

## Kajian Perubahan Kuantitas Udara pada Sistem Ventilasi Area Penambangan Kubang Kicau di PT Antam Tbk UBPE Pongkor, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat

Rafid Rabbani\*, Sriyanti, Elfida Moralista

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\* rabbanirafid3@gmail.com,  
elfidamoralista95@gmail.com

sriyanti.tambang@yahoo.com,

**Abstract.** In the Kubang Kicau mining area at PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor, Bogor District, West Java Province, there is a change in the quantity of air in the ventilation system. The change is due to a decrease in air flow from the blower fan with flexible duct. Air leakage in the area around the main fan causes air to return. Thus it is necessary to research changes in air quantity. The purpose of this study is to determine the decrease in air flow in the new condition blower fan 37 kW with a flexible duct distance of 100 m and a reconditioned blower fan 15 kW with a flexible duct distance of 30 m, as well as determine air leakage in the area around the main fan. Data processing is carried out to determine the tunnel area, air leakage area, flexible duct area, air flow reduction, and air leakage. The data required are tunnel dimensions, air leakage area dimensions, flexible duct distance, air velocity, and air flow from the blower fan specification (GIA SwedVent). The decrease in air discharge determined by the company is a maximum of 15%. The decrease in air flow in the blower fan 37 kW is 22.96% and the decrease in air flow in the blower fan 15 kW is 37.19%. Thus the two blower fans do not meet the standards set by the company. The amount of air leakage around the main fan is 1.391-10.601% so it still meets the standards set by the company.

**Keywords:** *Ventilation System, Blower Fan, Flexible Duct.*

**Abstrak.** Pada area penambangan Kubang Kicau di PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, terjadi perubahan kuantitas udara pada sistem ventilasi. Perubahan tersebut karena penurunan debit udara dari blower fan dengan flexible duct. Leakage udara pada area sekitar main fan mengakibatkan udara balik. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian perubahan kuantitas udaranya. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui penurunan debit udara pada blower fan 37 kW kondisi baru berjarak flexible duct 100 m dan blower fan 15 kW rekondisi berjarak flexible duct 30 m, serta mengetahui leakage udara pada area sekitar main fan. Pengolahan data dilakukan untuk menentukan luas tunnel, luas area leakage udara, luas flexible duct, penurunan debit udara, dan leakage udara. Data yang diperlukan adalah dimensi tunnel, dimensi area leakage udara, jarak flexible duct, kecepatan udara, serta debit udara dari spesifikasi blower fan (GIA SwedVent). Penurunan debit udara yang ditentukan oleh perusahaan yaitu maksimal 15%. Penurunan debit udara pada blower fan 37 kW yaitu 22,96% dan penurunan debit udara pada blower fan 15 kW yaitu 37,19%. Dengan demikian kedua blower fan tersebut tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan. Banyaknya leakage udara di sekitar main fan yaitu 1,391-10,601% sehingga masih memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan.

**Kata Kunci:** *Sistem Ventilasi, Blower Fan, Flexible Duct.*

## A. Pendahuluan

PT Antam Tbk UBPE Pongkor yaitu bagian dari Badan Usaha Milik Negara (BUMN), PT Antam Tbk ini merupakan perusahaan di bidang pertambangan sumber daya mineral pada Unit Bisnis Penambangan Emas (UBPE) Pongkor. Untuk metode penambangannya termasuk tambang bawah tanah (*underground mining*). Salah satu faktor yang harus diperhatikan pada tambang bawah tanah yaitu faktor suplai udara segar, karena tidak berhubungan langsung dengan udara luar seperti pada tambang terbuka. Dengan demikian tambang bawah tanah itu sangat tergantung kepada sistem ventilasi yang baik dikarenakan akan mempengaruhi produktivitas dan produksi pada tambang bawah tanah.

Fungsi utama ventilasi tambang yaitu untuk menyediakan atau mengalirkan udara segar menuju ke dalam tambang dan mengeluarkan udara kotor ke luar tambang, sehingga berguna bagi pernapasan manusia maupun untuk kebutuhan peralatan mekanis. Dalam sistem ventilasi udara bergerak karena terdapat *main fan* dan *auxiliary fan*. Kebutuhan udara segar yang tercukupi akan menciptakan lingkungan kerja menjadi nyaman dan aman. Dengan demikian maka *main fan* dan *auxiliary fan* harus berfungsi secara optimal. Akan tetapi pada area penambangan Kubang Kicau terjadi *leakage* sehingga udara menjadi berkurang. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian terhadap kuantitas udara di area ini.

Jadi pada PT Antam Tbk UBPE Pongkor, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat, perlu dilakukan kajian perubahan debit udara pada sistem ventilasi area penambangan Kubang Kicau yang terdiri dari empat *main fan* dan dua *blower fan*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat tujuan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Mengetahui penurunan debit udara pada *blower fan* 37 kW kondisi baru dengan jarak *flexible duct* 100 m.
2. Mengetahui penurunan debit udara pada *blower fan* 15 kW rekondisi dengan jarak *flexible duct* 30 m.
3. Mengetahui *leakage* udara pada area sekitar *main fan*.

## B. Metodologi Penelitian

Aliran udara tambang adalah faktor utama yang menentukan suatu ventilasi tambang dapat berjalan maksimal. Prinsip-prinsip aliran udara menurut (Yuniarto, Wahyu Bagus, Et Al, 2020) adalah:

1. Udara mengalir dari tekanan yang lebih tinggi bergerak ke tekanan yang lebih rendah.
2. Jalur-jalur ventilasi mengakibatkan aliran udara lebih banyak yang mana memberikan tahanan lebih kecil dibanding jalur tahanan yang lebih besar.
3. Tekanan atmosfer harus diperhatikan dalam tekanan ventilasi, dikarenakan bisa positif atau *blowing* dan negatif (*exhausting*).
4. Aliran udara di tempat dengan suhu lebih rendah akan bergerak ke tempat yang bersuhu lebih tinggi.
5. Hukum-hukum yang diperlukan dalam ventilasi tambang yaitu seperti hukum Kirchoff 1 dan 2 serta hukum kuadrat.

**Tabel 1.** Komposisi Udara Segar

Unsur	Persen Volume
Nitrogen	78,09
Oksigen	20,95
Karbon Dioksida	0,03
Argon, dll.	0,93

Sumber: Hartman, 1982

Kebutuhan udara tambang bawah tanah dengan kualitas yang baik sangatlah penting karena berpengaruh terhadap pernapasan dan lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Didalamnya ditemukan gas-gas berbahaya yang mesti dikeluarkan menggunakan saluran ventilasi, jadi saluran ini berperan sebagai keluar masuknya udara. Dalam udara tambang

mengandung campuran berupa udara atmosfer, emisi gas-gas dan bahan pengotor lainnya. Maka udara berkualitas baik yaitu bila mendekati atau sama dengan komposisi udara luar keadaan normal. Jadi kualitas udara tersebut didasarkan atas parameter seperti gas, debu, suhu, dan kelembapan udara. Adapun gas-gas berbahaya atau beracun yang tidak dibutuhkan yaitu seperti metana (CH<sub>4</sub>), karbon monoksida (CO), sulfur oksida (SO<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan gas pengotor lainnya.

Fan dalam tambang berfungsi sebagai penyuplai udara dengan kecepatan dan debit tertentu tergantung kapasitas duct yang akan digunakan. Suplai udara bergerak dari luar ke dalam tambang. Dengan cara memompa dan menekan udara bersih. Fan mempunyai perbedaan tekanan antar kedua sisinya, sehingga aliran udara bergerak dari tempat yang tekanannya tinggi ke yang rendah. Fan mesti dibuat dari bahan yang tahan terhadap api atau bagian motor penggerakannya dikasih pelindung. Kinerja fan harus mampu mengubah energi mekanis menjadi energi fluida dengan cara menyimpan atau memasok tekanan agar head losses pada aliran bisa diatasi. Bagian fan terbagi menjadi dua (Asmunandar, andi, et al, 2017), yaitu:

1. Fan Blower

Yaitu fan berfungsi untuk menyuplai udara masuk. Metodenya dengan membangkitkan tekanan di intake (positif) yang lebih tinggi dibandingkan tekanan atmosfer, sehingga udara terhembus masuk ke dalam pit.

2. Exhaust Fan

Yaitu fan yang berfungsi menghisap udara berbahaya berupa gas-gas keluar. Caranya dengan membangkitkan tekanan yang lebih rendah di outtake (tekanan negatif) dibandingkan tekanan atmosfer.

Dalam ventilasi mekanis atau mesin, *fan* yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Main Fan

Yaitu mesin angin utama untuk memasok atau menyuplai kebutuhan udara segar bagi para pekerja maupun mesin/alat tambang lainnya. Dalam pemasangan main fan yang optimal di tunnel, maka arah putaran fan sesuai dengan arah tikungan jalur udara, hal ini berfungsi seperti untuk mengurangi shock loss.

2. Booster Fans

Yaitu mesin angin penguat yang digunakan pada saluran udara yang bercabang agar mempercepat aliran udara tapi volumenya tidak bertambah.

3. Auxiliary Fans

Yaitu mesin angin bantu untuk saluran udara tertutup atau dikenal dengan sebutan lubang buntu.

*Duct* berarti saluran yang dibuat untuk aliran udara. Sehingga dibutuhkan bagi pekerja agar udara bersih tetap tersedia melalui aliran udara tersebut. Fungsi *duct* yaitu untuk mengurangi tekanan yang hilang karena adanya gesekan pada dinding bawah tanah yang tak rata serta sebagai tempat pengaturan debit udara yang masuk ke masing-masing bagian dalam tambang. Beberapa parameter yang mesti dilakukan untuk membuat *duct* (Sestiana, rizka, et al, 2017), antara lain:

1. Bentuk *duct* harus bulat, karena dapat memperlancar aliran udara yang bergerak.
2. Bahan *duct* harus tahan terhadap korosi, karena untuk mencegah hal yang tak diinginkan seperti indikasi terjadi pembakaran.
3. Belokan pada *duct* dibuat jangan begitu tajam.
4. Jika ada suatu *duct* yang bercabang, maka sudut yang dibentuk terhadap *duct* utama yaitu harus lebih kecil atau sama dengan besar sudut 30° atau 45°.

Data primer terdiri dari dimensi *tunnel*, dimensi lubang atau *leakage* udara, jarak *flexible duct*, dan kecepatan udara. Sedangkan data sekunder terdiri dari spesifikasi alat *blower fan* GIA SwedVent berdasarkan *European standards*, peta WIUP OP dari *Quality Control Bureau*, peta administrasi dari Badan Informasi Geospasial 2020, dan peta geologi dari Lembar Bogor 1998. Pengolahan data dilakukan untuk menghitung penurunan debit udara maupun luas *leakage* udara. Data yang diperlukan adalah kecepatan udara, dimensi *tunnel* dan dimensi *leakage* udara. Analisis data dilakukan dengan metode komparatif yaitu

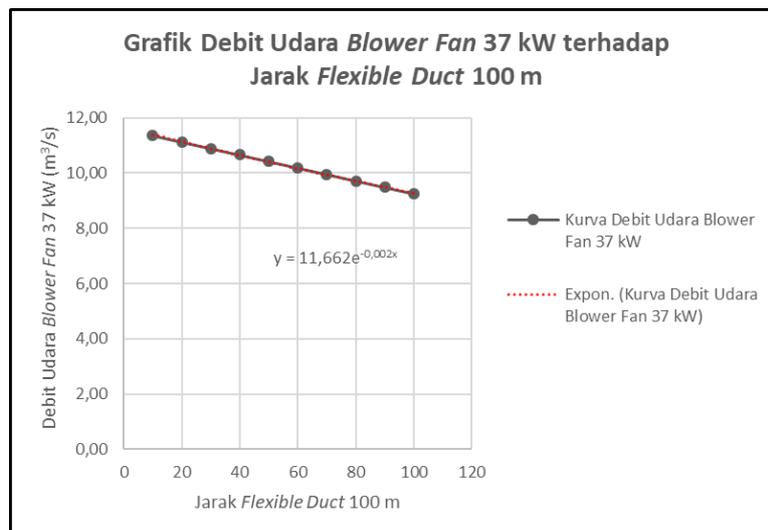
membandingkan hasil perhitungan penurunan debit udara terhadap standar yang ditentukan oleh perusahaan.

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

**Tabel 2.** Penurunan Debit Udara *Blower Fan* 37 kW

Data Penurunan Debit Udara Area Kubang Kicau (m <sup>3</sup> /s)										
XC 474 Reducer Bocor dan XC 460 Connect Selatan (Ujung Duct)/Blower Fan 37 kW Baru (Cogemacoustic)										
Data ke-n	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
1	11,356	11,289	11,222	11,154	11,087	11,019	10,952	10,885	10,817	10,750
2	11,352	11,046	10,740	10,435	10,129	9,823	9,517	9,212	8,906	8,600
3	11,356	11,289	11,222	11,154	11,087	11,019	10,952	10,885	10,817	10,750
4	11,380	10,832	10,285	9,737	9,189	8,641	8,093	7,546	6,998	6,450
5	11,367	11,299	11,230	11,161	11,093	11,024	10,956	10,887	10,819	10,750
6	11,352	11,046	10,740	10,435	10,129	9,823	9,517	9,212	8,906	8,600
7	11,387	11,316	11,245	11,174	11,104	11,033	10,962	10,891	10,821	10,750
8	11,371	11,064	10,756	10,448	10,140	9,832	9,524	9,216	8,908	8,600
9	11,361	11,293	11,225	11,157	11,089	11,021	10,954	10,886	10,818	10,750
10	11,354	10,809	10,264	9,719	9,175	8,630	8,085	7,540	6,995	6,450
Rata-Rata										
	11,36	11,13	10,89	10,66	10,42	10,19	9,95	9,72	9,48	9,25

Penurunan debit udara yang dihasilkan blower fan 37 kW dalam kondisi baru terhadap jarak flexible duct sejauh 100 m dapat dianalisis melalui grafik (Gambar 1) berdasarkan nilai rata-rata penurunan debit udara dari Tabel 2.

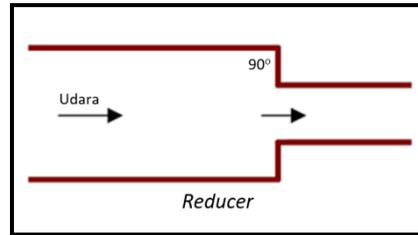


**Gambar 1.** Grafik Penurunan Debit Udara terhadap Jarak *Flexible Duct* 100 m

Grafik tersebut terdiri dari 10 titik, artinya ada 10 rol. Jarak pada 1 rol sama dengan 10 m, maka 10 rol berarti 100 m sebagai jarak flexible duct setelah dari blower fan 37 kW. Sumbu y (debit udara) terhadap sumbu x (jarak flexible duct 100 m), tentunya terjadi penurunan debit udara, hal ini sesuai dengan persamaannya yaitu nilai x negatif yang berarti kurva debitnya menurun. Dari persamaan itu dapat memprediksikan penurunan debit udara seperti apabila ingin mengetahui pada jarak flexible duct 120 m. Persamaan tersebut menunjukkan kondisi asli di lapangan yaitu semakin jauh jarak flexible duct maka semakin besar penurunan debit udara dari blower fan, namun terdapat leakage debit udara maka penurunannya akan semakin besar dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Leakage debit udara yaitu pada rol ke-1 flexible duct, diperoleh 0,64 m<sup>3</sup>/s. Leakage ini lebih tepatnya pada bagian reducer. Reducer yaitu penghubung blower fan dengan flexible

duct (awal flexible duct atau hanya rol pertama). Hampir setiap reducer (Gambar 2) yang digunakan berbentuk tajam atau menyiku (membentuk sudut 90o) karena menyesuaikan dengan ukuran diameter flexible duct yaitu 0,6 m.



**Gambar 2.** Pengurangan Debit Udara karena Penggunaan *Reducer*

Pengaruh penggunaan *reducer* yaitu terjadi perubahan dari diameter *blower fan* 0,7 m ke diameter *flexible duct* 0,6 m yang mengakibatkan aliran udara menjadi turbulen yang sebelumnya bergerak laminar dikarenakan aliran udara laminar menabrak dinding *reducer* yang membentuk 90° sehingga terjadi aliran udara turbulen. Jadi hembusan udara untuk suplai udara, dari awal telah terjadi penurunan debit udara karena udara bergerak turbulen. Akibat dari *leakage* debit udara pada *reducer* (rol pertama) dan pengaruh penggunaan *reducer* tersebut, maka terjadi penurunan debit udara yang cukup drastis, sehingga menurunkan kinerja dari *blower fan* yang seharusnya optimal.

Penurunan debit udara dari *blower fan* 37 kW kondisi baru ke tempat keluar udara (ujung) pada *flexible duct* jarak 100 m diperoleh 2,76 m<sup>3</sup>/s, maka persentasenya yaitu 22,96%. Namun jika *leakage* debit udara 0,64 m<sup>3</sup>/s tidak ada, maka penurunan debit udara hanya 2,12 m<sup>3</sup>/s, sehingga persentasenya diperoleh 5,31% sebagai idealnya.

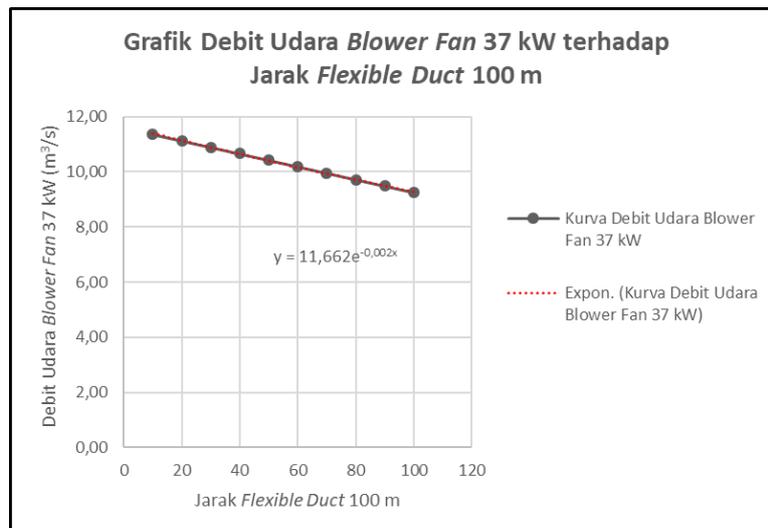
Berdasarkan data aktual persentase penurunan debit udara yaitu 22,96%, akan tetapi idealnya yaitu 5,31%, sedangkan mengacu dengan metode empiris oleh perusahaan ini perihal *leakage* udara yang diizinkan yaitu tidak lebih dari 15%. Jadi persentase penurunan debit udara yang diperoleh secara langsung di lapangan itu termasuk kurang baik atau tidak memenuhi persentase yang ideal maupun dari perusahaan. Penurunan debit udara sebesar 22,96% selain karena *leakage* udara pada bagian *reducer*, penurunan udara kemungkinan dapat juga disebabkan oleh *friction* pada dinding *flexible duct* yang lurus, *shock* pada perubahan ukuran saluran atau dinding *flexible duct* yang berbelok, *flexible duct* yang tertekuk, *leakage* udara pada sambungan setiap rol *flexible duct*, serta sobek atau lubang pada *flexible duct*.

Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan seperti bentuk *reducer* tidak dibuat tajam atau menyiku (90°). Dan pemasangan *flexible duct* secara kondisional harus dilakukan dengan baik, sehingga *flexible duct* tidak tertekuk, tidak terjadi *leakage* udara pada sambungan antar rol *flexible duct*, tidak terkena oleh penyanggaan, serta tidak terkena oleh alat mekanis pada saat beroperasi yang biasanya yaitu *jumbo drill* dan *wheel loader* beserta operatornya.

**Tabel 3.** Penurunan Debit Udara *Blower Fan* 15 kW

Data Penurunan Debit Udara Area Kubang Kicau ( $m^3/s$ )			
XC 481 Ujung <i>Duct</i> dan XC 474 <i>Duct Bocor/Blower Fan</i> 15 kW Lama (Howden)			
Data ke-n	10 m	20 m	30 m
1	3,820	3,196	2,572
2	3,865	3,190	2,515
3	3,835	3,189	2,543
4	3,880	3,226	2,572
5	3,850	3,154	2,459
6	3,835	3,119	2,402
7	3,790	3,124	2,459
8	3,850	3,211	2,572
9	3,865	3,176	2,487
10	3,805	3,174	2,543
	Rata-Rata		
	3,84	3,18	2,51

Penurunan debit udara yang dihasilkan blower fan 15 kW dalam kondisi lama (rekondisi) terhadap jarak flexible duct sejauh 30 m dapat dianalisis melalui grafik (Gambar 3) berdasarkan nilai rata-rata penurunan debit udara dari Tabel 3.

**Gambar 3.** Grafik Penurunan Debit Udara terhadap Jarak *Flexible Duct* 30 m

Grafik tersebut terdiri dari 3 titik, artinya ada 3 rol. Jarak pada 1 rol sama dengan 10 m, maka 3 rol berarti 30 m sebagai jarak flexible duct setelah dari blower fan 15 kW. Sumbu y (debit udara) terhadap sumbu x (jarak flexible duct 30 m), tentunya terjadi penurunan debit udara, hal ini sesuai dengan persamaannya yaitu nilai x negatif yang berarti kurva debatnya menurun. Dari persamaan itu dapat memprediksikan penurunan debit udara seperti jika ingin mengetahui pada jarak flexible duct 45 m. Persamaan tersebut menunjukkan kondisi asli di lapangan yaitu semakin jauh jarak flexible duct maka semakin besar penurunan debit udara dari blower fan, namun terdapat leakage debit udara maka penurunannya akan semakin besar dibandingkan dengan kondisi sebelumnya.

Leakage debit udara yaitu pada rol ke-1 flexible duct, diperoleh 0,16 m<sup>3</sup>/s. Leakage ini diakibatkan ada lubang pada rol pertama tersebut. Dampak adanya leakage ini yaitu

mengalami penurunan debit udara yang tidak ideal, sehingga menurunkan kinerja dari blower fan 15 kW rekondisi.

Penurunan debit udara dari blower fan 15 kW rekondisi menuju tempat keluar udara (ujung) pada flexible duct jarak 30 m didapatkan 1,49 m<sup>3</sup>/s, maka persentasenya yaitu 37,19%. Akan tetapi apabila leakage debit udara 0,16 m<sup>3</sup>/s tidak ada, maka penurunan debit udara hanya 1,33 m<sup>3</sup>/s, sehingga persentasenya yaitu 4,01% sebagai idealnya.

Berdasarkan data aktual persentase penurunan debit udara yaitu 37,19%, akan tetapi idealnya yaitu 4,01%, sedangkan mengacu dengan metode empiris oleh perusahaan ini perihal leakage udara yang diizinkan adalah tidak lebih dari 15%. Jadi persentase penurunan debit udara yang diperoleh secara langsung di lapangan itu termasuk kurang baik atau tidak memenuhi persentase yang ideal maupun dari perusahaan. Penurunan debit udara sebesar 37,19% selain karena lubang pada rol pertama flexible duct yang disebabkan seperti terkena alat mekanis, penurunan udara kemungkinan dapat juga disebabkan oleh bentuk reducer yang tajam/menyiku, shock pada perubahan ukuran saluran atau dinding flexible duct yang berbelok, friction pada dinding flexible duct yang lurus, flexible duct yang tertekuk, serta leakage udara pada sambungan antar rol flexible duct.

Dengan demikian hal yang perlu diperbaiki seperti penempatan flexible duct secara kondisional harus dipasangkan dengan baik, agar flexible duct tidak terkena oleh alat mekanis ketika beroperasi yang biasanya yaitu jumbo drill dan wheel loader beserta operatornya, tidak terkena oleh penyanggaan, tidak tertekuk, serta tidak terjadi leakage udara pada sambungan setiap rol flexible duct. Dan bentuk reducer tidak dibuat menyiku, agar tidak mengalami penurunan udara yang cukup ekstrem.

Leakage udara yang terjadi di sekitar 4 main fan yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Persentase *Leakage* Udara di Sekitar *Main Fan*

No	Area/Jenis Fan	Total Luas Kebocoran Udara (m <sup>2</sup> )	Lebar Tunnel (m)	Tinggi Tunnel (m)	Luas Tunnel (m <sup>2</sup> )	Persentase Kebocoran Udara	Total Kebocoran Debit Udara (m <sup>3</sup> /s)
1	Kubang Kicau RC 1 KKRB 1/Main Fan 132 kW (Cogemacoustic)	0,320	4,8	4,8	23,0	1,391%	1,904
2	Kubang Kicau RM 1 KRB 1/Main Fan 75 kW (Cogemacoustic)	0,770	4,8	4,5	21,6	3,563%	5,162
3	Kubang Kicau RM 3 Connect/Main Fan 75 kW (Cogemacoustic)	2,233	5,4	3,9	21,1	10,601%	12,319
4	Kubang Kicau RM 7 KKRB 1 Bawah/Main Fan 45 kW (Cogemacoustic)	0,851	5,0	4,2	21,0	4,050%	2,409

Dari keempat main fan yang diteliti, terdapat leakage udara di sekitar setiap main fan. Dengan adanya leakage udara tersebut maka menimbulkan udara balik dari main fan. Main fan yang diteliti ini termasuk exhaust fan, yang berfungsi seperti untuk mengeluarkan udara kotor, gas karbon monoksida (CO) dan debu beterbangan, yang dihasilkan dari aktivitas penambangan bawah tanah. Mengacu dengan metode empiris oleh perusahaan ini mengenai leakage udara di sekitar main fan yang diizinkan adalah tidak lebih dari 15%, jika lebih dari 15% maka kinerja dari main fan dinyatakan tidak ideal. Dalam pemasangan main fan yang optimal di tunnel, maka arah putaran fan sesuai dengan arah tikungan jalur udara. Dengan demikian dapat mengurangi shock loss. Jadi banyaknya leakage udara di sekitar main fan yaitu 1,391-10,601% sehingga masih memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan yaitu maksimal 15%.

Agar kinerja dari main fan dapat meningkat atau optimal, maka area pada sekitar main fan yang terdapat lubang atau celah yang salah satunya karena penutupan yang telah dilakukan kurang benar dan rapi, sehingga perlu dilakukan penutupan kembali. Penutupan tersebut salah satunya menggunakan material padat dengan cara penembokan, karena dapat bertahan jauh lebih lama jika dibandingkan dengan bahan sebelumnya. Jadi dalam penanganannya perlu dilakukan secara rapi dan benar. Selain itu, di belakang main fan perlu dibuat duct sampai mengarah atas dengan baik sehingga tidak mengakibatkan udara balik dari main fan yang melalui lubang atau celah pada area sekitar main fan.

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penurunan debit udara yang terjadi pada blower fan 37 kW kondisi baru dengan jarak flexible duct sejauh 100 m adalah 22,96% dan tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan.
2. Penurunan debit udara yang terjadi pada blower fan 15 kW rekondisi dengan jarak flexible duct sejauh 30 m adalah 37,19% dan tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan.
3. Leakage udara yang terjadi pada area sekitar main fan yaitu main fan 132 kW 1,391%, main fan 75 kW 3,563% di RM 1 KRB 1, main fan 75 kW 10,601% di RM 3 Connect, dan main fan 45 kW 4,050%. Dengan demikian masih memenuhi standar yang ditentukan oleh perusahaan.

#### **Acknowledge**

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW, terima kasih untuk Allah SWT atas nikmat maupun karunia-Nya dan Rasulullah SAW atas contoh teladan. Sehingga skripsi ini telah selesai.
2. Keluarga Tercinta, terima kasih untuk keluarga tercinta atas didikan, semangat hidup dan doa terbaik demi kelancaran penyusunan skripsi ini ketika menempuh perkuliahan dan hal yang lain.
3. Dosen Teknik Pertambangan, terima kasih untuk dosen teknik pertambangan di Universitas Islam Bandung atas dedikasi maupun ilmu yang berharga dan bermanfaat ketika perkuliahan maupun penyusunan skripsi.
4. Teknik Pertambangan Angkatan 2018, terima kasih untuk rekan-rekan teknik pertambangan di Universitas Islam Bandung atas motivasi, semangat, dukungan serta doa selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
5. Keluarga Laboratorium Tambang, terima kasih untuk keluarga laboratorium tambang di Universitas Islam Bandung atas nasihat, pengalaman, semangat, dukungan, dan doa selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] Anonim, 2010, "Ventilation High Pressure Fans", GIA SwedVent Underground Ventilation System.
- [2] Asmunandar, Andi, dan Bambang Heriyadi, 2017, "Evaluasi dan Rancangan Sistem Ventilasi pada Lubang Tambang BMK-35 CV Bara Mitra Kencana, Tanah Kuning, Desa Batu Tanjung, Kota Sawahlunto", *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 3, No. 3, ISSN: 2302-3333, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- [3] Awdina, Leyrisa, Irvani, Haslen Oktarianty, 2020, "Kajian Teknis Sistem Jaringan Ventilasi Tambang Ciurug Level 600 PT Aneka Tambang Tbk UBPE Pongkor", *Jurnal Mineral*, Oktober 2020, Vol. 5 (2), Hal. 29-34, Universitas Bangka Belitung.
- [4] Hall, C. J. 1981, "Mine Ventilation Engineering", American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineering, Inc. New York.
- [5] Hartman, Howard L., 1982, "Mine Ventilation and Air Conditioning", United States: The University of Alabama.
- [6] McDermott, Hendry J., 1985, "Handbook of Ventilation for Contaminant Control",

- Butterworth Publieshers of America.
- [7] McPherson, M. J., 1993, “Subsurface Ventilation and Environmental Engineering”, United States: Chapman and Hall Inc.
  - [8] Plesisi, Du J. J. L., 2014, “Ventilation and Occupational Environment Engineering in Mines”, Mine Ventilation.
  - [9] Kurnia Nugraha, Vicky. 2022. Analisis Hidrologi untuk Mendukung Rencana Penentuan Temporary Sump pada Tambang Emas. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, Volume 2 No. 1.
  - [10] Pratama, R., 2018, “Pembaharuan Desain Penyanggaan Berdasarkan Pola Runtuhan di Tambang Bawah Tanah UBPE Pongkor”, Bogor: Grade Control and Geotech Dept. PT ANTAM Tbk UBPE Pongkor.
  - [11] Sestiana, Rizka, dan Bambang Heriyadi, 2017, “Perencanaan Sistem Ventilasi pada Tambang Batubara Bawah Tanah Seam C2 di PT Nusa Alam Letari, Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat”, Jurnal Bina Tambang, Vol. 4 No. 2, ISSN: 2302-3333, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
  - [12] Sierra, Carlos, 2020, “Mine Ventilation”, University of Leon, Spain: Springer.
  - [13] Syaputra, Dhoni, dan Bambang Heriyadi, 2017, “Analisis Pengaruh Kecepatan Aliran Udara terhadap Penurunan Temperatur Efektif pada Alat Simulasi Ventilasi Tambang Bawah Tanah”, Jurnal Bina Tambang, Vol. 4 No. 1, ISSN: 2302-3333, Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
  - [14] Yuniarto, Wahyu Bagas, R. Andy Erwin W, Hidayatullah Sidiq, 2020, “Optimalisasi Fan pada Sistem Ventilasi Tambang Bawah Tanah Area Kubang Kicau PT Aneka Tambang Tbk, UBPE Pongkor Bogor, Jawa Barat”, Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XV Tahun 2020 (Retii), ISSN: 1907-5995, Retii Oktober 2020: 325-332.