

ANALYSIS ON VENTILATION SYSTEM IN HOLES C1 UNDERGROUND MINES OF PT NUSA ALAM LESTARI, DESA SALAK, KECAMATAN TALAWI, SAWAHLUNTO, WEST SUMATERA

Refky Adi Nata^{1*}, Heru Firma Nanda²

¹⁻²Program Studi Teknik Pertambangan, STTIND Padang
e-mail: ¹refkyadi@yahoo.co.id, ²herufirmananda@gmail.com

ABSTRAK

PT. Nusa Alam Lestari merupakan perusahaan tambang yang beroperasi pada tambang bawah tanah. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, perusahaan hanya melakukan perencanaan penambangan belum mempunyai perencanaan ventilasi. Penelitian ini menganalisis sistem ventilasi aktual di lubang C1, menganalisis kualitas udara dan gas pada lubang C1 berdasarkan KepMen No. 555.K/26/M.PE/1995, dan memodelkan sistem ventilasi yang baik untuk lubang C1 menggunakan simulasi perangkat lunak *Ventsim visual* 5.2. Hasil penelitian menyimpulkan belum optimalnya kinerja *blower* utama yang di pasang pada mulut tambang dalam mengalirkan udara bersih kedalam tambang yang disebabkan oleh rendahnya kapasitas hembus yang hanya 10.4 m/s dan panjangnya jalur udara pada sistem ventilasi aktual. Kualitas udara dan gas tambang pada lubang C1 cukup baik, sedangkan untuk *temperatur* rata-rata tiap *front* penambangan memiliki *temperatur* 30° yang melewati ambang batas yang ditetapkan yaitu antara 18-24°C dan kelembaban rata-rata tiap *front* penambangan memiliki kelembaban 70%, hal ini masih dibawah nilai ambang batas yang ditetapkan yaitu <85%. Setelah melakukan model sistem ventilasi untuk lubang C1, perencanaan menggunakan *software Ventsim visual* dengan bentuk gambaran ventilasi yang akan digunakan pada lubang C1 tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari. Dengan mengalirkan udara segar menggunakan *blower* dengan kapasitas 12.6 m³/s dan tiga *blower* bantu kapasitas 5.8 m³/s.

Kata-kata kunci: ventilasi, blower, *Ventsim visual*

PENDAHULUAN

PT. Nusa Alam Lestari, merupakan perusahaan tambang yang bergerak dalam operasi penambangan batubara bawah tanah yang terletak di Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. [1] Pada tambang bawah tanah sistem ventilasi sangat berperan penting dalam hal pemenuhan kebutuhan udara pernafasan pekerja, membersihkan udara kotor dan gas-gas beracun, mengurangi konsentrasi debu dan juga mengatur panas dan kelembaban udara di dalam tambang sehingga tercipta kondisi kerja yang aman dan nyaman.

Pada prinsipnya dalam sistem ventilasi tambang, jumlah udara masuk sama dengan jumlah udara keluar. Jika tidak, maka bisa jadi terjadi kebocoran udara pada jalur udara. Pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari, dari segi ventilasi ditemui banyak kebocoran pada saluran udara, sehingga terjadi pengurangan kuantitas udara. Dari data situasi udara tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari diketahui panas dan kelembaban yang tinggi serta kurangnya suply udara kelokasi tambang dalam menurunkan efisiensi kerja dan memicu kecelakaan kerja.

Berdasarkan hasil pengamatan tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari hanya melakukan perencanaan penambangan mereka belum mempunyai perencanaan ventilasi. Dengan tidak adanya perencanaan ventilasi akan sangat membahayakan untuk penambangan kedepannya. Tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari hanya menggunakan satu *blower* utama, dan dua *blower* bantu pada *front* kerja. Aliran udara yang masuk ke *front* maju sangat rendah yang disebabkan banyaknya aliran udara hilang karena panjangnya jalur udara.

PT. Nusa Alam Lestari menggunakan 1 *blower* utama dengan sistem hembus untuk mengalirkan udara segar (oksigen) kedalam tambang, yaitu *blower* dengan kapasitas operasional 1.3 m³/s yang terletak pada lubang masuk tambang. Lubang C1 tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari terdapat tiga *front* kerja aktif dengan

jumlah pekerja 11 orang. *Blower* yang beroperasi saat ini tidak akan mampu dalam memenuhi kebutuhan pekerja didalam tambang jika dilakukan kemajuan penambangan selanjutnya.

METODOLOGI

Jenis penelitian yang peneliti lakukan adalah penelitian terapan (*applied research*). Penelitian terapan adalah penelitian yang hati-hati, sistematis dan terus menerus terhadap suatu masalah dengan tujuan digunakan segera untuk keperluan tertentu. Penelitian dilaksanakan di PT. Nusa Alam Lestari tepatnya di Desa Salak, Kecamatan Talawi, Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat.

Jenis Data Primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Kecepatan aliran udara.
2. Tekanan udara.
3. Temperatur efektif.
4. Kelembaban.
5. Luas penampang terowongan.
6. Kandungan gas.

Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

1. Layout penambangan
2. Jam kerja
3. Jumlah pekerja dan alat yang digunakan.
4. Produksi batubara

a. Perhitungan Banyaknya Aliran Udara (Quantity Flowrate)

Banyaknya aliran udara (Q) merupakan volume udara yang mengalir pada suatu saluran atau jaringan per satuan waktu. Untuk menghitung banyaknya aliran udara (Q) dapat menggunakan rumus empiris sebagai berikut:

$$Q = v \times A \quad (1)$$

Sumber: Howard L. Hartman. (1997)

Keterangan:

- Q = Debit aliran udara (m³/s)
- v = kecepatan aliran udara (m/s)
- A = Luas Penampang jalur udara (m²)

b. Perhitungan Kehilangan Udara

Konsep aliran udara dipengaruhi oleh perbedaan tekanan, udara akan mengalir dari tekanan tinggi ke tekanan rendah sampai tekanan tersebut sama dengan 0 sehingga tekanan itu berhenti. Jumlah udara yang akan mengalir melalui sebuah sistem ventilasi tergantung pada perbedaan tekanan antara titik permulaan dan titik akhir jalur ventilasi, serta ukuran dari permukaan, selain itu terdapat juga faktor lain yang menyebabkan jumlah udara yang mengalir sedikit adalah kekasaran dari dinding dan belokan tajam aliran udara, serta beberapa kali aliran udara berubah arah. Untuk mengetahui kehilangan udara pada suatu saluran udara, dapat digunakan rumus berikut:

$$F_{AB} = (P_A - P_B) + \left(\frac{\rho_A}{2} V_A^2 - V_B^2 \frac{\rho_B}{2}\right) + \rho_A \cdot g \cdot Z_B - \rho_B \cdot g \cdot Z_B = R_{AB} Q^2 \quad (2)$$

Sumber: Wang Gang. (2014)

Keterangan:

- FAB = Kehilangan aliran udara pada titik AB
- PA = Tekanan udara pada titik A (Pa)
- PB = Tekanan udara pada titik B (Pa)
- ρA = Densitas udara pada titik A (kg/m³)
- ρB = Densitas udara pada titik B (kg/m³)
- vA = Kecepatan alir udara pada titik A (m/s)
- vB = Kecepatan alir udara pada titik B (m/s)
- g = Gaya gravitasi (m/s²)
- ZA = Ketinggian dari permukaan laut titik A (mdpl)
- ZB = Ketinggian dari permukaan laut titik B (mdpl)

c. Pengenceran Gas Metan

Berdasarkan penelitian jumlah pancaran gas metan pada tambang batubara bawah tanah 8 negara penghasil utama batubara, yaitu Amerika Serikat, Australia, Inggris, Jerman, Polandia, RRC, Cekoslovakia dan bekas Uni Soviet, merumuskan perhitungan jumlah pancaran gas metan dengan persamaan berikut:

$$Y = 4.1 + 0.023X \quad (3)$$

Sumber: Howard L Hatman. (1997)

Keterangan:

- Y = Jumlah pancaran gas metan (m3/t)
 - X = Kedalaman penambangan rata-rata (m)
- Untuk menghitung kuantitas udara yang dibutuhkan untuk mengencerkan gas metan dapat dihitung dengan persamaan 3 berikut:

$$Q_g = \text{Produksi} \times \text{pancaran metan} \times \frac{1}{\text{Jam kerja efektif}} \quad (4)$$

Sumber: Howard L Hatman. (1997)

Dimana:

- Q = kuantitas udara untuk mengencerkan (m3/s)
- Qg = Emisi gas metan (m3/s)
- NAB = Nilai ambang batas gas tambang

Untuk menghitung emisi gas metan dapat digunakan persamaan berikut:

$$Q = \frac{Q_g}{NAB - B} - Q_g \quad (5)$$

Sumber: Howard L Hatman. (1997)

d. Tahanan Saluran Udara Tambang (Airways Resistance)

Karena hilangnya tekanan sebuah saluran udara berbanding lurus dengan kuadrat jumlah udara yang mengalir. Aliran udara yang mengalir dipengaruhi oleh bentuk dan kekasaran dari permukaan yang heterogen sehingga terjadi kehilangan tekanan yang disebabkan oleh *friction* dan *shock* yang kompleks. Jadi persamaan *Atkinson* dapat ditulis sebagai berikut.

$$H_I = R Q^2 \quad (6)$$

Sumber: Nurul Jannah dkk. (2015)

Keterangan:

- HI : Head Loss (Pa)
- R : Tahanan Airways (N-s²/m⁸)
- Q : Banyaknya aliran udara (m³/s)

Sebenarnya istilah *konstanta* K, O, L, Le dan A yang dikelompokkan ke *konstanta* tunggal, yaitu *resistensi* (R) seperti rumus dibawah ini:

$$R = \frac{K \cdot O (L + Le)}{A^3} \quad (7)$$

Sumber: Nurul Jannah dkk. (2015)

Keterangan:

- R : Tahanan min2/ft6 (N-s²/m⁸)
- K : Koefisien Gesekan (kg/m³)
- O : Keliling Airways (m)
- L : Panjang Airways (m)
- Le : Panjang Ekuivalen (m)
- A : Luas Airways (m²)

e. Temperatur

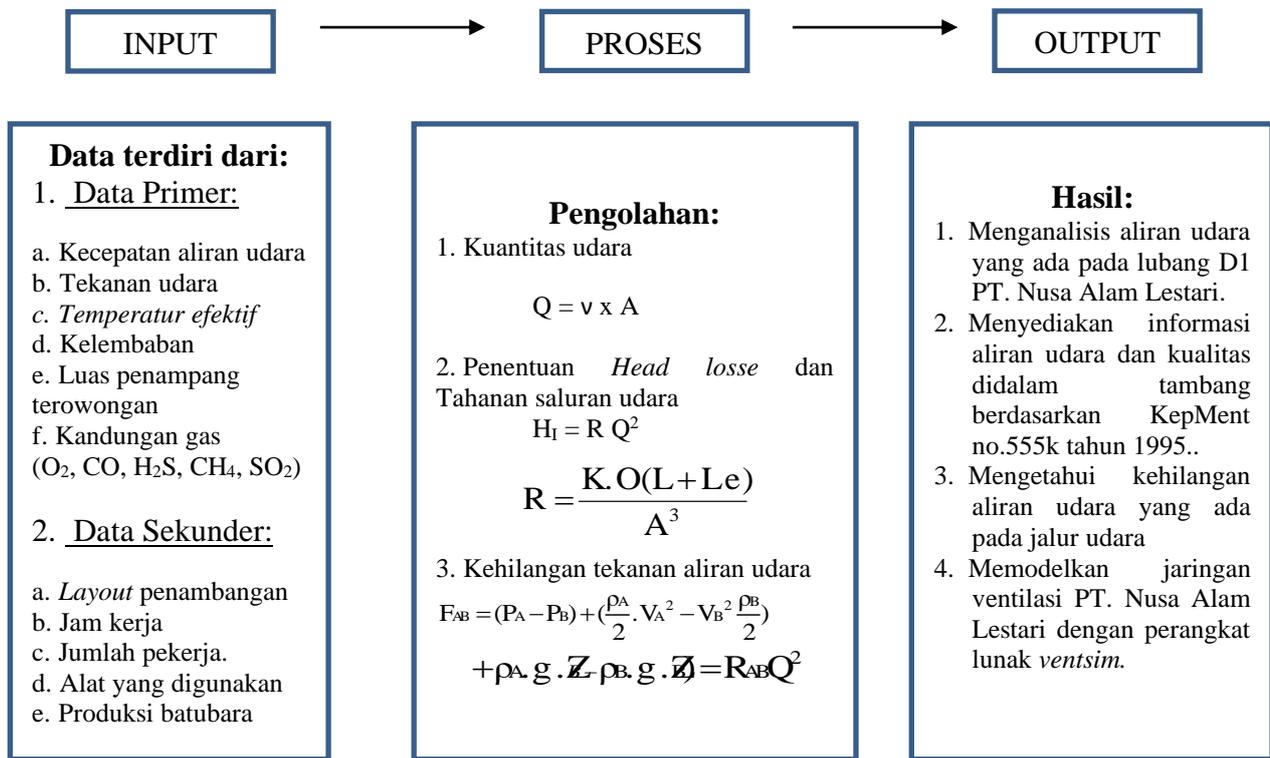
Pada tambang bawah tanah sistem ventilasi sangat berperan penting dalam hal pemenuhan kebutuhan udara pernafasan pekerja, pada tambang batubara bawah tanah (*underground mine*) dapat diasumsikan terjadi berbagai macam sumber panas yang dapat meningkatkan suhu udara di area tambang bawah tanah. Diantaranya panas dari batuan, panas dari alat yang digunakan, dan panas dari tubuh pekerja, ditambah dengan sistem ventilasi yang kurang baik. *Temperatur efektif* harus disesuaikan dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh KepMen No.555.K/26/M.PE/1995 (Pasal 370 Ayat 1) yaitu antara 18°-24° *celcius* maka *front* kerja tersebut harus dikondisikan agar sesuai dengan persyaratan tersebut.

f. Kelembaban

Kelembaban udara merupakan kandungan uap air pada udara didalam tambang, kelembaban sangat dipengaruhi oleh *temperatur* udara, semakin tinggi *temperatur* udara maka kelembaban udara akan semakin tinggi. Bekerja pada daerah yang panas dan lembab dapat menurunkan kemampuan tubuh dan mengalami kelelahan yang cepat, sedangkan bekerja pada lingkungan yang terlalu dingin dapat menyebabkan hilangnya sistem motorik tubuh sehingga menyebabkan kekakuan fisik

tubuh. Kelembaban ini dapat mempengaruhi efektivitas kerja bahkan menyebabkan kecelakaan kerja, maka kelembaban harus disesuaikan dengan standart yang telah ditetapkan KepMent no.555.K/27/M.PE/1995 (Pasal 370 Ayat 1) dengan kelembaban relatif maksimum yang

diizinkan 85%. Kerangka Konseptual dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar-1. Kerangka Konseptual

HASIL DAN DISKUSI

1. Kuantitas Udara

Perhitungan kuantitas udara sebagai berikut:

$$Q = v \times A$$

Front Maju

$$Q = 6,2 \times 0,096$$

$$Q = 0,595 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lubang C2

$$Q = 5,4 \times 0,096$$

$$Q = 0,518 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lubang C3

$$Q = 7,2 \times 0,096$$

$$Q = 0,691 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kuantitas udara pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari khususnya untuk *front* maju sebesar 0,592 m³/s, pada C2 sebesar 0,518 m³/s, dan C3 sebesar 0,691 m³/s.

2. Penentuan Head Loss dan Tahanan Saluran

Perhitungan nilai *resistant* sebagai berikut:

$$R = \frac{K.O(L+Le)}{A^3}$$

Front Maju

$$R = (0,0046 \times 1,099 \times (15,45+5))/0,000884$$

$$= 116,94 \text{ N.s}^2/\text{m}^8$$

Lubang C2

$$R = (0,0046 \times 1,099 \times (20,75+10))/0,000884$$

$$= 175,85 \text{ N.s}^2/\text{m}^8$$

Front C3

$$R = (0,0046 \times 1,099 \times (11,10+10))/0,000884$$

$$= 120,66 \text{ N.s}^2/\text{m}^8$$

Perhitungan *head loss* sebagai berikut:

$$H_I = R Q^2$$

Front Maju

$$H_I = 116,94 \text{ N.s}^2/\text{m}^8 \times (0,595 \text{ m}^3/\text{s})^2$$

$$= 41,399 \text{ Pa}$$

Lubang C2

$$H_I = 175,85 \text{ N.s}^2/\text{m}^8 \times (0,518 \text{ m}^3/\text{s})^2$$

$$= 47,184 \text{ Pa}$$

Front C3

$$H_I = 120,66 \text{ N.s}^2/\text{m}^8 \times (0,691 \text{ m}^3/\text{s})^2$$

$$= 57,612 \text{ Pa}$$

Tabel -1. Kuantitas Udara Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari

No	lokasi	kecepatan (m/s)	luas penampang (m ²)	Kuantitas (m ³ /s)
1	Front maju	6.2	0.096	0.595
2	C2	5.4	0.096	0.518
3	C3	7.2	0.096	0.691

3. Penentuan Kehilangan Tekanan Aliran Udara

Perhitungan kehilangan tekanan aliran udara sebagai berikut:

$$F_{AB} = (P_A - P_B) + \left(\frac{\rho_A}{2} \cdot V_A^2 - V_B^2 \frac{\rho_B}{2}\right) + \rho_A \cdot g \cdot Z_B - \rho_B \cdot g \cdot Z_B = R_{AB} Q^2$$

$$F_{AB} = (987\text{hpa} - 988\text{hPa}) + \left(\frac{1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \cdot (10.4 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 - \frac{1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \cdot (6.2 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2\right) + 1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 310\text{m} - 1.184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 286\text{m}$$

$$F_{AB} = (-1\text{hPa}) + \left(64.03 \frac{\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2}}{\text{m}^2} - 22.75 \frac{\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2}}{\text{m}^2}\right) + 3596.99 \frac{\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2}}{\text{m}^2} - 3318.51 \frac{\text{kg} \cdot \text{ms}^{-2}}{\text{m}^2}$$

$$F_{AB} = (-100\text{Pa}) + (41.28\text{Pa}) + (278.48\text{Pa})$$

$$F_{AB} = 219.76 \text{ Pa}$$

4. Kebutuhan Udara Untuk Pekerja

Tabel-2. Kebutuhan Udara Segar bagi Para Pekerja

No	Deskripsi	Lokasi					
		Front Maju		C2		C3	
		Ora ng	Q (m ³ /s)	Oran g	Q (m ³ /s)	Oran g	Q (m ³ /s)
1.	Pekerja	5	0,033	3	0,033	3	0,033
2.	Total	0.165		0.099		0.099	

Menurut Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi NO. 555K/26/M.PE/1995, setiap orang harus mendapatkan udara segar (oksigen) sebanyak 2 m³/menit atau 0.033 m³/s. Pada *front* maju dibutuhkan sebesar 0,165 m³/s, pada C2 sebesar 0,099 m³/s, dan pada C3 sebesar 0,099 m³/s. dan untuk alat yang digunakan 3 m³/menit setiap tenaga kuda (HP).

5. Kebutuhan Berdasarkan Alat

Tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari menggunakan 1 alat mekanis dalam melakukan penambangan batubara yaitu *Jack Hammer* dengan daya 2000 watt.

6. Kebutuhan dalam Pengenceran Gas Metan

Kedalaman penambangan lubang C1 PT. Nusa Alam Lestari adalah 90 m sampai 100 m. Produksi rata-rata lubang C1 PT. Nusa Alam Lestari adalah 20ton dengan jumlah pekerja 11 orang dan jam kerja efektif 8 jam. Perhitungan kebutuhan udara untuk pengenceran gas metan dilakukan pada *front* kerja penambangan yang melakukan produksi seperti:

a. *Front* Maju

Jumlah pancaran metan pada *front* maju dengan pekerja 5 orang dan kedalaman penambangan rata-rata 95 m. Maka jumlah pengeceran untuk gas metan dibutuhkan sebesar 0.188 m³/s.

b. *Front* kerja C2

Jumlah pancaran metan pada *front* kerja C2 dengan pekerja 3 orang dan kedalaman penambangan rata-rata 97 m. Maka jumlah pengeceran untuk gas metan dibutuhkan sebesar 0.108 m³/s.

c. *Front* Kerja C3

Jumlah pancaran metan pada *front* kerja C3 dengan pekerja 3 orang dan kedalaman penambangan rata-rata 97 m. Maka jumlah pengeceran untuk gas metan dibutuhkan sebesar 0.108 m³/s.

Tabel-3. Kebutuhan Untuk Peralatan

No	Deskripsi	Lokasi					
		Front Maju		C2		C3	
		Jumlah alat	Q (m ³ /s)	Jumlah alat	Q (m ³ /s)	Jumlah alat	Q (m ³ /s)
1	<i>Jack Hammer</i> (2000 watt)	1	0.134	1	0.134	1	0.134
Total		0.134		0.134		0.134	

7. Pengukuran Kualitas Kandungan Gas

Pengukuran kandungan gas-gas dalam tambang bawah tanah menggunakan *gas detector*. Data yang didapat dari *gas detector* adalah CH₄ dalam satuan % LEL (*Lower Explosive Limit*), dari hasil pengukuran mulai dari tanggal 35 juni sampai 4 juli 2018 untuk konsentrasi CH₄ sebesar 0%, artinya dalam kondisi aman. Sedangkan untuk konsentrasi CO dalam satuan PPM (*Part Pert Million*) diperoleh nilai sebesar 0 % dan dalam kondisi aman.) O₂ dalam % diperoleh bervariasi dari 20,7 hingga 20,9 dan ini masih dalam kondisi aman yaitu tidak kurang dari 19,5 %. H₂S dalam satuan PPM (*Part Pert Million*) diperoleh 0 % dan dalam kondisi aman. Relatif humidity dari hasil pengukuran menunjukkan kelembaban berada pada 59-77 % dan masih dalam kondisi aman yaitu tidak lebih dari 85%. Sedang untuk pengukuran temperature efektif yaitu pada range 24-34 °C.

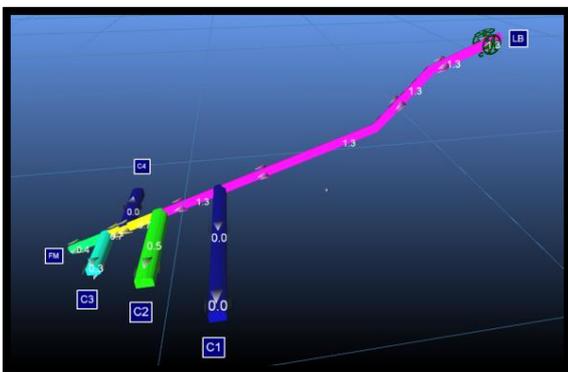
Dari data hasil evaluasi kualitas udara memiliki *temperatur* yang cukup tinggi melebihi nilai ambang batas yang diizinkan oleh Kepmen 555.K/26/M.PE/1995 yaitu 18°-24°C. Hasil pengukuran kandungan gas pada tiap-tiap *front* penambangan pada lubang C1 Tambang Bawah Tanah PT. Nusa Alam Lestari dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel -4. Pengukuran Kualitas Kandungan Gas di Lubang Masuk

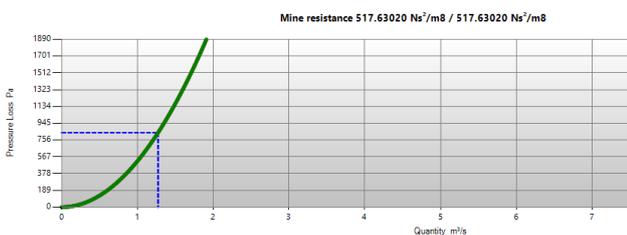
Tanggal	Jam 08.00					
	CH4	CO	O2	H2S	R	Te
Konsentrasi	%	%	%	%	%	°C
25 Juni	0	0	20.9	0	68	24
26 Juni	0	0	20.8	0	77	24
27 Juni	0	0	20.6	0	67	24
28 Juni	0	0	20.7	0	70	25
29 Juni	0	0	20.9	0	77	24
30 Juni	0	0	20.9	0	68	25
1 Juli	0	0	20.9	0	68	27
2 Juli	0	0	20.8	0	70	24
3 Juli	0	0	20.9	0	70	26
4 Juli	0	0	20.9	0	67	24
Tanggal	Jam 13.00					
	CH4	CO	O2	H2S	R	Te
Konsentrasi	%	%	%	%	%	°C
25 Juni	0	0	20.9	0	60	29
26 Juni	0	0	20.9	0	68	29
27 Juni	0	0	20.9	0	63	33
28 Juni	0	0	20.9	0	68	29
29 Juni	0	0	20.9	0	59	34
30 Juni	0	0	20.9	0	68	29
1 Juli	0	0	20.9	0	69	29
2 Juli	0	0	20.9	0	59	29
3 Juli	0	0	20.9	0	68	28
4 Juli	0	0	20.9	0	68	29

8. Sistem Ventilasi Aktual

Pada sistem ventilasi aktual, diketahui panjang total dari jaringan ventilasi aktual adalah 177.9 m dengan 3 front kerja aktif. Sistem ventilasi aktual ini hanya mempunyai satu surface yaitu pada lubang masuk, sehingga terjadi sirkulasi udara pada front kerja. Dari hasil simulasi dapat dilihat pada lampiran 3 udara yang mengalir ke Front maju 0.4 m³/s, jika dilakukan kemajuan penambangan maka dibutuhkan penggantian *blower*, karena *blower* yang ada saat ini sudah tidak sanggup dalam mengalirkan udara kepada setiap front.



Gambar-2. Simulasi Aktual Lubang C1



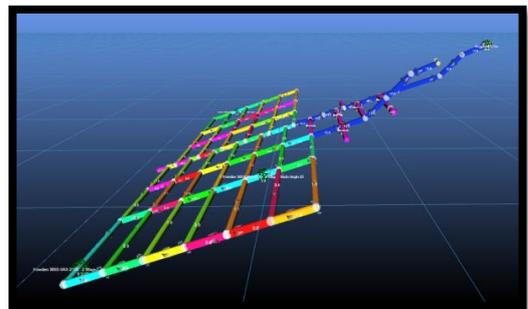
Gambar-3. Perbandingan Tekanan dan Kuantitas Udara Pada Lubang Aktual C1

Dari hasil simulasi data seperti kuantitas udara, *resistensi*, *shockloss*, dan dimensi dari saluran udara, maka didapatkan perbandingan kerugian nilai tekanan aliran udara dengan kuantitas aliran udara, dimana 1 m³/s aliran udara mengalir terjadi kerugian tekanan udara 550 Pa. Untuk mendukung kemajuan penambang pada lubang C1 dilakukan penggantian *blower* yang memiliki kapasitas lebih tinggi.

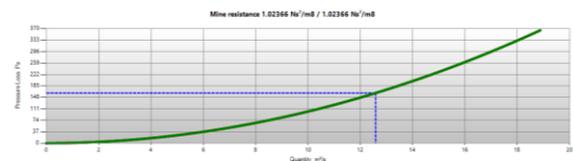
9. Sistem Ventilasi Rencana

Berdasarkan perencanaan kemajuan penambang pada layout gambar-4, *blower* yang digunakan saat ini tidak akan mampu dalam memenuhi kebutuhan udara pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari, maka dilakukan penggantian *blower* menggunakan satu *blower* hembus yang memiliki kapasitas 12.6 m³/s dan juga harus dilakukan perencanaan sistem ventilasi yang lebih baik.

Setelah dilakukan perencanaan sistem ventilasi menggunakan software *ventsim visual 5.2* diketahui panjang dari jaringan ventilasi adalah 2.195 m dengan kuantitas udara yang mengalir antara 0.3 m³/s - 12.6 m³/s dan didapatkan gambaran perencanaan sistem ventilasi yang akan digunakan di tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari dengan langsung mengalirkan udara segar ke terowongan dan menutup *front* cabang yang sudah tidak aktif agar tidak mengurangi jumlah udara yang mengalir pada *front* kerja. *blower* yang digunakan pada tambang bawah tanah yaitu *blower* hembus dengan kapasitas 12.5 m³/s dan dibantu oleh tiga unit *booster* dengan kapasitas 5.8 m³/s.



Gambar -4. Simulasi Perencanaan Sistem Ventilasi Lubang C1



Gambar-5. Perbandingan Tekanan dan Kuantitas Udara Pada Perencanaan Lubang C1

Dari hasil simulasi perencanaan ventilasi tambang bawah tanah lubang C1 didapatkan perbandingan nilai tekanan aliran udara dengan kuantitas aliran udara, dimana 12 m³/s aliran udara mengalir terjadi kerugian tekanan udara 148 Pa.

KESIMPULAN

1. Sistem ventilasi aktual pada tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari menggunakan sistem hembus (*forcing*). Belum optimalnya kinerja *blower* utama yang di pasang pada mulut tambang dalam mengalirkan udara bersih kedalam tambang yang

- disebabkan oleh rendahnya kapasitas hembus yang hanya 10.4 m/s dan panjangnya jalur udara.
2. Kualitas udara dan gas tambang pada lubang C1 cukup baik, sedangkan untuk temperatur rata-rata tiap front penambangan memiliki temperatur 30^o yang telah melewati ambang batas yang ditetapkan Kepmen no.555.K/26/M.PE/1995 yaitu antara 18-24^oC dan kelembaban rata-rata tiap front penambangan memiliki kelembaban 70% belum melewati nilai ambang batas yang ditetapkan Kepmen no.555K/26/M.PE/1995 yaitu < 85%.
 3. Setelah melakukan model sistem ventilasi untuk lubang C1, perencanaan menggunakan software Ventsim visual dengan bentuk gambaran ventilasi yang akan digunakan pada lubang C1 tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari. Dengan mengalirkan udara segar menggunakan *blower* dengan kapasitas 12.6 m³/s dan tiga *blower* bantu kapasitas 5.8 m³/s, sehingga kebutuhan udara bagi para pekerja pada tambang bawah tanah terpenuhi .

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Nusa Alam Lestari yang telah memberi dukungan dalam bentuk fasilitas, atau legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Heriyadi. 2017. *Rancangan Dan Pembuatan Alat Simulasi Sistem Ventilasi Tambang Pada Laboratorium Untuk Pembelajaran Ventilasi Tambang*. Vol. 17 No. 2, Jurnal Sain dan Teknologi STTIND. Padang.
- [2] H. L. Hartman. 1997. *Mine Ventilation And Air Conditioning*, Third Edition, John Willy and Sons, Canada.
- [3] Nurul Janah, dkk. 2015. *Kajian Jaringan Ventilasi tambang Emas Blok Cikoneng PT. Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten*. Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Sains dan Teknologi). Bandung.
- [4] Wang Gang. 2015. *Mining a Coal Seam Below a Heating Goaf with a Force Auxiliary Ventilation System at Longhua Underground Coal Mine*. School of Mining Engineering, Taiyuan University of Technology. Volume 009 Issue 25. China.