

Kajian Sistem Jaringan Ventilasi Tambang Emas Blok Cikoneng PT Cibaliung Sumberdaya, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten

¹Nurul Janah, ²Stevano Munir, ³Sriyanti

^{1,2,3}*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,*

Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

email : ¹janahnurul800@gmail.com, ²janah.nurul75@yahoo.com

Abstract. In the application of underground mining method, PT Cibaliung Sumberdaya (CSD) considers over the factors of geology and geomechanics which are from the characteristics of ore deposits and side rock mass. With the type of gold deposits in the form of vein with a compressive strength of the side rock 73.7 MPa, Cut and Fill mining method (C & F) is suitable for exploit the gold at PT CSD.

Ventilation network system in PT CSD consists of two units of exhausting Main Fan installed in Cibitung Block and Cikoneng Block. From both Exhausting Main Fan can produce cleaner air 110,78 m³/s through the Portal Cikoneng at an elevation of 1160 m.dpl then distributed to Cibitung Block and Cikoneng Block with a ratio of 60% and 40%. Because of this division is not balanced, then the ventilation network system problems occur in Cikoneng Block. There are 4 (four) Booster Fan Forcing unit in Cikoneng Block consisting of 2 (two) units Booster Fan @ 37 kW at an elevation of 1124 m.dpl installed in the X-cut-2 operated in series, 1 (one) unit of Booster Fan @ 37 kW at an elevation of 1081 m.dpl installed in Xcut-4 Acc operated in series and 1 (one) unit Booster Fan 2 @ 55 kW at an elevation of 1079 m.dpl installed in Cikoneng Decline and operated in series. Air entering Block Cikoneng then branched into X-cut-2 and Cikoneng Decline by comparison of 31,44 m³/second and 8,11 m³/second. In that conditions, problem happened in Cikoneng Decline, where the air needs there 18,59 m³/s can not be fulfilled. Cause it is a clean air coming into the X-cut-2 are too much which is 31.44 m³/s of which should only be 26.5 m³/s. In addition to the reduction in the air flow can caused by large losses due to the high value of resistance and head loss in the airways. To overcome these problems, corrective action needed to the ventilation system in Cikoneng Decline network. For The Cikoneng Decline installation location of Booster Fan 2 @ 55 kW are moved to minimize head loss so that not much losses in the clean air. After the improvement simulation to the ventilation system in Cikoneng Decline tissue are done, the following results are obtained : the amount of air flow that is capable of inhaled by Booster Fan 2 @ 55 kW increase from 27.62 m³/s to 31.89 m³/s, the value of R_{eq} reduced from 0,03 Ns⁻²/m⁸ to 0.02 Ns⁻²/m⁸ and total head loss value was reduced from 31.60 Pa to 26.09 Pa.

Keyword : Psychrometric Properties, Respiratory Requiremets, Ventilation Network System

Abstrak. Dalam penerapan metode penambangan bawah tanah, PT Cibaliung Sumberdaya (CSD) mempertimbangkan faktor karaktersitik geologi dan geomekanika baik dari endapan bijih maupun massa batuan samping. Dengan tipe endapan bijih emas berupa urat (*vein*) dengan kekuatan tekan batuan samping sebesar 73,7 MPa, metode penambangan *Cut and Fill* (C & F) cocok untuk daerah IUP Eksploitasi PT CSD. Sistem jaringan ventilasi di PT CSD terdiri dari 2 (dua) unit *Exhausting Main Fan* yang terpasang masing – masing di Blok Cibitung dan di Blok Cikoneng. Dari kedua *Exhausting Main Fan* dapat menghasilkan udara bersih sebesar 110,78 m³/s melalui Portal Cikoneng pada elevasi 1160 m.dpl yang kemudian didistribusikan ke Blok Cibitung dan Cikoneng dengan perbandingan 60% dan 40%. Karena pembagian ini tidak seimbang, maka permasalahan sistem jaringan ventilasi terjadi di Blok Cikoneng. Sistem jaringan ventilasi tambang di Blok Cikoneng terdiri dari 4 (empat) unit *Forcing Booster Fan* yang terdiri dari 2 (dua) unit *Booster Fan @ 37 kW* pada elevasi 1124 m.dpl yang terpasang di X-cut-2 dioperasikan secara seri, 1 (satu) unit *Booster Fan @ 37 kW* pada elevasi 1081 m.dpl terpasang di Xcut-4 Acc dioperasikan secara seri dan 1 (satu) unit *Booster Fan 2 @ 55 kW* pada elevasi 1079 m.dpl terpasang di *Decline* Cikoneng dioperasikan secara seri. Udara yang masuk ke Blok Cikoneng kemudian dicabangkan ke X-cut-2 dan *Decline* Cikoneng dengan perbandingan 31,44 m³/detik dan 8,11 m³/detik. Dengan kondisi aliran udara tersebut timbul permasalahan yang terjadi di *Decline* Cikoneng, dimana kebutuhan udara di *Decline* Cikoneng tidak dapat terpenuhi. Penyebab hal tersebut adalah udara bersih yang masuk ke X-cut-2 terlalu banyak yakni sebesar 31,44 m³/s dari yang seharusnya hanya 26,5 m³/s. Selain hal tersebut berkurangnya aliran udara tersebut disebabkan banyaknya *losses* akibat besarnya

nilai tahanan dan *head loss* pada *airways*. Untuk mengatasi masalah tersebut, diperlukan tindakan perbaikan terhadap sistem jaringan ventilasi di *Decline* Cikoneng. Untuk di *Decline* Cikoneng lokasi pemasangan *Booster Fan 2 @ 55 kW* dipindahkan untuk memperkecil tahanan dan *head loss* agar udara bersih tidak banyak yang *losses*. Setelah dilakukan simulasi perbaikan pada sistem jaringan ventilasi di *Decline* Cikoneng, didapatkan hasil sebagai berikut banyaknya aliran udara yang mampu dihisap *Booster Fan 2 @ 55 kW* meningkat dari 27,62 m³/s menjadi 31,89 m³/s, nilai Req berkurang dari 0,03 Ns²/m⁸ menjadi 0,02 Ns²/m⁸ dan nilai *total head loss* berkurang dari 31,60 Pa menjadi 26,09 Pa.

Kata Kunci : Sifat – Sifat Psikrometrik, Kebutuhan Pernafasan, Sistem Jaringan Ventilasi

A. Pendahuluan

Banyaknya aliran udara bersih yang masuk melalui mulut tambang (Portal) pada elevasi 1180 m.dpl sebelum dicabangkan ke Blok Cikoneng dan ke Blok Cibitung sebanyak 110,78 m³/s yang ditangani *Exhausting Main Fan* Cikoneng pada elevasi 1190 m.pl. Setelah dicabangkan, banyaknya aliran udara bersih yang masuk ke Blok Cikoneng sebanyak 56,28 m³/s, sedangkan yang masuk ke Blok Cibitung 84,1 m³/s. Udara bersih yang mengalir ke Blok Cikoneng dicabangkan ke *Decline* Cikoneng sebanyak 8,11 m³/s (14,4% dari total aliran udara di Blok Cikoneng) dan ke X-cut-2 sebanyak 31,44 m³/s (85,6% dari total aliran udara di Cikoneng).

Berdasarkan data tersebut, permasalahan sistem jaringan ventilasi tambang yang timbul di Blok Cikoneng adalah bahwa pasokan aliran udara bersih yang masuk ke *Decline* Cikoneng sangat kecil dibandingkan pasokan aliran udara bersih yang masuk ke X-cut-2. Dengan kondisi aliran udara tersebut kebutuhan udara sebesar 18,59 m³/detik untuk setiap *stope* di *Decline* Cikoneng belum dapat terpenuhi.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap sistem jaringan pada rute X-cut-2 dan rute *Decline* Cikoneng, kemudian menganalisis penyebab permasalahan yang timbul pada kedua rute sistem jaringan tersebut dan melakukan upaya tindakan perbaikan guna mengatasi permasalahan di *Decline* Cikoneng.

B. Landasan Teori

1. Perhitungan Kebutuhan Udara Segar

Jenis kegiatan manusia dapat dibedakan atas :

- Dalam keadaan istirahat
- Dalam melakukan kegiatan kerja yang moderat, misalnya kerja kantor
- Dalam melakukan kegiatan keras, misalnya olahraga atau kerja di tambang

Atas jenis kegiatan kerja yang dilakukan ini akan diperlukan udara segar yang berlainan jumlahnya. Laju pernafasan akan berlainan bagi setiap kegiatan manusia yang berbeda, makin keras kerja yang dilakukan makin besar angka laju pernafasannya.

Tabel 3.1
Pesyaratan Pernafasan

Kegiatan Kerja	Laju Pernafasan Per menit	Udara Terhirup per menit dalam in ³ /menit (10 ⁻⁴ m ³ /s)	Oksigen terkonsumsi,cfm (10 ⁻⁵ m ³ /detik)	Angka bagi pernafasan (<i>respirator qoutient</i>)
Istirahat	12-18	300 - 800	0,01 (0,47)	0,75

		(0,82 - 2,18)		
Kerja Moderat	30	2800 - 3600 (7,64 - 9,83)	0,07 (3,3)	0,9
Kerja Keras	40	6000 (16,4)	0,10 (4,7)	1,0

Sumber : Forbes and Grove, 1954

2. 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 :

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

- Q : Banyaknya aliran udara (m³/s)
A : Luas penampang *airways* (m²)
V : Kecepatan aliran udara (m/s)

3. Tahanan Saluran Udara Tambang (*Airway Resistance*)

Karena hilangnya tekanan sebuah saluran udara berbanding lurus dengan kuadrat jumlah udara yang mengalir melalui itu, hubungan kuantitas *head* dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan dengan memasukkan konstanta proporsionalitas. Jadi persamaan *Atkinson's* dapat ditulis sebagai berikut :

$$H_l = RQ^2$$

Dimana:

- H_l : *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 dibawah :

$$R = \frac{KO(L+Le)}{A^3}$$

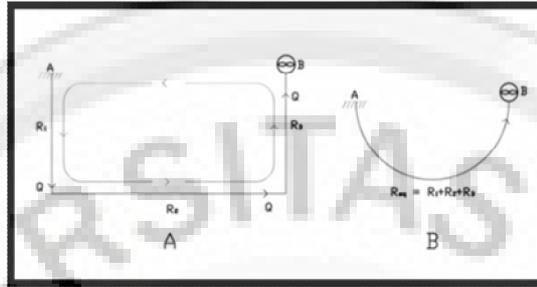
Dimana :

- R : Tahanan min² / ft⁶ (N-s² / m⁸)
K : Koefisien Gesekan (kg/cm³)
O : Keliling *Airways* (m)
L : Panjang *Airways* (m)
Le : Panjang Ekuivalen (m)
A : Luas *Airways*

4. Jaringan Ventilasi Tambang Rangkaian Seri

Dalam sistem jaringan ventilasi, ada 2 (dua) kombinasi sambungan lubang – lubang bawah tanah (*airyaws*), yaitu seri, paralel dan seri paralel. Ada kemungkinan kedua rangkaian tersebut dapat dikombinasikan menjadi rangkaian yang kompleks.

Rangkaian seri didefinisikan sebagai rangkaian yang saluran udara diatur dari ujung ke ujung, jumlah udara yang mengalir melalui setiap saluran udara adalah sama. Contoh rangkaian seri ditampilkan dalam Gambar 1.



Sumber : Malcolm J. Mc.Pheron, 1993

Gambar 1

(a) Jalur Udara Seri (b) Jumlah Jalur Udara

Dalam rangkaian seri, kuantitas dan arah aliran udara melalui setiap saluran yang sama. Oleh karena itu, persamaan sebelumnya dapat ditulis sebagai berikut tanpa mendistribusikan keabsahan tanda konvensi yang diadopsi:

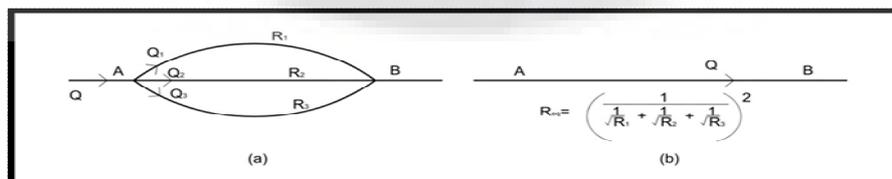
$$H_1 = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots) Q^2 = R_{eq} Q^2$$

di mana R_{eq} disebut sebagai tahanan ekivalen dengan rangkaian seri. Persamaan ini sehingga mendefinisikan tahanan ekivalen untuk rangkaian seri sebagai penjumlahan dari saluran udara individu. Oleh karena itu, persamaan umum berikut untuk tahanan seri dapat ditulis:

$$R_{eq} = \frac{H_1}{Q^2} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

5. Jaringan Ventilasi Tambang Rangkaian Paralel

Saluran udara dikatakan terhubung secara paralel ketika saluran udara yang bergabung pada saat yang sama dua node dan total aliran udara dibagi di antara kedua saluran udara (Gambar 2).



Sumber : Malcolm J. Mc.Pheron, 1993

Gambar 2

(a) Jalur Udara Paralel (b) Jumlah Jalur Udara

Dalam ventilasi tambang, praktik ini disebut pembagian dan percabangan. Ada dua bentuk pemisahan, diantaranya pemisahan alami terjadi ketika jumlah udara dibagi di antara cabang-cabang paralel dengan sendirinya tanpa regulasi dan pemisahan dikendalikan terjadi ketika kuantitas ditetapkan udara dibuat untuk mengalir melalui masing-masing cabang paralel dengan cara regulasi. Menurut hukum pertama *Kirchhoff's*, persamaan umum dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots$$

Sehingga ketika saluran udara disusun secara paralel, jumlah total aliran udara adalah penjumlahan dari jumlah aliran udara yang mengalir melalui saluran udara individu. Menurut hukum kedua *Kirchhoff's*, juga dapat menunjukkan bahwa kerugian *head* untuk paralel saluran udara adalah sama.

$$H_1 = H_2 = H_3 = \dots$$

C. Hasil Penelitian

1. *Main Fan* dan *Booster Fan*

PT CSD menggunakan 2 *Main Fan* untuk menghisap (*exhausting*) dua blok penambangan, yakni blok Cikoneng dan Cibitung. Masing - masing *Main Fan* memiliki daya @ 132 kW. *Main Fan* untuk Blok Cikoneng terpasang pada elevasi 1190 m.dpl. Banyaknya aliran udara yang dihasilkan dari *Main Fan* ini sekitar 60 m³/s sampai 98 m³/s dan *total pressure fan* ini sebesar 390 Pa sampai 1.490 Pa

Booster Fan yang digunakan untuk mendistribusikan udara bersih ke setiap tempat kerja memiliki daya dan ukuran yang berbeda, yakni *Booster fan* @ 37 kW dan *Booster Fan 2* @ 55 kW. *Booster Fan* 37 kW mampu menghasilkan aliran udara sekitar 7 m³/s sampai 13,25 m³/s dan *total pressure fan* ini sebesar 3000 Pa sampai 600 Pa. Untuk *Booster Fan 2* @ 55 kW mampu menghasilkan aliran udara sekitar 15 m³/s sampai 34 m³/s dengan *total pressure* sekitar 4041,7 Pa sampai 600 Pa.

Booster Fan yang terpasang di lokasi – lokasi, seperti di X-cut-2 Cikoneng dipasang 2 (dua) unit *Booster Fan* dengan daya @ 37 kW pada elevasi 1124 m.dpl yang dioperasikan secara seri, di X-cut-4 Acc dipasang 1 (satu) unit *Booster Fan* dengan daya @ 37 kW pada elevasi 1081 m.dpl yang dioperasikan secara seri dan di *Decline* Cikoneng dipasang 1 (satu) unit *Booster Fan* dengan daya 2 @ 55 kW pada elevasi 1079 m.dpl yang dioperasikan secara seri.

2. Kuantitas dan Kualitas Udara Bersih

Parameter kuantitas dan kualitas udara tambang yang ada merupakan limitasi penilaian dalam mengkaji kinerja sistem jaringan ventilasi. Parameter kuantitas terdiri dari kecepatan aliran udara, banyaknya aliran udara dan tekanan udara, sedangkan parameter kualitas udara berupa beberapa sifat *psychrometric*, seperti suhu basah, suhu kering dan kelembaban relatif (*Relative Humidity* = %). Pada Tabel 1 menunjukkan hasil dari pengukuran parameter kuantitas dan kualitas udara di Blok Cikoneng dan tempat – tempat kerja (*stope*) di Blok Cikoneng.

Tabel 1
Hasil Pengukuran Kuantitas dan Kualitas Rata – Rata Di Blok Cikoneng

Lokasi Pengukuran	Kecepatan Aliran Udara (m/s)	Banyaknya Aliran Udara (m ³ /s)	Suhu Kering, Td(°C)	Suhu Basah, Tw(°C)	Kelembaban Relatif, RH(%)
Terowongan					
Portal Cikoneng	6,82	110,78	27,1	25	85,55
Intersection Blok Cibitung	3,79	84,09	26,65	24,95	87,25
Intersection Blok Cikoneng	2,7	56,28	26,25	25,03	90,75
X-cut-2	1,98	31,44	27,38	25,68	87,55
Setelah X-cut-2	0,47	8,11	26,98	25,33	87,5

Sumber : Data Penelitian Ventilasi Tambang, 2014

Berdasarkan data hasil pengukuran di atas pembagian udara bersih yang masuk ke Blok Cibitung dan Blok Cikoneng tidak seimbang yakni 84,09 m³/detik ke Blok Cibitung dan 56,28 m³/detik ke Blok Cikoneng, sehingga diindikasikan timbul permasalahan di Blok Cikoneng. Setelah dilakukan pengukuran kuantitas dan kualitas di Blok Cikoneng, ternyata permasalahan yang terjadi di Blok Cikoneng adalah udara yang masuk ke X-cut-2 sebesar 31,44 m³/detik dan yang masuk ke *Decline* Cikoneng 8,11 m³/detik, dengan pembagian seperti itu udara yang masuk ke X-cut-2 dianggap terlalu besar dibandingkan udara bersih yang masuk ke *Decline* Cikoneng. Padahal di *Decline* Cikoneng terdapat X-cut-7 yang merupakan *stope* produksi yang memiliki produksi bijih emas yang tinggi dibandingkan X-cut lain yang ada di Blok Cikoneng.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan upaya tindakan perbaikan, untuk meningkatkan banyaknya udara yang masuk ke *Decline* Cikoneng dengan melakukan pemindahan lokasi pemasangan *Booster Fan* 2 x 55 kW pada rute jaringan *Decline* Cikoneng dan X-cut-7.

3. Kebutuhan Udara Bersih

Penentuan kebutuhan udara tambang dilakukan untuk merencanakan banyaknya aliran udara yang harus disediakan untuk para pekerja dan alat mekanis yang bekerja secara bersama – sama pada tempat kerja (*stope*). Penentuan kebutuhan udara tambang didasarkan pada KepMen No.555.K/26MPE/1995 dan *Howard L. Hartman*. Pada Tabel 2 menunjukkan kebutuhan udara untuk jumlah pekerja terbanyak yakni 5 orang dan kebutuhan untuk alat mekanis pada *horse power* alat terbesar yakni 368,8 HP.

Tabel 2
Kebutuhan Udara Tambang Untuk Setiap *Stope*

Ketentuan Kebutuhan Udara	Kebutuhan Udara Setiap Pekerja dan Setiap Tenaga Kuda (m ³ /detik)		Total Kebutuhan Udara Untuk Setiap <i>Stope</i> (m ³ /detik)
	5 orang pekerja	368,8 tenaga kuda	
KepMen No.555 Tahun 1995	0,15	18,44	18,59

<i>Howard L. Hartman</i>	0,05	18,44	18,49
--------------------------	------	-------	-------

Sumber : Data Penelitian Ventilasi Tambang, 2014

Kebutuhan udara yang dihitung berdasarkan KepMen No.555 Tahun 1995 dengan berdasarkan *Howard L. Hartman* memiliki nilai yang tidak jauh berbeda, namun untuk dijadikan kebutuhan udara bersih rencana diambil kebutuhan udara yang nilainya paling besar, yaitu 18,59 m³/detik.

Jika kebutuhan udara untuk setiap *stope* dibandingkan dengan ketersediaan udara bersih di *stope* aktif Blok Cikoneng berdasarkan hasil pengukuran kuantitas udara di *setiap stope*, dapat disimpulkan bahwa ketersediaan udara bersih di *setiap stope* belum dapat terpenuhi seperti ditunjukkan oleh Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3
Perbandingan Kebutuhan Udara untuk Setiap *Stope* dengan Ketersediaan Banyaknya Aliran Udara Setiap *Stope*

Lokasi <i>Stope</i> Aktif	Kebutuhan Udara Setiap <i>Stope</i> (m ³ /detik)	Ketersediaan Banyaknya Aliran Udara (m ³ /detik)
X-cut-2B <i>South</i> 1130 m.dpl	18,59	6,75
X-cut-2B <i>North</i> 1125 m.dpl		9,48
X-cut-2B 1145 m.dpl		5,46
X-cut-6D		5,8
X-cut-6B		1,85
<i>Man Way</i>		1,82
X-cut-7 <i>South</i>		2,6
X-cut-7 <i>North</i>		3,21
<i>Decline</i> Cikoneng		5,10

Sumber : Data Penelitian Ventilasi Tambang, 2014

4. Sistem Jaringan Ventilasi Blok Cikoneng, X-cut-2 dan *Decline* Cikoneng

Parameter - parameter yang ditentukan dalam mengkaji sistem jaringan ventilasi tambang, diantaranya tahanan ekivalen jaringan dan *total head loss*. Penentuan parameter - parameter tersebut dilakukan pada rute jaringan X-cut-2 dan *Decline* Cikoneng. Rute jaringan *Decline* Cikoneng terbagi lagi menjadi 2 (dua) rute, yakni rute jaringan X-cut-7 dan *Decline* dan rute jaringan X-cut-4. Pada Tabel 4 merupakan kondisi jaringan ventilasi rute X-cut-2 pada keadaan aktual dan rencana. Sedangkan pada Tabel 5 Kondisi jaringan rute *Decline* Cikoneng, X-cut-7 pada keadaan aktual, rencana dan setelah dilakukan perbaikan serta rute X-cut-4 Acc pada keadaan aktual dan rencana.

Tabel 4
Data Ringkasan Kondisi Jaringan Ventilasi di X-cut-2

Parameter Kinerja	Hasil Evaluasi Kondisi Jaringan Ventilasi			
	X-cut-2B <i>South</i> dan <i>North</i>		X-cut-2B	
	Aktual	Rencana	Aktual	Rencana
Luas <i>airways</i> (m ²)	0,64	0,64	0,64	0,64
Banyaknya Aliran Udara (m ³ /detik)	16,23	12,65	5,46	5,01

Tahanan Ekivalen ($N\text{-}s^2/m^8$)	0,05	0,05	7	7
Total Head Loss (Pa)	12,84	8,56	208,79	1229,56

Sumber : Data Penelitian Ventilasi Tambang, 2014

Tabel 5

Data Ringkasan Kondisi Sistem Jaringan Ventilasi di *Decline* Cikoneng , X-cut-7 & X-cut-4 Acc

Parameter Kinerja	Hasil Evaluasi Kondisi Sistem Jaringan Ventilasi				
	Decline Cikoneng & X-cut-7			X-cut-4 Acc	
	Aktual	Rencana	Setelah Perbaikan	Aktual	Rencana
Luas <i>airways</i> (m^2)	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64
Banyaknya Aliran Udara ($m^3/detik$)	10.91	27.62	31.89	8.85	13.45
Tahanan Ekivalen ($N\text{-}s^2/m^8$)	0.03	0.03	0.02	0.04	0.04
Total Head Loss (Pa)	3.25	31.6	26.09	3.17	7.11

Sumber : Data Penelitian Ventilasi Tambang, 2014

D. Kesimpulan

1. Belum optimalnya kinerja *Main Fan @ 132 kW* yang masing – masing dipasang di Blok Cibitung dan di Blok Cikoneng untuk menghisap udara bersih ke dalam tambang melalui Portal disebabkan oleh rendahnya kapasitas hisap yang hanya $110,78 m^3/s$ dari yang seharusnya $189,74 m^3/s$. Pembagian aliran udara bersih sebesar $110,78 m^3/s$ ini yang terdiri dari 60% ke Blok Cibitung dan 40% ke Blok Cikoneng dianggap tidak seimbang sehingga menimbulkan permasalahan sistem jaringan ventilasi di Blok Cikoneng. Udara yang masuk ke Blok Cikoneng kemudian akan di cabangkan ke $31,44 m^3/detik$ ke X-cut-2 dan $8,11 m^3/detik$ ke *Decline* Cikoneng, pembagian aliran udara tersebut dianggap tidak sesuai dengan kondisi penambahan *Booster Fan* yang terpasang pada kedua rute jaringan. Dengan pembagian aliran udara tersebut sehingga kebutuhan udara bersih sebesar $18,59 m^3/detik$ di *Decline* Cikoneng belum terpenuhi.
 Karena kondisi sifat *psychrometric* udara tambang, seperti suhu dan kelembaban relatif di Blok Cikoneng yang sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan dalam KepMen No.555 Tahun 1995, yakni suhu tidak boleh melebihi $28^\circ C$ dengan kelembaban relatif tidak boleh melebihi 85%. Maka untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu adanya aliran udara tambahan untuk menurunkan suhu.
2. Penyebab utama aliran udara yang masuk ke *Decline* Cikoneng sangat kecil adalah udara yang masuk ke X-cut-2 terlalu besar. Terlalu besarnya aliran udara yang masuk ke X-cut-2 disebabkan oleh elevasi penambangan X-cut-2 berdekatan dengan elevasi pemasangan *Main Fan @ 132 kW*, yakni hanya berjarak 60 m sehingga menyebabkan daya hisap *Booster Fan 2 @ 37 kW* menjadi lebih besar. Selain itu, kecilnya aliran udara yang masuk ke *Decline*

adalah jaringan ventilasi *Decline* Cikoneng sudah terlalu panjang sehingga nilai tahanan ekivalen dan *total head loss* menjadi sangat besar.

3. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan upaya tindakan perbaikan sistem jaringan ventilasi tambang di *Decline* Cikoneng, yakni dengan pemindahan lokasi pemasangan *Booster Fan 2 @ 55 kW* yang awalnya berada pada elevasi 1079 m.dpl menjadi pada elevasi 1063 m.dpl. Berdasarkan hasil simulasi pemindahan *Booster Fan 2 @ 55 kW*, didapatkan bahwa banyaknya aliran udara meningkat dari kondisi rencana yang awalnya 27,62 m³/s menjadi 31,89 m³/s.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. "*Draft Ventilation of Underground Mines*". Safe Work Australia. Australia
- Direktorat Teknik Pertambangan Umum, Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Surat Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Republik Indonesia Nomor 555.K/26/MPE/1995. Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pertambangan Umum, Jakarta, 1995.
- Hartman, H. L. 1982. "*Mine Ventilation And Air Conditioning*". 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada
- McPherson, Malcolm J. 1992. "*Subsurface Ventilation And Enviromental Engineering*". Chapman and Hall Inc. USA
- McDermott, Hendry J. 1985. "*Handbook of Ventilation for Contaminant Control*". Butterworth Publieshers of America.
- Wiyono, Bagus dan Sudarsono. 2001. "*Diktat Kuliah Ventilasi Tambang*". Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran". Yogyakarta.