemeras Santan Kapasitas 10kg. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 5(2), 62–67.
- Dewanto, A., & Irmawati, D. (2013). Pembelajaran sistem hidrolik dan pneumatik dengan menggunakan automation studio. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 21(3).
- Ferananda, M. C., Rahman, F., & Handoko, L. (2017). Analisis Behavior Based Safety Menggunakan Model DO RITE Pada Pekerjaan Pemboran dan Supporting di Pertambangan Emas Bawah Tanah, Bogor. *Seminar K3*, 1(1), 30–34.
- Frenelus, W., Peng, H., & Zhang, J. (2022). An insight from rock bolts and potential factors influencing their durability and the long-term stability of deep rock tunnels. *Sustainability*, 14(17), 10943.
- Hasanah, H. (2017). Teknik-teknik observasi (sebuah alternatif metode pengumpulan data kualitatif ilmu-ilmu sosial). *At-Taqaddum*, 8(1), 21–46.
- Kim, N.-Y., Kim, S.-H., & Chung, H.-S. (2001). Correlation between drilling parameter and tunnel support pattern using jumbo drill. *Journal of Korean Tunnelling and Underground Space Association*, 3(4), 17–24.
- Larasati, B., & Yulianti, R. (2020). Evaluasi kebutuhan udara front kerja di Blok Cikoneng, PT Cibaliung Sumberdaya menggunakan perangkat lunak Ventsim 5.2. *Indonesian Mining and Energy Journal*, 3(1), 23–27.
- Munggaran, G. (2016). METODE CUT AND FILL DAN SHRINKAGE FULL STOPING PADA PEMBANGUNAN TAMBANG BAWAH TANAH (UNDERGROUND ACCESS LEVEL). *Faktor Exacta*, 9(3), 215–225.
- Novaryan, O. Y., Setyaningsih, Y., & Suroto, S. (2021). Intervensi Pemaparan Modul Resiko Utama Tambang Bawah Tanah terhadap Peningkatan Pengetahuan, Sikap, dan Praktik Kontrol Kritis Resiko Fatal pada Petugas Safety Lapangan. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(1), 33–42.
- Potvin, Y., Wesseloo, J., & Heal, D. (2010). An interpretation of ground support capacity

submitted to dynamic loading. *Mining Technology*, 119(4), 233–245.

Wang, S., Che, Y., Zhao, H., & Lim, A. (2020). Accurate tracking, collision detection, and optimal scheduling of airport ground support equipment. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(1), 572–584.

Copyright holder:

Farhan Samsudin, Harto Tanujaya, Steven Darmawan (2023)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

