

Optimalisasi Fan Pada Sistem Ventilasi Tambang Bawah Tanah Area Kubang Kicau PT. Aneka Tambang Tbk, UBPE Pongkor Bogor, Jawa Barat

Wahyu Bagas Yuniarto¹, R. Andy Erwin W², Hidayatullah Sidiq³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, ITNY

Korespondensi : wahyubagasyuniarto@gmail.com, andy_sttnas@yahoo.com, hidayatullah@itny.ac.id

ABSTRAK

PT. Aneka Tambang TBK UBPE Pongkor terdiri dari beberapa lokasi tambang. Salah satu lokasi tambang yang masih berlangsung produksi yaitu Tambang Kubang Kicau. Kebutuhan udara bersih pada Tambang Kubang Kicau mencapai 35.59 m³/s dengan jumlah total retikulasi *fan* mencapai 22 buah *fan* yang menghabiskan daya total 1033 kW. Banyaknya *fan* yang digunakan pada lokasi Tambang Kubang Kicau disebabkan oleh kurangnya *maintenance* pada *fan*, rusaknya *flexible duct* hingga kesalahan penempatan dari *flexible duct*. Rencana perbaikan *flexible duct* dilakukan dengan penggantian *flexible duct* dan perbaikan penempatan agar tidak saling berhimpitan dan berpotongan. Untuk mengefisienkan kerja dari *flexible duct*, pada front yang berdekatan dapat digunakan regulator pada *flexible duct* untuk mengatur arah aliran udara. Pada lokasi tambang yang telah tidak digunakan dapat ditutup dengan menggunakan *bulkhead*. Setelah dilakukan perbaikan jaringan ventilasi tambang, maka jumlah *fan* dapat dikurangi karena kerja *fan* dapat lebih optimal. Jumlah *fan* yang digunakan setelah dilakukan perbaikan yaitu 17 buah dengan total daya 835 kW. Debit udara masuk ke lokasi Tambang Kubang Kicau mencapai 137 m³/s dan debit udara bersih pada front penambangan mencapai 5.1 m³/s – 6.5 m³/s.

Kata kunci: *Ventilasi Tambang, Fan, Exhaust, Intake, Flexible Duct*

ABSTRACT

PT. Aneka Tambang TBK UBPE Pongkor contain of a few minesite. One of that still running of production is Tambang Kubang Kicau. Needed of fresh air at Tambang Kubang Kicau up to 35.59 m³/s with 21 total of reticulation of fan that spend 1033 kW of power. Many fan that being used at Tambang Kubang Kicau causes by less maintenance of the fans, flexible ducts are break, until mistake of flexible ducts placement,. Repair plan of flexible ducts are done by changing changing flexible ducts and repairing placement so it is neither coinciding nor slicing. For making work more efficiency from flexible ducts, at the adjacent mine front can be used a regulator at the flexible duct for setting the airway. At the unuse mine front can be closed by a bulkhead. After the repairment of the mine ventilation system, then amount of fans can be reduced because of fans work more optimal. Amount of the fans after repairment are 17 with 835 kW of the total power. Debt of the fresh air inside of the Tambang Kubang Kicau reach 137 m³/s and the debt of the fresh air at the mine front reach 5.1 m³/s – 6.5 m³/s.

Keyword : 3-5 words (10 pt)

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data yang diperoleh dari bagian Departemen Quality Control PT. Antam (persero) Tbk UPBE Pongkor, didapat bahwa ada banyak fan yang digunakan untuk mengoperasikan ventilasi tambang pada lokasi Tambang Kubang Kicau. Fan yang digunakan berfungsi untuk menyalurkan udara bersih serta mengeluarkan udara kotor, gas dan debu pada lokasi tambang tersebut. Lokasi Tambang Kubang Kicau menggunakan sistem ventilasi *overlap*. Sistem *overlap* yaitu sebuah sistem dimana udara bersih dihembuskan dari *fan* dan dialirkan dengan menggunakan saluran bernama *flexible duct* menuju lokasi kerja atau yang biasa disebut dengan *front*, kemudian udara kotor yang dihasilkan pada *front* tersebut dihisap keluar dengan *fan* yang dipasang dekat *front* kerja untuk kemudian dialirkan keluar dari lokasi tambang [6]. Perlu dilakukan perbaikan pada sistem ventilasi yang sudah ada, sehingga diharapkan hasil perbaikan ini dapat memperbaiki jumlah udara yang masuk ke dalam terowongan dan mengefisienkan penggunaan sumberdaya listrik yang ada. Perangkat Lunak *Ventsim Visual* digunakan untuk mensimulasikan arah serta debit udara pada lokasi Tambang Kubang Kicau [12]. Pemilihan Perangkat Lunak *Ventsim Visual* karena perangkat tersebut dapat disesuaikan dengan jenis *fan* yang digunakan oleh perusahaan. Setelah dilakukan penelitian pada Lokasi Tambang Kubang Kicau secara langsung dan

perhitungan dengan menggunakan Perangkat Lunak *Ventsim Visual* diperoleh beberapa rekomendasi perbaikan yang dapat diaplikasikan pada lokasi Tambang Kubang Kicau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan cara menggabungkan antara teori dengan data-data yang didapat dilapangan sehingga dari hasil penggabungan itu diperoleh pendekatan atau penyelesaian masalah yang tepat. Adapun metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan ini dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Studi literatur.

Tahap studi literatur yaitu mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan topik penelitian berupa buku literatur, laporan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya berupa skripsi atau laporan tugas akhir dan referensi dari perusahaan.

2. Observasi di lapangan

Obsevasi lapangan melakukan pengamatan secara langsung ke lapangan agar dapat mengetahui kondisi teknis di lokasi kerja. Observasi lapangan dilakukan dengan beberapa tahap antara lain observasi lapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap proses yang terjadi dan mencari informasi pendukung yang terkait dengan permasalahan yang akan dibahas, menentukan lokasi pengamatan dan mengambil data-data yang diperlukan untuk memecahkan masalah, mencocokkan dengan perumusan masalah yang ada dengan tujuan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas serta data yang diambil dapat digunakan secara efektif. Melakukan pengamatan secara langsung terhadap masalah yang akan dibahas yaitu rencana perbaikan jaringan ventilasi yang diterapkan, pengontrolan pada debu serta gas pengotor yang ada.

3. Pengambilan data

- a. Data primer yang diambil yaitu : pengukuran debit udara, temperatur serta kelembaban, pengukuran gas pengotor, jumlah peralatan mekanis serta operatornya, dan dokumentasi lapangan.
- b. Data sekunder yang diambil yaitu : Keadaan daerah penambangan, spesifikasi fan, morfologi, penampang 3D, dan desain terowongan.

4. Pengolahan dan Analisis Data

- a. Pengolahan dan analisis data menggunakan program *Ventsim Visual* dengan rumus dasar sebagai berikut [3] :

Debit Udara

Debit (Q) adalah volume udara yang masuk kedalam lokasi penambangan per satuan waktu

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

Q = Debit (m³/s)

V = Kecepatan udara (m/s)

A = Luas penampang (m²)

Velocity Head

Walaupun bukan merupakan suatu head loss, secara teknis dapat dianggap suatu kehilangan. *Velocity head* merupakan fungsi dari kecepatan aliran udara, yakni:

$$H_v = V^2/2g \quad (2)$$

H_v = *Velocity head* (m)

V = Kecepatan Aliran Udara (m/s)

g = percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

Friction Loss

Besarnya head loss akibat gesekan dalam aliran udara melalui lubang bukaan di tambang bawah tanah sekitar 70 % hingga 90 % dari total kehilangan (*head loss*). *Friction loss* merupakan fungsi dari kecepatan aliran udara, kekasaran muka lubang bukaan, konfigurasi yang ada di dalam lubang bukaan, karakteristik lubang bukaan dan dimensi lubang bukaan. Persamaan mekanika fluida untuk *friction loss* pada saluran berbentuk lingkaran adalah:

$$H_f = F (L/D)(V^2/2g) \quad (3)$$

H_f = *Friction Loss (inch water)*

L = panjang saluran (m)

D = diameter saluran (m)

V = kecepatan udara (m/s)

F = Koefisien Gesekan (kg/m³)

Untuk *friction loss* pada ventilasi tambang (dikenal sebagai rumus Atkinson) didapat sebagai berikut:

$$H_f = \frac{(KPLQ^2)}{A^3} \quad (4)$$

H_f = *friction loss (inch water)*

K = faktor gesekan untuk densitas udara standar (kg/m³)

A = luas penampang saluran (m²)
 P = keliling saluran (m)
 L = panjang saluran (m)
 Q = debit udara (m³/s)

Tabel 1. Nilai Faktor Friksi

| Pipe or tubing | Friction Factor (kg/m ³) | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| | Good, New | Average, Used |
| Steel, wood, fiberglass (rigid) | 0,0028 | 0,0037 |
| Jute, canvas, plastic (flexible) | 0,0037 | 0,0046 |
| Spiral type canvas | 0,0042 | 0,0051 |

Shock Loss

Shock loss terjadi sebagai akibat dari adanya perubahan arah aliran dalam saluran atau luas penampang saluran udara dan merupakan tambahan terhadap friction losses. Walaupun besarnya hanya sekitar 10 % - 30 % dari head loss total di dalam ventilasi tambang, tetapi tetap harus diperhatikan.

Kombinasi Friction Loss dan Shock Loss

Head loss atau head statis merupakan jumlah dari friction loss dan shock loss, maka ;

$$H_L = H_f + H_x = \frac{(KP (L + Le) Q^2)}{A^3} \tag{5}$$

K = faktor gesekan untuk densitas udara standar (kg/m³)
 A = luas penampang saluran (m²)
 P = keliling saluran (m)
 L = panjang saluran (m)
 Q = debit udara (m³/s)
 Le merupakan panjang equivalen yang dipengaruhi oleh shock loss.

Total Headloss (HT)

Head loss total merupakan hasil penjumlahan head loss statis dan headloss velocity. Oleh karena itu, head loss total dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$HT = HV + HL \tag{6}$$

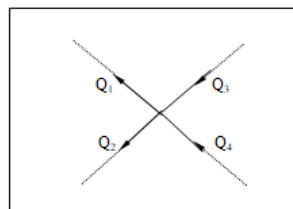
HT = Head Total (m)
 HV = Headloss Velocity (m)
 HL = Headloss Static (m)

Ventsim Visual

Ventsim Visual menggunakan persamaan Hukum Kirchoff dalam menentukan jumlah debit udara masuk dan udara keluar. Bagian dari jaringan ventilasi dimana empat saluran udara bertemu pada satu titik atau junction. Percabangan (junction) didefinisikan sebagai titik dimana tiga atau lebih saluran udara bertemu. Sesuai dengan hukum Kirchoff I, Sesuai dengan hukum Kirchoff I, jumlah udara yang meninggalkan percabangan (junction) harus sama dengan jumlah udara yang masuk ke percabangan (junction), sesuai dengan persamaan :

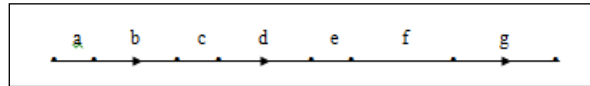
$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 \tag{7}$$

Q = Jumlah debit udara



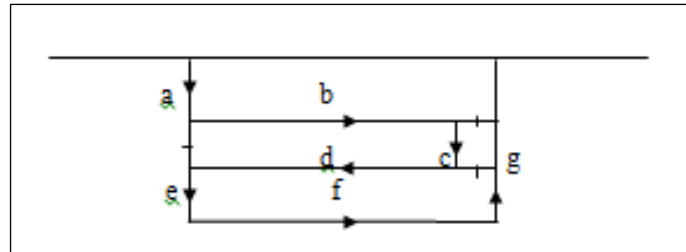
Gambar 1. Aplikasi Hukum Kirchoff

Rangkaian seri dapat didefinisikan sebagai rangkaian di mana aliran udara yang mengalir melalui masing-masing saluran adalah sama.



Gambar 2. Rangkaian Seri

Saluran udara dikatakan berhubungan secara paralel, ketika jumlah aliran udara dibagi menjadi beberapa bagian diantara saluran udara. *Controlled splitting* (percabangan terkendali), terjadi ketika penentuan jumlah dari aliran udara dibuat melalui masing-masing percabangan paralel dengan cara dikendalikan [4].



Gambar 3. Rangkaian Paralel

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Fan Pada Lokasi Penelitian

Lokasi Tambang Kubang Kicau menggunakan 21 buah fan yang menyala seiring dengan kegiatan penambangan yang dilakukan. Fan yang ada pada lokasi Tambang Kubang Kicau memiliki daya 15 kW, 37 kW, 110 kW, dan 132 kW [11].



Gambar 4. Lokasi Tambang Kubang Kicau dalam Software Ventsim Visual

Tabel 2. Jumlah dan Daya Fan

| No | Keterangan | Lokasi | Power (kW) | Jumlah |
|----|-------------------------|-----------------|------------|--------|
| 1 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | KKRB 1 | 132 | 1 |
| 2 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | RM I R/D KKRB 1 | 37 | 1 |
| 3 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | RC 1 R/D KKRB 4 | 37 | 1 |
| 4 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | RC 1 R/D KKRB 4 | 37 | 1 |
| 5 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | XC 480 KKRB 4 | 110 | 1 |
| 6 | MAIN FAN MANUAL Exhaust | R/Up KKRB 4 | 110 | 1 |
| 7 | Blow Fan | X-C 526 | 37 | 1 |
| 8 | Exhaust Fan | X-C 526 | 37 | 1 |

Dilanjutkan pada halaman selanjutnya

| No | Keterangan | Lokasi | Power (kW) | Jumlah |
|--------------|-------------|--------------------------------------|-------------|-----------|
| 9 | Blow Fan | X-C 474 KKR B 1 | 37 | 1 |
| 10 | Exhaust Fan | X-C 474 KKR B 1 | 37 | 1 |
| 11 | Booster | X-C 480 KKR B 1 | 15 | 1 |
| 12 | Blow Fan | X-C 492 KKR B 4 | 37 | 1 |
| 13 | Exhaust Fan | X-C 492 KKR B 4 | 37 | 1 |
| 14 | Blow Fan | X-C 496 KKR B 4 | 37 | 1 |
| 15 | Exhaust Fan | X-C 496 KKR B 4 | 37 | 1 |
| 16 | Exhaust Fan | X-C 474 Connect KKR B 4 | 37 | 1 |
| 17 | Blow Fan | X-C 474 Connect KKR B 4 Arah Selatan | 37 | 1 |
| 18 | Blow Fan | X-C 474 Connect KKR B 4 Arah Utara | 37 | 1 |
| 19 | Blow Fan | X-C 474 Utama KKR B 4 | 37 | 1 |
| 20 | Booster | X-C 480 Connect KKR B 4 | 37 | 1 |
| 21 | Booster | KKRB 4 Loading Point (situasional) | 37 | 1 |
| TOTAL | | | 1033 | 21 |

3.2. Debit Udara

Pengukuran debit udara penelitian dilakukan pada setiap lokasi aktifitas penambangan. Debit udara diukur menggunakan anemometer tipe kestrel dengan metode pengukuran 9 titik pada tiap lokasi penambangan dan diambil rata-rata dari hasil tersebut [5].

Tabel 3. Debit Udara pada Setiap Lokasi Front Penambangan

| Lokasi | Debit (m ³ /s) |
|---------------------------------|---------------------------|
| X-C 474 KKR B 1 ke utara | 4.2 |
| X-C 526 arah selatan | 0 |
| X-C 496 KKR B 4 | 5.6 |
| X-C 492 KKR B 4 | 5.6 |
| X-C 474 Connect KKR B 4 selatan | 4.2 |
| X-C 474 Connect KKR B 4 utara | 5.6 |
| X-C 474 utama KKR B 4 | 4.2 |

3.3. Kebutuhan Udara

Kebutuhan udara didasarkan pada banyaknya jumlah pekerja serta jumlah alat yang digunakan pada aktifitas penambangan [7].

Tabel 4. Kebutuhan Alat dan Operator

| Alat/Personal | Jumlah | Daya (hp) | Standar Kebutuhan Udara (m ³ /menit) | Kebutuhan Udara (m ³ /s) |
|----------------------|--------|-----------|---|-------------------------------------|
| Pekerja dan Operator | 50 | — | 2 | 1.67 |
| LHD Toro | 1 | 160.8 | 3 | 8.04 |
| LHD Wagner | 1 | 182.2 | 3 | 9.11 |
| Wheel Loader | 2 | 89.8 | 3 | 8.98 |
| Jumbo Drill | 1 | 63.0 | 3 | 3.15 |
| Total | | | | 30.95 |

3.4. Kebutuhan Udara Bersih

Debit udara bersih pada lokasi Tambang Kubang Kicau dibutuhkan 30.95 m³/s. Sedangkan berdasarkan Kepmen ESDM 1827/K/30/MEM/2018, kebutuhan udara pada tambang harus ditambahkan 15 % dari kebutuhan udara tambang bawah tanah.

Tabel 5. Kebutuhan Udara Aktual

| Volume Kebutuhan Udara pada Tambang Kubang Kicau | | | | |
|--|--------|-----------|---|-------------------------------------|
| Alat/Personal | Jumlah | Daya (hp) | Standar Kebutuhan Udara (m ³ /menit) | Kebutuhan Udara (m ³ /s) |
| Pekerja dan Operator | 50 | | 2 | 1.67 |
| LHD Toro | 1 | 160.8 | 3 | 8.04 |
| LHD Wagner | 1 | 182.2 | 3 | 9.11 |
| Wheel Loader | 2 | 89.8 | 3 | 8.98 |
| Jumbo Drill | 1 | 63.0 | 3 | 3.15 |
| Jumlah | | | | 30.95 |
| Kebutuhan Tambahan 15 % | | | | 4.642 |
| Total Kebutuhan Udara | | | | 35.59 |

3.5. Rencana Perbaikan Jaringan Ventilasi Tambang

Perbaikan pada jalur udara bersih atau udara masuk berada pada *maintenance fan* serta pemasangan *bulkhead* pada *front* penambangan yang sudah tidak digunakan [2]. *Bulkhead* berfungsi untuk menutup jalur udara agar udara tidak bergerak masuk ke jalur udara yang tidak digunakan. *Bulkhead* dibuat dari bahan yang kuat dan halus untuk mengurangi tahanan gesek atau *friction factor* dari jalur udara tersebut [1].

Tabel 6. Perbandingan Debit Sebelum dan Sesudah *Maintenance*

| Lokasi | Sebelum <i>Maintenance</i> (m ³ /s) | Sesudah <i>Maintenance</i> (m ³ /s) |
|--------------------------------|--|--|
| X-C Ventilasi | 30.8 | 36.1 |
| MHL Gudang Handak | 26.6 | 57.9 |
| MHL Mine Sump | 9.8 | 9.8 |
| MHL Kantin KKRB 4 | 18.2 | 33.2 |
| Total | 85.4 | 137 |
| Peningkatan Debit Udara | | 51.6 |

Pergantian pada *flexible duct* diperlukan bagi *flexible duct* yang sudah rusak dengan tingkat kerusakan mencapai 30% dari *flexible duct* [9]. Kerusakan pada *flexible duct* disebabkan karena tergoresnya *ductile* hingga menyebabkan sobek oleh alat muat angkut yang melewati *front* tersebut.

Perubahan posisi *ductile* perlu dilakukan pada *front* 474 Connect KKRB IV karena pada lokasi tersebut *flexible duct* ditemukan saling berimpitan dan tumpang tindih sehingga *ductile* tidak dapat mengalirkan udara secara sempurna. Pada *front* X-C 474 Connect dapat dibuat regulator yang berfungsi untuk mengarahkan arah udara pada bagian *intake*. Regulator tersebut dapat digunakan karena pada *front* X-C 474 Connect Utara dan X-C 474 Connect Selatan hanya difungsikan bergantian dan tidak dilakukan aktivitas penambangan secara bersamaan.. Regulator dipasang pada cabang *flexible duct* sehingga didapatkan efisiensi dari *intake* sistem pada *front* 474 Connect



Gambar 5. XC 474 Connect

Tabel 7. Selisih Debit Setelah Perbaikan (m^3/s)

| Lokasi/Front | Sebelum Perbaikan | Setelah Perbaikan | Selisih |
|---------------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| X-C 474 KKR B 1 ke utara | 4.2 | 5.1 | 0.9 |
| X-C 526 arah selatan | 0 | 6.4 | 6.4 |
| X-C 496 KKR B 4 | 5.6 | 6.5 | 0.9 |
| X-C 492 KKR B 4 | 5.6 | 6.2 | 0.6 |
| X-C 474 Connect KKR B 4 selatan | 4.2 | 5.3 | 1.1 |
| X-C 474 Connect KKR B 4 utara | 5.6 | 6.4 | 0.8 |
| X-C 474 utama KKR B 4 | 4.2 | 5.9 | 1.7 |

3.6. Rencana Pengurangan Jumlah Fan

Jumlah fan yang digunakan aktual pada saat ini berjumlah 21 buah dengan daya total mencapai 1033 kW. Setelah dilakukan perbaikan jaringan ventilasi, maka jumlah fan dapat dikurangi menjadi 17 buah dengan daya total 835 kW [10].

Pengurangan *fan booster* 15 kW dilakukan karena pada lokasi X-C 480 KKR B I, aliran udara sudah bisa bergerak tanpa adanya bantuan *fan booster* tersebut. *Exhaust Fan* pada lokasi RC 1 R/D KKR B 4 yang awalnya berjumlah 2 buah dengan daya masing-masing 37 kW dapat diganti dengan 1 buah *fan* dengan kapasitas 75 kW atas pertimbangan efisiensi dari debit yang dihasilkan oleh *fan* 37 kW dan 75 kW. *Exhaust fan* pada lokasi XC 480 KKR B IV dapat dinonaktifkan karena efisiensi dari *fan* 75 kW telah mampu untuk mengalirkan udara keluar dari lokasi Tambang Kubang Kicau. *Fan booster* berkapasitas daya 37 kW pada KKR B 4 Loading Point hanya diaktifkan bila sedang ada kegiatan pada lokasi tersebut. Pada *front* X-C 474 Connect bisa dipasang regulator sehingga *fan intake* dapat dikurangi.

Tabel 8. Jumlah Kebutuhan *Fan* setelah Perbaikan

| No | Keterangan | Lokasi | Daya |
|----|--------------------------------|--------------------------------------|------|
| 1 | MAIN FAN MANUAL <i>Exhaust</i> | KKRB 1 | 132 |
| 2 | MAIN FAN MANUAL <i>Exhaust</i> | RM I R/D KKR B 1 | 37 |
| 3 | MAIN FAN MANUAL <i>Exhaust</i> | RC 1 R/D KKR B 4 | 75 |
| 4 | MAIN FAN MANUAL <i>Exhaust</i> | R/Up KKR B 4 | 110 |
| 5 | <i>Blow Fan</i> | X-C 526 | 37 |
| 6 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 526 | 37 |
| 7 | <i>Blow Fan</i> | X-C 474 KKR B 1 | 37 |
| 8 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 474 KKR B 1 | 37 |
| 9 | <i>Blow Fan</i> | X-C 492 KKR B 4 | 37 |
| 10 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 492 KKR B 4 | 37 |
| 11 | <i>Blow Fan</i> | X-C 496 KKR B 4 | 37 |
| 12 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 496 KKR B 4 | 37 |
| 13 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 474 Connect KKR B 4 | 37 |
| 14 | <i>Blow Fan</i> | X-C 474 Connect KKR B 4 Arah Selatan | 37 |

Dilanjutkan pada halaman selanjutnya

| No | Keterangan | Lokasi | Daya |
|--------------|--------------------|------------------------|------------|
| 15 | <i>Blow Fan</i> | X-C 474 Utama KKRB 4 | 37 |
| 16 | <i>Exhaust Fan</i> | X-C 474 Utama KKRB 4 | 37 |
| 17 | Booster | X-C 480 Connect KKRB 4 | 37 |
| TOTAL | | | 835 |

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian di PT. Aneka Tambang Tbk, UBPE Pongkor adalah sebagai berikut

1. Kebutuhan udara pada lokasi Tambang Kubang Kicau sebesar $30.95 \text{ m}^3/\text{s}$. Debit udara bersih total yang masuk kedalam lokasi Tambang Kubang Kicau sebesar $85.4 \text{ m}^3/\text{s}$. Debit udara bersih pada tiap *front* penambangan sebesar $4.2 \text{ m}^3/\text{s} - 5.6 \text{ m}^3/\text{s}$.
2. Jumlah keseluruhan *fan* yang digunakan berjumlah 21 buah dengan total daya 1033 kW.
3. Penyebab kehilangan terbesar dari debit udara pada lokasi Tambang Kicau yaitu kurangnya *maintenance* dari setiap *fan* dan kerusakan serta kesalahan penempatan pada *flexible duct*.
4. Setelah dilakukan rencana perbaikan, maka jumlah *fan* dapat dikurangi menjadi 17 buah. Debit udara masuk menjadi $137 \text{ m}^3/\text{s}$ dan pada tiap *front* menjadi $5.1 \text{ m}^3/\text{s} - 6.5 \text{ m}^3/\text{s}$.

5. SARAN

Hasil penelitian yang dilakukan di PT. Aneka Tambang Tbk, UBPE Pongkor terdapat rekomendasi saran yaitu ;

1. Diperlukan *maintenance* pada *fan* dan pemasangan *bulkhead* untuk menutup lokasi *front* yang sudah tidak aktif. *Maintenance* diperlukan diperlukan pada seluruh *fan*.
2. Perbaikan jalur serta pergantian *flexible duct* yang telah rusak. Pergantian diperlukan untuk *flexible duct* yang telah sobek hingga rusak. Bila *flexible duct* tidak dapat diperbaiki, maka diperlukan pergantian terhadap *flexible duct* tersebut.
3. Pemasangan regulator diperlukan pada X-C 474 Connect untuk mengoptimalkan kinerja dari *intake fan* pada *front* tersebut.
4. Mengganti 2 buah *exhaust fan* 37 kW pada *front* RC 1 R/D KKRB IV dengan *fan* berkapasitas 75 kW. Pergantian *fan* tersebut dengan tujuan memaksimalkan efisiensi dari *fan*. Efisiensi dari 37 kW hanya mencapai 78 % sedangkan *fan* 75 kW mencapai 86%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada PT. Aneka Tambang TBK, UBPE Pongkor, Bogor, Jawa Barat dan semua yang telah membantu dalam kegiatan penelitian di lokasi, serta Tim dosen Program Studi Teknik Pertambangan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bridges, H. S. 2014. *Ventilation in Underground Mines and Tunnels*. Work safe. New Zealand.
- [2] Haghghat, A. 2014. *Analysis of a Ventilation Network in a Multiple Fans Limestone Mine*. Missouri University of Science and Technology. USA.
- [3] Hartman, H. L. 1997. *Mine Ventilation and Air Conditioning*. Wiley Interscience. United Kingdom.
- [4] Hustrulid, W.A. 1982. *Underground Mining Methods Handbook*. Society of Mining Engineers of AIME. New York.
- [5] Kingery, D.S. 1960. *Introduction To Mine ventilating Principles and Practices*. Bureau of Mines. United States.
- [6] Mcpherson, M. J. 1993. *Subsurface Ventilation and Environmental Engineering*. Chapman & Hall. United States.
- [7] Pemerintah Indonesia. 1995. Surat Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 555.K/26/M.PE/1995 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pertambangan Umum. Sekretariat Negara. Indonesia
- [8] Pemerintah Indonesia. 2018. Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Nomor 1827.K/30/MEM/2018 Tentang Peraturan Ventilas Tambang Bawah Tanah. Sekretariat Negara. Indonesia.
- [9] Vergne, J. D. L. 2008. *Hard Rock Miner's Handbook*. Stantec Consulting. Arizona United State.
- [10], 2019, Spesifikasi *Fan* Cogemacoustic, Departemen Quality Control, PT Aneka Tambang Tbk Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor, Bogor, Jawa Barat.
- [11], 2019, Retikulasi *Fan* Lokasi Kubang Kicau, Departemen Quality Control, PT Aneka Tambang Tbk Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor, Bogor, Jawa Barat.
- [12], 2019, *Ventsim Visual User Guide*, Departemen Quality Control, PT Aneka Tambang Tbk Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor, Bogor, Jawa Barat.