

Evaluasi Dan Penyesuaian Sistem Ventilasi Pada Tambang Batubara Bawah Tanah Lubang SD-C2 Manual PT. Nusa Alam Lestari Kecamatan Talawi kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat

Khazana Tulistra* and Mulya Gusman**

¹Mahasiswa Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang

²Dosen Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang

*khazanatulistra@gmail.com

**mulyagusman@ft.unp.ac.id

Abstract. The ventilation system in Hole SD-C2 PT. Nusa Alam Lestari is a forcing system and does not apply an exhaust fan. So that dirty air from the mining front is not immediately transported out, and the clean air that flows from the main blower is mixed with dirty air coming from the mining front. Some leaks are still detected in the ventilation line. Leaks are still detected in the ventilation path at a depth of 2 m, 30 m, 50 m, 60 m, and 70 m from the opening. After taking measurements at several points, the temperature value in the SD-C2 Manual Hole is 27-29^oC. Conditions that exceed Kepmen 1827 K/30/MEM/2018. The research method used is the Applied Method (Sugiono, 2013:2). The data sources used are primary data and secondary data, with problem-solving using quantitative and qualitative data. Solving the problem by calculating the air requirement for workers, tools, and dilution of methane gas to get the total air requirement. The total amount of air required at the underground mine of PT. Nusa Alam Lestari at the location of the SD-C2 Manual opening for 15 workers (0.45 m³/s), the air required in the work front is (6.6248 m³/s) and to dilute methane gas (0.099 m³/s) with the overall air quantity (10.411 m³/s). Based on the calculation of the required air quantity, the hole requires 4 blowers to meet these needs, and to make the condition of the hole more comfortable, it is necessary to add a suction fan unit to speed up the transportation of polluted air out of the hole. Ventilation system modeling produces a 3D model of the ventilation system before and after the addition of the blower.

Keywords : ventilation, duct, exhaust fan

1 Pendahuluan

PT.nusa alam lestari merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam penambangan bawah tanah. Dalam hal penambangan bawah tanah ventilasi yang cukup dengan kebutuhan penambang dan memadai dalam supply udara sangat dibutuhkan hal ini bertujuan agar pekerja bekerja dengan maksimal. Adapun system ventilasi dilubangSD-C2 PT. Nusa Alam Lestari dengan menggunakan system hembus dan tidak menerpkan system hisap, sehingga udara kotor dari *front* penambangangan berterbangan, sehingga dapat menyebabkan terjadinya banyak gas pengotor, temperature dan kelembaban udara naik lebih tinggi.

Setelah melakukan observasi, peneliti menemukan temuan pada kedalaman 2 m, 30 m, 50 m, 60 m, dan 70 m,pada lubang bukaan mengalami suatu kebocoran. Keboran itu disebabkan oleh adanya penggunaan system ventilasi tipe *duct* yang terbuat dari bahan yang mudah mengalami kerusakan. Penyebab lainnya pencabangan *duct* yang menghasilkan tekanan yang tidak merata serta hanya dibebberapa titik saja yang mampu terpusat.selain itu, kebocoran yang terjadi ini menyebabkan kerugian

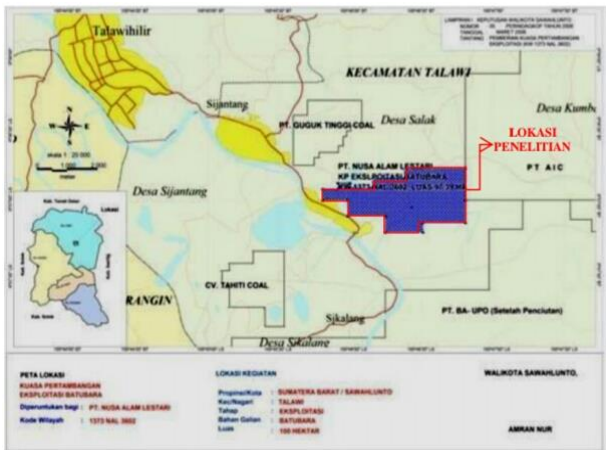
udara hal ini disebabkan kerena adanya berkurangnya udara yang dari *supply* ke *front*.

Sehingga kondisi inilah yang menyebabkan pekerja di dalam lubang SD-C2 Manual mudah lelah dan penambangan tidak maksimal. Setelah dilakukan pengukuran didapatkan nilai temperature dibebberapa titik lubang SD-C2 Manual adalah 26-33 derajat celsius. Kondisi yang melebihi aturan dalam Kepmen 1827 K/30/MEM/2018 temperatur udara di dalam tambang bawah tanah harus di pertahankan antara 18-24 derajat celsius". Sesuai pedoman kaidah pelaksanaan teknik pertambangan yang baik,untuk dioperasikan dengan optimal berdasarkan kebutuhan para pekerja agar bekerja dengan aman dan nyaman.

2 Lokasi penelitian

PT. Nusa Alam Lestari terletak di Desa Salak, kecamatan Talawi, kota Sawahlunto, provinsi Sumatra Barat. Secara geografis wilayah kegiatan penambangan PT.Nusa Alam Lestari terletak di koordinat 100°45'48'' BT – 100°46'48'' BT dan 00°36'45'' LS – 00° 37'12'' LS. Dengan koordinat geografis batas

wilayah izin usaha penambangan (IUP) operasi produksi batubara.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah Lokasi PT. Nusa Alam Lestari

3 Metode penelitian

Adapun jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis metode penelitian terapan (*applied research*) berdasarkan jenis penggunaannya, yang mana hasil dalam penelitian tersebut bias langsung di terapkan di perusahaan. data sekunder dan data primer merupakan data yang digunakan penulis dalam penelitian ini. Adapun teknik yang diambil oleh penulis dalam penelitian ini ialah teknik pengumpulan data secara langsung dan teknik observasi. adapun tahapan pengolahan data yang penulis lakukan yaitu:

1. Mengetahui Kualitas dan Kuantitas Udara pada SD-C2 Manual
2. Menghitung kebutuhan udara total
 - a. Kebutuhan udara untuk bernafas
 - b. Kebutuhan udara dalam mendilusi gas metan
 - c. Kebutuhan udara yang digunakan untuk mengontrol panas dan kelembaban udara.
 - d. Kebutuhan udara untuk alat
 - e. Kebutuhan udara untuk penggalian lubang maju
3. Menghitung Kehilangan Udara Akibat Kebocoran.
4. Menghitung Kebutuhan Blower
5. Mencari elevasi lubang untuk pemodelan sistem ventilasi

4 Hasil dan pembahasan

4.1 Data primer

Data primer merupakan data yang penulis dapatkan di lapangan :

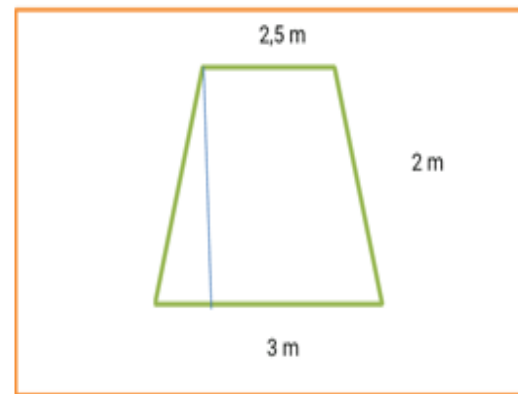
Tabel 1. Pengukuran Temperatur, Kecepatan, Dan Kelembaban Relatif Di Lubang SD-C2 Manual.

No	Lokasi	TD	TW	V	Rh
1	Front Kerja 1	26.7	27.7	0.3	77.9
2	Front Kerja 2	33.4	33.5	0.6	97.7
3	Front Kerja 3	33.3	33.4	1.2	96.7
Rata-rata		31.13	31.53	2.1	90.76

Tabel 2. Hasil pengukuran kandungan kadar gas pengotor

Gas	Konsetrasi di dalam lubang	Konsentrasi menurut Kepmen 1827 K/30/MEM/2018	Kondisi
CO (%)	0	<0,005	Aman
H2S (%)	0	<0,001	Aman
O ₂ (%)	20.6-20.8	>19,5	Aman
CH ₄ (%)	0	<0,25	Aman

4.1.3 Data hasil pengukuran dimensi lubang Geometri Duct SD-C2 Manual



Gambar 2. Hasil pengukuran lubang SD-C2 Manual

Penampang terowongan pada lubang tambang SD-C2 Manual berbentuk trapesium.

Tabel 3. Data hasil pengukuran dimensi lubang SD-C2 Manual

No	Lokasi	Dimensi Lubang			Dimensi Duct
		LA (m)	LB (m)	T (m)	
1	Front Kerja 1	2.5	3	2	0.4
2	Front Kerja 2	2.5	3	2	0.4
3	Front Kerja 3	2.5	3	2	0.4

4.2 Data sekunder

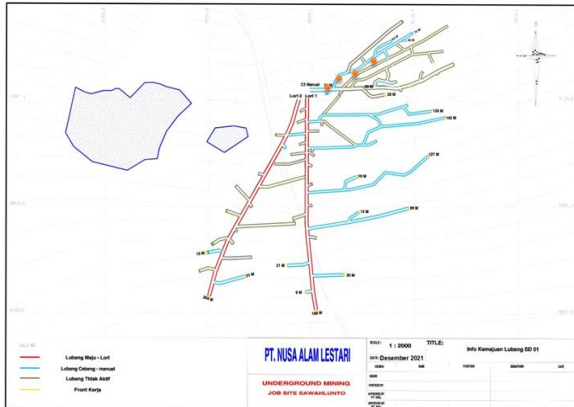
Data sekunder adalah data yang telah ada di perusahaan, yang bersumber dari arsip dan literatur menyangkut kajian penelitian berupa:

4.2.1 Jumlah pekerja

Proses penambangan di PT. NAL dengan jumlah pekerja sebanyak 15 orang dengan rincian 12 orang pekerja tambang, 1 orang instalasi listrik, 1 orang kepala

lubang, dan 1 orang pengawas. Dengan waktu kerja selama 8 jam.

4.2.2 Peta layout tambang bawah tanah



Gambar 3. Layout tambang bawah tanah

Peta *layout* diperlukan untuk mendapatkan gambaran lokasi kegiatan pengambilan batubara dan kemajuan penambangan PT. NAL.

4.2.3 Spesifikasi blower

SPESIFIKASI BLOWER UTAMA PADA LUBANG UTAMA	
SIZE	450 mm /18 inch
VOLTAGE	250 V
WATT	1500 W
FREQUENCY	80Hz
SPEED	3000 r /min
WIND PREASURE	972 Pa
DELIVERY	110 m ³ /min

SPESIFIKASI BLOWER PEMBANTU PADA LUBANG PENGIRING	
SIZE	400 mm/16 inch
VOLTAGE	220/240V
WATT	1100 W
FREQUENCY	50Hz
SPEED	2800 r/min
WIND PREASURE	400 Pa
DELIVERY	96 m ³ /min
PHASE	1

4.2.4 Peralatan penunjang penambangan

Alat penunjang penambangan adalah alat yang digunakan sebagai penunjang saat proses pengambilan batubara PT. NAL meliputi: Kayu penyangga, *Jack hammer*, sekop dan cangkul, gerobak, *Blower*, gas detektor, dan lampu.

NOVEMBER 2021			DESEMBER 2021		
Hari	Tanggal	Ton	Tanggal	Hari	Ton
SENIN	1	60.16	1	RABU	20.98
SELASA	2	7.86	2	KAMIS	53.39
RABU	3	-	3	JUMAT	57.57
KAMIS	4	-	4	SABTU	42.09
JUMAT	5	37.86	5	MINGGU	4.75
SABTU	6	-	6	SENIN	49.29
MINGGU	7	-	7	SELASA	6.27
SENIN	8	225.21	8	RABU	30.1
SELASA	9	-	9	KAMIS	12.44
RABU	10	45.67	10	JUMAT	11.57
KAMIS	11	48.02	11	SABTU	53.6
JUMAT	12	49.32	12	MINGGU	43.14
SABTU	13	34.72	13	SENIN	32.66
MINGGU	14	60.62	14	SELASA	191.15
SENIN	15	80.67	15	RABU	19.37
SELASA	16	20.86	16	KAMIS	10.86
RABU	17	37.66	17	JUMAT	5.47
KAMIS	18	54.48	18	SABTU	-
JUMAT	19	51.92	19	MINGGU	-
SABTU	20	78.01	20	SENIN	156.41
MINGGU	21	80.24	21	SELASA	29.73

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Perhitungan Kualitas Udara

4.3.1.1 Kandungan Gas

Setelah dilakukan pengukuran kandungan gas di dalam lubang tambang SD-C2 diketahui bahwa konsentrasi gas Sulfida (H₂S), Karbon Monoksida (CO), Oksigen (O₂), dan Metana (CH₄) dapat dinyatakan aman. Jika dibandingkan dengan Kepmen. No.1827 K/30/MEM/2018

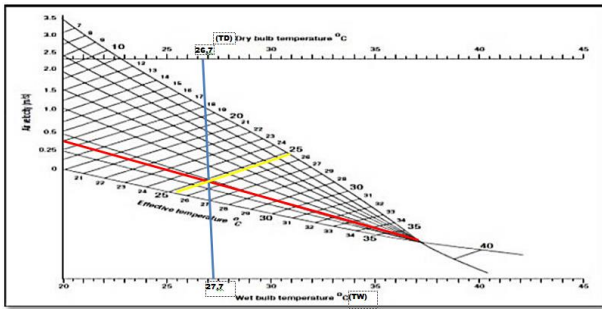
4.3.1.2 Kelembaban relatif

Tabel 4. Kelembaban Udara Relatif

No	Lokasi	Dalam Satuan %	
		NAB	Rh
1	Front kerja 1	85	77.9
2	Front Kerja 2	85	97.7
3	Front Kerja 3	85	96.7

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat kelembaban relatif melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh Kepmen. No.1827 K/30/MEM/2018 yaitu maksimal 85%.

4.3.1.3 Perhitungan temperatur efektif



Gambar 5. Temperature efektif

Keterangan
 — TD & TW
 — V
 — Te

Tabel 5. Hasil Perhitungan Temperatur Efektif

No	Lokasi	TD °C	TW °C	V m ³ /s	Te °C
1	Front Kerja 1	26.7	27.7	0.3	25.2
2	Front Kerja 2	33.4	33.5	0.6	32
3	Front Kerja 3	33.3	33.4	1.2	31.2

Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa temperature efektif di lubang tambang SD-C2 Manual melebihi nilai ambang batas yaitu 18-24 °C yang ditetapkan dalam Kepmen. No.1827 K/30/MEM/2018.

4.3.2 Perhitungan Kuantitas Udara

4.3.2.1 Perhitungan Luas Penampang Trapesium

$$A = \frac{a+b}{2} \times h$$

$$= \frac{2,5 \text{ m} + 3 \text{ m}}{2} \times 2 \text{ m} = 5,5 \text{ m}^2$$

4.3.2.2 Perhitungan Luas Duct

$$A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,4^2$$

$$A = 0,158 \text{ m}^2$$

4.3.3.1 Kebutuhan Udara Total

Udara di dalam lubang dipergunakan untuk pernafasan para pekerja, mendilusi gas metan, mengatasi panas dan kelembaban, untuk kebutuhan alat, serta untuk penggalian lubang maju.

Tabel 6. Kebutuhan udara total di lubang SD-C2 Manual

Kebutuhan (m ³ /s)	Lubang
Pernafasan	0.45
Dilusi gas methan	0.099
Panas dan kelembaban	5.5
Untuk alat	0.2
Penggalian lubang maju	1.65
Total	7.899

4.3.3.2 Kehilangan udara akibat kebocoran di Lubang SD-C2 Manual

Tabel 7. Lokasi kehilangan udara akibat kebocoran

No	Lokasi Kebocoran	V (m ³ /s)	A (m ²)	Q (m ³ /s)
1	KED 20	4.7	0.158	0.743
2	KED 30	2.7	0.158	0.427
3	KED 50	7.6	0.158	1.201
4	KED 60	4.4	0.158	0.695
5	KED 70	9	0.158	1.422
TOTAL		4.487		

4.3.3 Menghitung Kebutuhan Blower

$$\text{JUMLAH BLOWER} = \frac{\text{KEBUTUHAN UDARA} - \text{KAPASITAS BLOWER UTAMA}}{\text{KAPASITAS BLOWER PEMBANTU}}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = \frac{3,751 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = 3,751 \text{ unit} = 4 \text{ unit}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = \frac{\text{KEBUTUHAN UDARA} - \text{KAPASITAS BLOWER UTAMA}}{\text{KAPASITAS BLOWER PEMBANTU}}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = \frac{10,411 \text{ m}^3/\text{s} - 6,66 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = \frac{3,751 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$\text{JUMLAH BLOWER} = 3,751 \text{ unit} = 4 \text{ unit}$$

Jadi, Blower yang diperlukan adalah 1 Blower utama, maka diperlukan 4 unit untuk tambahan agar mencukupi kebutuhan udara.

4.3.4 Elevasi Titik Percabangan di dalam Lubang

Tabel 8. Pengukuran elevasi Lubang SD-C2 Manual PT. NAL

No	Lokasi	Jarak dari titik sebelumnya	Kemiringan	Elevasi
1	Cabang 1	26 m	5°	190
2	Cabang 2	52 m	12°	195

4.4 Menghitung panjang jalur udara yang dapat di supply blower

Panjang *duct* yang dapat dicapai *Blower* utama di SD-C2

$$L + Le = \frac{P \times A^3}{K \times C \times Q^2 \times \frac{W}{1,2}}$$

$$= \frac{972 \times 0,158^3}{0,003 \times 1,43 \times 6,66^2 \times \frac{1,178}{1,2}}$$

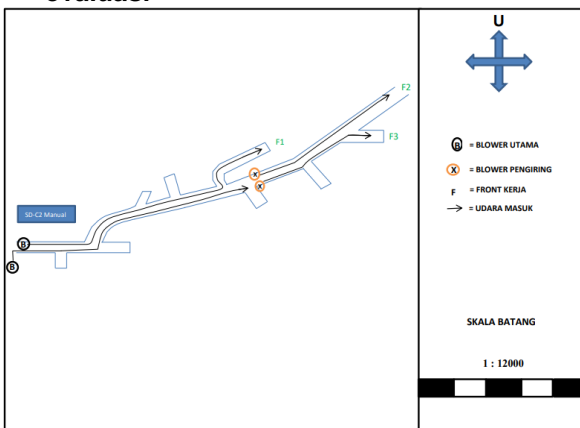
$$= \frac{1,5357}{0,0279}$$

$$= 55 \text{ m}$$

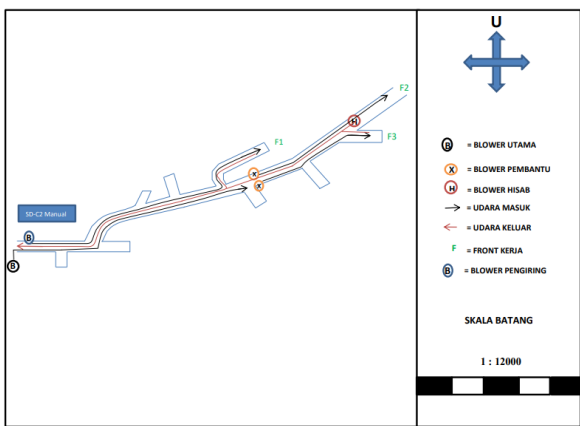
$$= 55 - 10 \text{ m}$$

$$= 45 \text{ m}$$

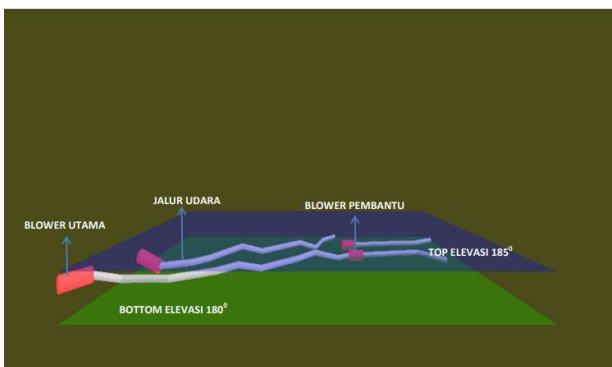
4.5 Sistem ventilasi sebelum dan sesudah evaluasi



Gambar 6. Layout Ventilasi Sebelum Evaluasi



Gambar 7. Layout Ventilasi Sesudah Evaluasi



Gambar 8. Permodelan 3D Sistem Ventilasi Sebelum Evaluasi

Permodelan sistem ventilasi Lubang SD-C2 Manual sebelum evaluasi. Di lubang utama terdapat 1 *Blower* utama bertekanan 972 Pa dan kapasitas dengan debit udara sebesar 6,66 m³/s, dan 2 *Blower* pembantu bertekanan 400 Pa dengan debit udara 96 m³/s dan di lubang pengiring terdapat 1 *Blower* bertekanan 972 Pa debit udara sebesar 6,66 m³/s.



Gambar 9. Permodelan 3D Sistem Ventilasi Setelah Evaluasi

Untuk permodelan sistem ventilasi setelah evaluasi dapat dilihat gambar 9. Gambar 9 terlihat ada penambahan jalur udara untuk penghubung *fan* hisap. *Fan* diletakan antara *front* kerja 1 dan 2 di karenakan temperature dan kelembaban yang melebihi nilai ambang batas Kepmen. No.1827 K/30/MEM/2018.

5 Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:
 Hasil evaluasi sistem ventilasi tambang bawah tanah PT. Nusa Alam Lestari menyatakan bahwa Temperatur & Kelembaban belum memenuhi syarat yang ada dalam Kepmen 1827 K/30/MEM/2018.

1. Konsentrasi kandungan gas udara masih aman

- 1) H₂S : 0%
- 2) CO : 0%
- 3) O₂ : 20.2 % - 20.8%
- 4) CH₄ : 0%

Temperatur udara antara 29°C sampai dengan 31°C (standar KepMen 18-27⁰ C)

Kelembaban udara antara 77,9% sampai dengan 97,7%. (Standar KepMen 85%)

Kuantitas udara yang masuk sebanyak 2.83 m³ /s dan kebutuhan udara total sebesar 10,411 m³ /s

2. Jumlah kebutuhan udara total yang dibutuhkan lubang bawah tanah SD-C2 Manual PT. Nusa Alam Lestari untuk 15 orang pekerja sebesar (0,45 m³/s), udara yang dibutuhkan dalam front kerja sebesar (6,6248 m³/s) dan untuk mendilusi gas metnan (0,099 m³/s) dengan kuantitas udara keseluruhan (10,411 m³ /s).

3. Berdasarkan hasil perhitungan dibutuhkan 4 buah

blower pada lubang SD-C2 Manual, yang mana penambahan 1 *blower* berdasarkan kondisi di lapangan saat ini.

4. Panjang *duct* yang bisa dicapai *blower* utama adalah 45 m, *blower* pengiringnya 26 m dan *blower* pembantu bisa mengalirkan udara sepanjang 42 m.
5. Setelah dilakukan evaluasi terdapat perubahan pada sistem ventilasi lubang SD-C2 Manual, terdapat penambahan 1 *blower* hisap di antara front kerja 2 dan front kerja 3.

5.2 Saran

Beberapa saran didapat berdasarkan kesimpulan adalah sebagai berikut :

1. Untuk memenuhi kualitas dan kuantitas lubang bukaan SD-C2 Manual yang melewati ambang batas disarankan bagi perusahaan menambah udara kedalam tambang.
2. Perlunya perbaikan pada *duct* ventilasi yang robek agar tidak mengurangi kuantitas udara agar tidak mengurangi kebutuhan pernapasan pekerja, mendilusi gas metan dan peralatan mesin di dalam tambang.
3. Segera lakukan pemasangan *fan* hisap, karena berdasarkan perhitungan jumlah *blower* yang dibutuhkan di SD-C2 adalah 4 *blower*, dan perlu dilakukan penambahan 1 unit *blower* lagi
4. Pembelokan pada saluran udara *blower* agar dapat dipertimbangkan dan diperhatikan sebab akan berpengaruh terhadap kuantitas udara.
5. Dengan adanya penambahan *blower* hisap maka, sistem ventilasi sesudah evaluasi akan memperbaiki kualitas udara di lubang SD-C2.

Daftar pustaka

- [1] Alman Syarif dan Bambang Heryadi, (2019) Evaluasi & Analisis Rencana Perubahan Jalur Ventilasi Untuk Kebutuhan Lubang, Journals Mining Engineering: Jurnal Bina Tambang, vol.4no.1 hal.252-265
- [2] Bambang Heriyadi (2012). Ventilasi tambang : buku ajar
- [3] Hartman, Howard L, Mutmansky, Jan, et al, (1997). *Mine Ventilation and Air Conditioning Newyork: A Wiley-Interscience Publication.*
- [4] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia NOMOR : 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Lingkungan Kerja. Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. Jakarta.