

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengaruh Kondisi Geologi Dan Geoteknik Terhadap Sistem Ventilasi

##### 4.1.1 Parameter Geologi

Pada lokasi tambang pengaruh geologi akan menentukan zona mineralisasi dari bahan galian yang ditambang. Ventilasi sebagai sarana penunjang kegiatan penambangan maka bersifat *flexible* (mengikuti arah *vein*). Kondisi *main fan* utama berada pada zona *foot wall* yang mana pada lokasi tersebut memiliki tingkat keamanan yang stabil dan merupakan jalur evakuasi.

Tipe endapan yang berupa *epitermal low sulfidation* dengan zona mineralisasi pada batuan gunungapi *andesitic* dan *basaltic* yang telah tersesarkan. Tipe endapan epithermal ini terbentuk pada kedalaman dangkal yang umumnya pada busur vulkanik yang dekat dengan permukaan. Penggolongan tersebut berdasarkan temperatur (T), tekanan (P) dan kondisi geologi yang dicirikan oleh kandungan mineralnya.

Terdapat urat – urat/ *vein* pada tambang Cibitung dengan dimensi yang beranekaragam. Lebar *heading* produksi pada blok Cibitung sebesar 5 meter dengan tinggi 4,2 meter. Kedalaman lubang bor sepanjang 3,1 meter (aktual). Total volume 75,5 meter. Kemiringan lapisan 60°-85°, kadar minimum yang ditambang sesuai COG sebesar 2,4 gr/ton. Kondisi stuktur terdapat sesar normal pada area penelitian. Karena tipe endapan yang terbentuk berupa endapan bijih emas yang berbentuk urat atau *vein* dengan kedalaman mencapai sekitar 300 meter dari portal, sehingga metode penambangan yang dipilih yaitu metode penambangan bawah tanah *cutt and fill*.

Parameter geologi akan mempengaruhi kualitas udara yang ada di dalam tambang. Panas yang dihasilkan dari dalam tambang selain dipengaruhi oleh factor mekanis aktifitas penambangan juga dipengaruhi kondisi batuan. Kondisi batuan yang didominasi mineral kuarsa maka memiliki nilai gradient geothermal sebesar 1,5°C/100 m . Faktor kebasahan 0,15 (*mostly dry*) karena kondisi batuan

dalam tambang tidak terlalu banyak keluar air yang keluar dari batuan. Kalor spesifik sebesar 790 j/Kg°C.

**Tabel 4.1**  
**Pengaruh Parameter Geologi Terhadap Kualitas Udara Tambang**

Parameter Geologi	Nilai	Satuan
Gradien Geotermal	1,5	°C/100m
Densitas Batuan	2620	Kg/m <sup>3</sup>
<i>Wetnes Fraction</i>	0,15	
Kalor Spesifik Batuan (Kuarsa)	790	J/kg°C
Konduktifitas Termal Batuan (Kuarsa)	4	W/m°C
Difusitas Termal Batuan (Kuarsa)	2,025 x 10 <sup>-6</sup>	m <sup>2</sup> /s

Sumber : Hartman, 1987.

#### 4.1.2 Parameter Geoteknik

Parameter geoteknik yang mempengaruhi sistem ventilasi pada daerah penelitian dibagi atas parameter kekuatan batuan dan faktor keamanan lubang bawah tanah sehingga tindakan *ground control* berupa pemasangan penyangga harus dilakukan. Penyangga yang digunakan pada daerah penelitian menggunakan *shocrate* dengan perkuatannya menggunakan *rock bolt*. Posisi pemasangan *main fan* ditinjau dari parameter geoteknik harus ditempatkan pada daerah minim stuktur dengan kekerasan batuan samping 70-80Mpa dan FK>2. Posisi pemasangan *booster fan* pada *decline* akses akan sangat dipengaruhi dari faktor keamanan. *Fan* harus ditempatkan pada *stope* yang sudah di *shocret* agar tidak terjadi ambrukan ketika dipasang di bagian *roof*.

#### 4.2 Kondisi Tambang

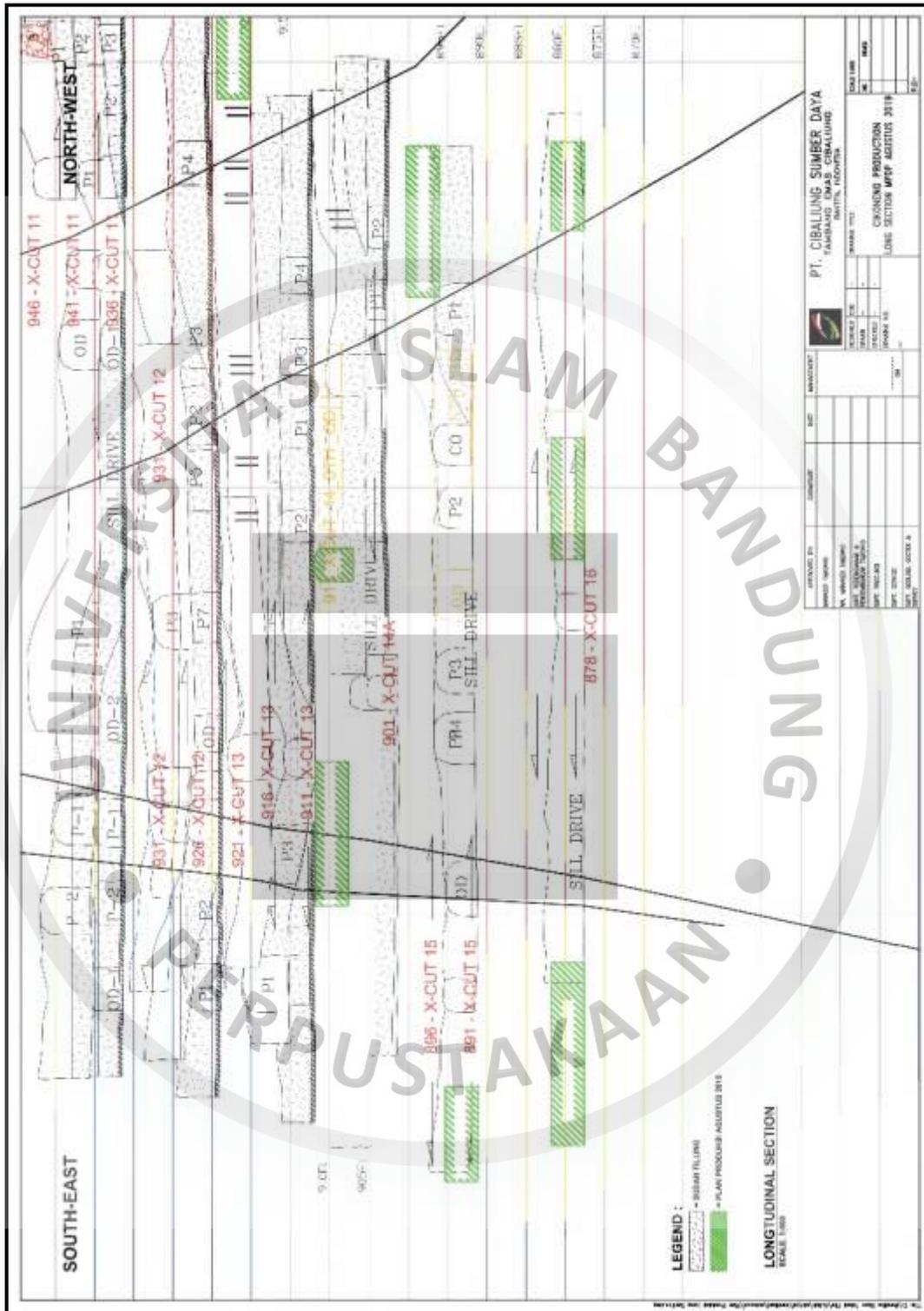
Metode penambangan *Cut and Fill* yang dipilih disesuaikan dengan kondisi geologi dan geoteknik daerah penelitian, dilihat dari delapan syarat metode *Cut and Fill* antara lain : kekuatan bijih, kekuatan dinding batuan, bentuk endapan, ukuran endapan, kemiringan endapan, kadar bijih, keseragaman bijih dan kedalaman agar didapatkan stabilitas tambang. Metode penambangan ini dipilih berdasarkan prinsip keselamatan (*safety*), efisiensi dan ekonomi. Dengan metode penambangan tersebut membutuhkan suplai udara segar baik untuk pekerja maupun untuk peralatan tambang agar operasi penambangan dapat berjalan secara aman dan nyaman.

Pada lokasi penelitian terdapat sistem ventilasi yaitu *fan*, *airways* dan *control device* yang terdiri dari *stopping*, *overcast* atau *undercast*,

*regulator, doors, air lock, line brattice* atau *tubbing*, dan *booster* sehingga sistem ventilasi yang dioperasikan berjalan sesuai. *Main fan* yang dioperasikan perusahaan ini merupakan *Main Fan* dengan menggunakan tipe paralel dengan daya 132 kW . Dari standar perusahaan ini *Main Fan* dapat menghasilkan aliran udara sebanyak 94 m<sup>3</sup>/s, akan tetapi debit yang mampu dihisap di blok Cibitung hanya sebesar 65,14 m<sup>3</sup>/detik. Adanya kebocoran pada *lower shaft* menjadi pengaruh terbesar.

Sistem *Main Fan* yang digunakan oleh tersebut menggunakan 1 *Main Fan* yang menerapkan sistem hisap (*exhaust*) karena lebih efisien daripada menggunakan sistem *forcing* yang menghembuskan udara dan juga kondisi tambang bawah tanah (*underground*) dengan metode penambangan *Overhand Cut and Fill* Tekanan dalam lubang bukaan lebih tinggi daripada dipermukaan, sehingga apabila dilakukan penghisapan maka tekanan dibawah akan bisa lebih rendah dan udara kotor dapat terhisap.

Pada kegiatan penambangan blok Cibitung badan bijih utama berasal dari vein Cibitung yang kedalaman penambangan telah 300 m dari *surface*. Sehingga saat ini sedang dirancang pembangunan *lower shaft* 5 untuk meghisap udara kotor dari arah X-Cutt 16 dan X-Cutt 17 (Gambar 4.1).



Gambar 4.1  
Kondisi Tambang PT CSD Blok Cibitung

### 4.3 Kondisi Kinerja Sistem Ventilasi

Kondisi kinerja sistem ventilasi tambang dipelajari dengan 2 (dua) metode yaitu metode konvensional dan metode *software*. Metode konvensional merupakan pengukuran dan pengolahan data secara langsung sementara metode *software* dengan melakukan komputasi dari beberapa parameter data yang ada menggunakan *ventsim* 5.2.

Sistem ventilasi tambang pada PT Cibaliung Sumberdaya merupakan sistem ventilasi *exhaust*. Sistem ventilasi ini dipilih karena kegiatan penambangan yang menggunakan aktifitas peledakan sehingga harus dikeluarkan gas-gas berbahaya dengan cara dihisap melalui *main fan* utama. *Main fan* utama bertipe *swedvent* fan memiliki diameter 2,4 meter dan dipasang evase pada bagian luar dengan diameter 3,9 meter. Blade angel Main Fan sebesar 48 derajat dan termasuk low pressure fan. Banyaknya aliran udara yang dihasilkan dari Main Fan ini sekitar 60 m<sup>3</sup>/detik sampai 98 m<sup>3</sup>/detik dan total pressure fan ini sebesar 390 Pa sampai 1.490 Pa banyaknya aliran udara dan kurva karakteristik terdapat pada lampiran C dan lampiran D .



Gambar 4.2  
Main Fan 1x132 Kw

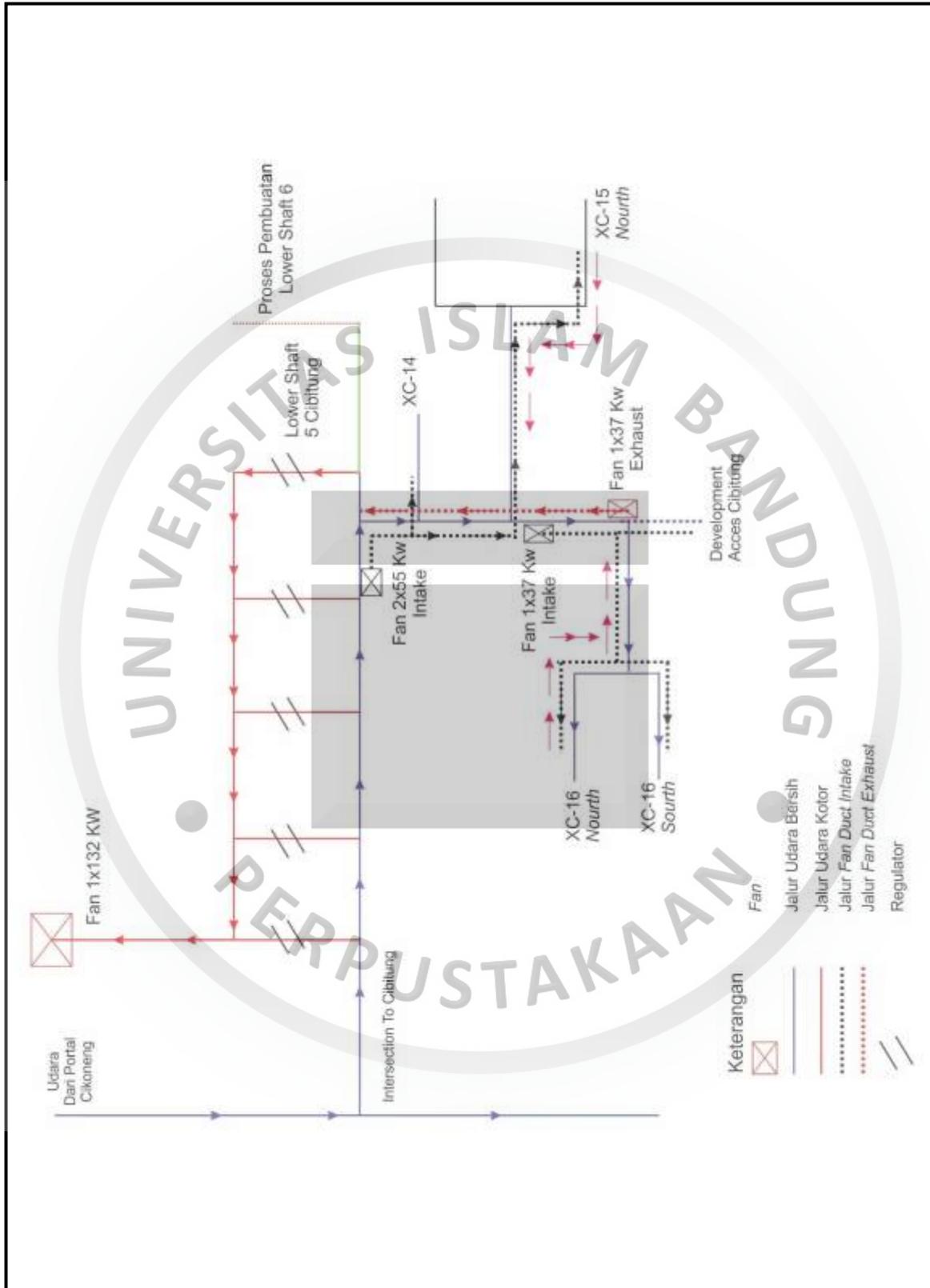
Untuk membantu kinerja *Main Fan*, PT Cibaliung Sumbedaya menggunakan *fan* penguat (*Booster Fan*) agar terdistribusi udara bersih dari Portal ke setiap tempat kerja (*stope*) yang ada. Udara bersih dari *Booster Fan* akan dialirkan melalui salurancudara (*vent duct* atau *tube*). *Booster fan* yang digunakan ada dua jenis yaitu tipe *Howden* dengan daya 55 Kw dan 37 Kw. *Booster fan* 55 kw mampu menghasilkan debit udara sebesar 15 m<sup>3</sup>/detik- 34 m<sup>3</sup>/detik dengan *total preasure* 4041, 7 pa - 600 pa (Lampiran C). *Booster fan* 37 kw mampu

menghasilkan debit 7 m<sup>3</sup>/detik -14 m<sup>3</sup>/detik dengan *total pressure* sebesar 3000 pa – 600 pa (Lampiran C).



.Gambar 4.3  
**Booster Fan 37 kw dan 55 kw**

Sumber udara utama berada dari mulut portal Cikoneng yang kemudian udara akan terbagi dua ke arah Cibitung dan Cikoneng. Pada blok Cibitung arah aliran bertipe *homotrope* (arah aliran udara bergerak searah dengan fragmentasi batuan. Udara dihisap melalui *lower shaft* 5 yang kemudian dibuang ke surface. Pada bulan Agustus 2019 total Panjang *airways* pada block penambangan Cibitung sudah mencapai 3500 m dan pada block penambangan cikoneng total panjang *airways* sebesar 2800 m. *Main Fan* utama dipasang secara parallel dan dihubungkan melalui shaft untuk dapat menghisap udara kotor yang ada. Sementara untuk *booster fan* 2 x 55 kw digunakan untuk dapat mensuplai udara di X-Cutt 14, X-Cutt 15 dan *decline* akses. *Booster Fan* 1x37 Kw dipasang secara parallel untuk dapat mensuplai udara bersih (*intake*) ke X-Cutt 16 , X-Cutt 17, dan *Development Decline* akses Cibitung (gambar 4.4).



Gambar 4.4  
Sistem Jaringan Ventilasi Block Cibitung

### 4.3.1 Kondisi Pintu Angin

Pada blok Cibitung sumber udara bersih akan dialirkan melalui portal Cikoneng, udara dihisap oleh *Main Fan* utama yang dipasang secara paralel. *Main fan* akan terhubung melalui *upper shaf* dan *lower shaf*. Udara kotor yang merupakan hasil peledakan dan pembakaran tidak sempurna dari alat mekanis akan terhisap ke *lower shaft*. Kondisi saat ini pintu-pintu *lower shaft* banyak mengalami kebocoran yang mengakibatkan udara bersih dari portal Cikoneng akan terhisap langsung sehingga tidak optimal dalam mengalirkan udara bersih ke setiap *stope*. Udara yang masuk ke Blok Cibitung harus sama dengan udara yang masuk pada *lower shaft 5*, disebabkan ada kebocoran maka udara ke pintu udara pada *lower shaft 1,2,3, dan 4*. Pada tabel 4.1 merupakan kondisi debit udara sebelum *lower shaft*.

**Tabel 4.2**  
**Debit Sebelum Lower Shaft**

Lokasi Pengukuran	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Kecepatan (m/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Selisih
Intersection to Cibitung	15,75	4,22	66,53	
Sebelum Lower Shaft 1	15,75	3,44	54,15	12,38
Sebelum Lower Shaft 2	15,75	1,99	31,26	22,88
Sebelum Lower Shaft 3	15,75	1,18	18,64	12,63
Sebelum Lower Shaft 4	15,75	0,74	11,63	7,01
Udara Masuk Lower Shaft 5	15,75	0,67	10,57	1,06

Dari data tersebut udara yang masuk ke Blok Cibitung sebesar 66,53 m<sup>3</sup>/detik kemudian udara terhisap pada *lower shaft 1,2,3,dan 4* sehingga pada *lower shaft 5* udara yang masuk sebesar 10,57 m<sup>3</sup>/detik. Kondisi ini mengakibatkan debit udara pada setiap *stope* tidak optimal karena hanya mengandalkan udara bersih yang disuplai oleh *booster fan* sementara udara dari portal akan terhisap oleh *main fan* melalui *lower shaft*. Pada gambar 4.5 merupakan kondisi aktual pintu angin yang mengalami kebocoran. Penutupan pintu angin menggunakan terpal berbahan plastik dirasa kurang efektif karena terjadi kebocoran secara *continue*. Untuk itu dibutuhkan perbaikan jangka panjang agar tidak terjadi kebocoran udara.



**Gambar 4.5**  
Kondisi Pintu Angin Yang Tidak Tertutup Sempurna

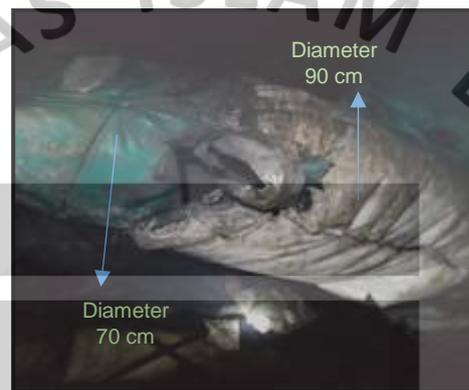
#### 4.3.2 Kondisi Pipa Ventilasi

Pipa ventilasi (*fan duct*) digunakan sebagai penghantar *supply* udara dari *booster fan* ke area kerja, dengan panjang tertentu sesuai dengan kebutuhan udara pada lokasi yang dilakukannya penambangan. Semakin panjang *fan duct*, maka *booster fan* yang dipakai juga harus disesuaikan agar mendapatkan kecepatan udara yang optimal dan debit udara yang besar. PT CSD menggunakan *fan duct* dengan tipe *collapseable flexible duct*, memiliki nilai *coefficient of friction*  $0,021 \text{ kg/m}^3$ . Ukuran dimensi yang digunakan sebesar 120 cm, 90 cm, dan 70 cm. *fan duct* yang semakin kecil agar tekanan udara tetap konstan dan udara bersih yang disuplai dapat sampai ke *front* kerja.

Kondisi *fan duct* banyak mengalami kerusakan hal ini menyebabkan udara bersih terbang ke *decline* dan tidak sampai ke *front* kerja (gambar 4.6). Kerusakan biasanya disebabkan oleh alat berat yang menyenggol *fan duct*. Kondisi pemasangan sambungan *fan duct* dari diameter 90 cm ke diameter 70 cm yang tidak sempurna juga dapat menyebabkan udara mengalami kebocoran (gambar 4.7). Diperlukan perawatan secara *continue* dari pihak *crew* tambang agar kebocoran dapat diminimalisir sehingga udara yang dikirim ke *stope* dapat maksimal.



**Gambar 4.6**  
Kondisi *Fan Duct* Yang Robek



**Gambar 4.7**  
Penyambungan Pada *Fan Duct* Yang Tidak Sempurna

Untuk mengetahui besarnya debit udara yang bocor pada *fan duct* maka dilakukan pengukuran kecepatan udara pada lokasi kebocoran. Pada tabel 4.3 merupakan rekapitulasi pengukuran kebocoran udara pada *fan duct* yang menghubungkan *booster fan 2x55* ke X-Cutt 14 dan X-Cutt 15.

**Tabel 4.3**  
Pengukuran Kebocoran Udara Pada *Fan Duct*

Lokasi Pengukuran	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Kecepatan m/s	Debit (m <sup>3</sup> /s)
sebelum LS 5	0,04	5,437	0,217
Intersection to X-Cut 14	0,015	4,993	0,075
Sebelum X-Cut 14	0,035	8,495	0,300
Setelah X-Cut 14 a	0,003	7,496	0,028
Setelah X-Cut 14 b	0,045	7,5	0,338
Setelah X-Cut 14 c	0,02	6,629	0,133
XC 14	0,01	4,25	0,043
XC -15 a	0,07	8,28	0,580
XC -15 b	0,034	6,43	0,219
XC -15 c	0,012	5,14	0,062
XC -15 d	0,015	7,35	0,110

Lanjutan

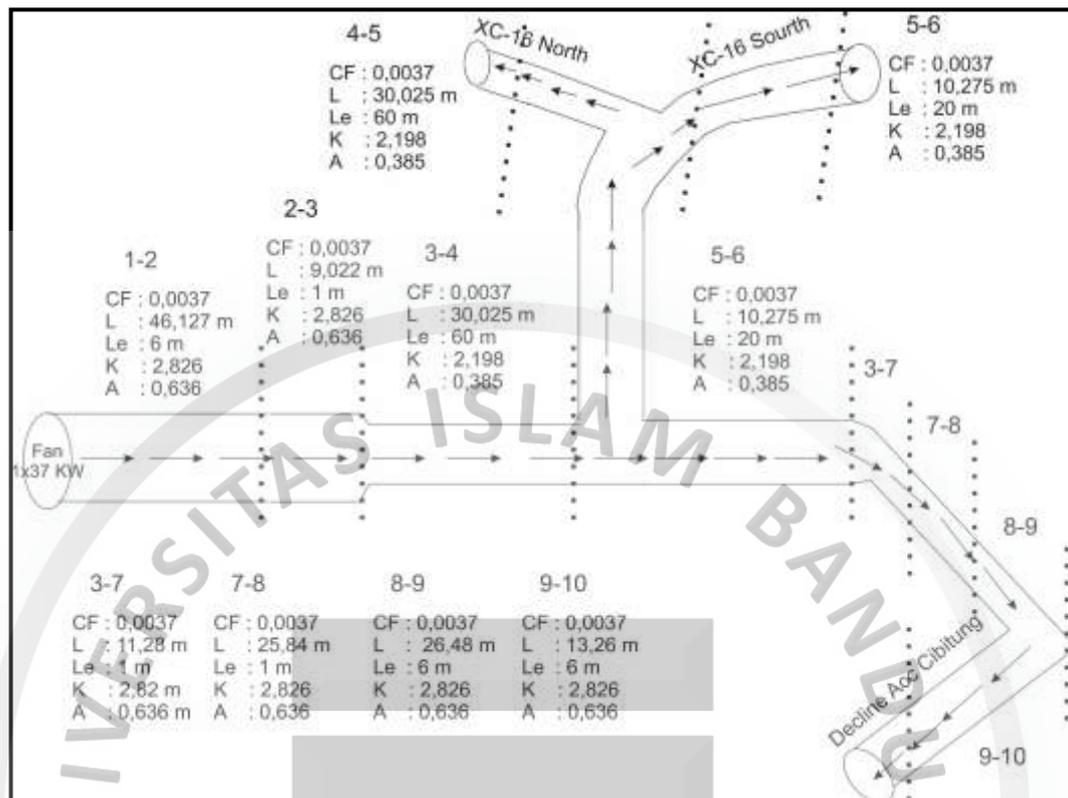
Lokasi Pengukuran	Luas Penampang (m <sup>2</sup> )	Kecepatan m/s	Debit (m <sup>3</sup> /s)
XC -15 e	0,023	6,32	0,145
XC -15 f	0,05	7,14	0,357
Total Debit			2,606

Dari hasil pengukuran kebocoran udara diketahui bahwa total debit yang keluar sebesar 2,606 m<sup>3</sup>/detik. Debit yang keluar tidak terlalu besar sehingga dapat diindikasikan bahwa kebocoran pada *fan duct* bukan pengaruh terbesar dari kurangnya debit pada *stope*. Pada *booster fan* 1x37 yang berfungsi menyuplai udara ke X-Cutt 16 dan *decline acces* tidak dilakukan pengukuran karena minim kebocoran.

#### 4.3.3 Resistensi Udara

Resistensi adalah hambatan/tahanan dialami oleh aliran udara ventilasi yang berada didalam tambang bawah tanah. Selama jalur udara tidak mengalami perubahan (koefisien gesekan, Panjang, luas, dan keliling tetap), maka tahanan dalam jalur ventilasi ialah konstan. Resistensi udara dipengaruhi oleh dua faktor yaitu *shock loss* dan *friction loss*. *Shock loss* merupakan kehilangan tekanan udara yang disebabkan oleh perubahan arah, bentuk dan ukuran saluran aliran udara. Sedangkan *friction loss* merupakan kehilangan udara yang disebabkan oleh gesekan udara ke dinding airways.

Untuk mengetahui nilai resistensi udara maka dilakukan pengukuran pada terowongan dan *fan duct*. Pengukuran dipengaruhi beberapa variable diantaranya, debit udara, koefisien gesekan, luas penampang, keliling penampang, dan panjang *airways*. Nilai koefisien gesekan adalah sebesar 0,0195 kg/m<sup>3</sup> dan untuk koefisien gesek fleksibel duct sebesar 0,0037 kg/m<sup>3</sup> (tabel 3.6). Berikut merupakan hasil pengukuran tahanan udara pada jaringan *fan duct* yang merupakan penghubung *booster fan* 2x55 kw dan 1x37 kw ke area *stope*.



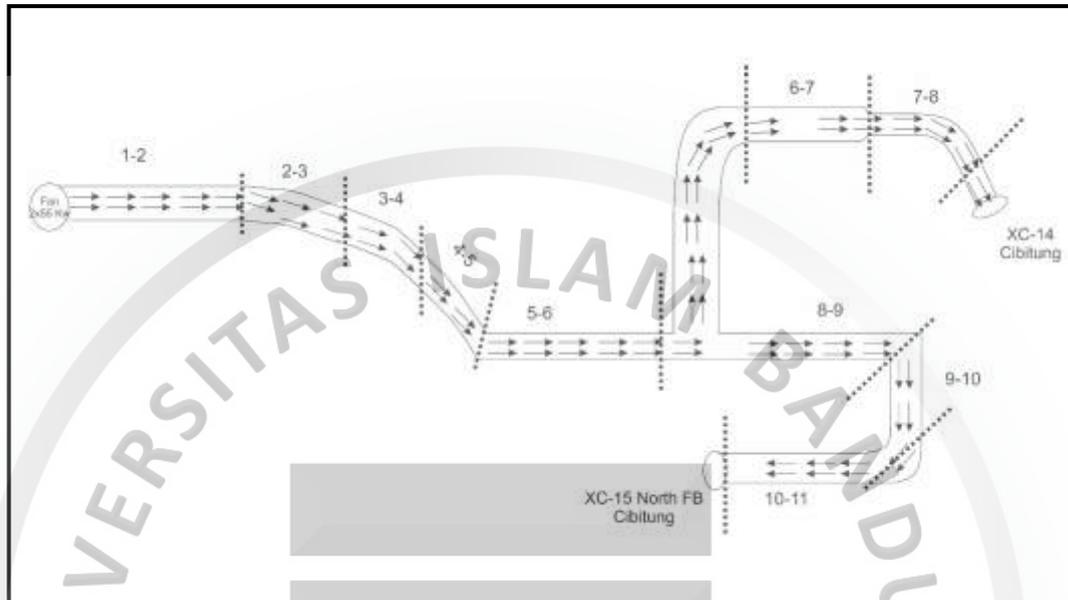
Gambar 4.8  
Sketsa Pengukuran Hambatan Udara Pada Booster Fan 1x37 Kw

Tabel 4.4  
Pengukuran Tahanan Udara Pada Booster Fan 1x37 Kw

Debit Udara Total (m <sup>3</sup> /s)	No Airways	Faktor Gesekan (kg/m <sup>3</sup> )	Panjang Airways (m)	Panjang Ekuivalen (m)	Keliling Duct (m)	Luas Duct (m)	Tahanan (N-S <sup>2</sup> /m <sup>8</sup> )	Tahanan Ekuivalen (N-S <sup>2</sup> /m <sup>8</sup> )	Head Loss (Pa)
13,25	1 - 2	0,0037	46,127	6	2,826	0,636	2,120	0,134	23,52
	2 - 3		9,022	1	2,826	0,636	0,408		
	3 - 4		30,025	60	2,198	0,385	12,865		
	4 - 5		10,275	60	2,198	0,385	10,042		
	5 - 6		8,275	20	2,198	0,385	4,040		
	3 - 7		11,282	1	2,826	0,636	0,500		
	7 - 8		25,84	1	2,826	0,636	1,092		
	8 - 9		26,248	5	2,826	0,636	1,271		
	9 - 10		13,263	20	2,826	0,636	1,353		

Dari tabel 4.4 diketahui bahwa tahanan ekuivalen *airways* sebesar 0,131 N-S<sup>2</sup>/m<sup>8</sup> dan *head loss* sebesar 23,10 Pa. Pada *airways* 3-4 dan 4-5 terjadi percabangan dengan membentuk huruf Y masing-masing menghasilkan nilai tahanan sebesar 12,865 Pa dan 10,042 Pa. Kondisi ini dirasa kurang ideal karena

semakin besar nilai tahanan udara akan menyebabkan debit udara yang masuk menjadi berkurang. *X-Cutt* 16 yang merupakan *stope* aktif untuk produksi harus mendapatkan suplai udara yang optimum.



**Gambar 4.9**  
Sketsa Pengukuran Hambatan Udara Pada *Booster Fan 2x55 Kw*

**Tabel 4.5**  
Pengukuran Tahanan Udara Pada *Booster Fan 2x55 Kw*

Debit Udara Total (m <sup>3</sup> /s)	No Airways	Faktor Gesekan (kg/m <sup>3</sup> )	Panjang Airways (m)	Panjang Ekuivalen (m)	Keliling Duct (m)	Luas Duct (m)	Tahanan (N-S <sup>2</sup> /m <sup>8</sup> )	Tahanan Ekuivalen (N-S <sup>2</sup> /m <sup>8</sup> )	Head Loss (Pa)
34	1 - 2	0,0037	4,400	6,000	3,768	1,130	0,027	0,033	37,702
	2 - 3		21,600	1,000	3,768	1,130	0,058		
	3 - 4		6,800	1,000	3,768	1,130	0,020		
	4 - 5		11,400	20,000	3,768	1,130	0,080		
	5 - 6		20,400	6,000	2,826	0,636	0,380		
	6 - 7		2,300	5,000	2,826	0,636	0,105		
	7 - 8		75,000	20,000	2,826	0,636	1,367		
	8 - 9		35,100	20,000	2,198	0,495	1,685		
	9 - 10		13,100	45,000	2,198	0,495	1,777		
	10 - 11		3,500	1,000	2,198	0,495	0,138		

Dari pengukuran resistensi pada *booster fan 2x55 Kw* diketahui nilai tahanan ekuivalen sebesar 0,034 N-S<sup>2</sup>/m<sup>8</sup> dan total *head loss* sebesar 39,76 pa. Nilai *head loss* lebih besar dibandingkan *booster fan 1x37 kw* karena debit *intake airways* yang lebih besar dan banyaknya belokan sehingga udara mengalami

loss. Tahanan terbesar terjadi saat *airways* masuk ke X-Cutt 15 sebesar  $1.77 \text{ N-S}^2/\text{m}^8$  hal ini disebabkan adanya belokan dengan sudut yang tajam.

#### 4.4 Hasil Monitoring Kuantitas dan kualitas Udara

##### 4.4.1 Sifat *Psychometric*

Pengukuran kualitas udara *tambang* pada blok Cibitung terdiri dari : pengukuran suhu basah (Tw), Pengukuran suhu kering (Td), pengukuran kelembaban relatif (%RH), dan pengukuran kandungan gas. Penelitian tidak difokuskan untuk mengetahui sumber-sumber panas yang ada. Pengukuran sebaiknya dilakukan dalam kondisi tambang tanpa ada kegiatan akan tetapi kondisi tersebut sulit untuk terwujud karena siklus operasional tambang yang terus berjalan.

##### A. Kondisi Temperatur Tambang

Kondisi temperatur pada tambang bawah tanah dipengaruhi oleh delapan faktor utama yaitu, gradien geothermal, alat mekanis yang bekerja, metabolisme tubuh, lampu tambang, autokompresi, temperatur masa batuan, pompa, *fan*, dan gas hasil peledakan. Untuk mendapatkan nilai temperatur kering dan basah menggunakan alat ukur Krisbow KW06-561, sementara untuk mendapatkan nilai temperatur efektif menggunakan *flow chart Effective temperatur scale* pada buku Hartman 1993. Lokasi Blok penambangan Cibitung memiliki 7 front aktif dengan temperatur tertinggi berada di X-Cutt15 *North* OD dengan temperatur kering  $31,23^\circ\text{C}$ , temperatur basah  $31,11^\circ\text{C}$ , dan temperatur efektif  $31,05^\circ\text{C}$ . Temperatur terendah berada pada CBT Decline dengan temperatur kering  $28,69^\circ\text{C}$ , temperatur basah  $27,3^\circ\text{C}$  dan temperatur efektif sebesar  $27^\circ\text{C}$

Tabel 4.6  
Kondisi Temperatur Tambang Blok Cibitung

Titik Pengukuran	Td (°C)	Tw (°C)	Temperatur Efektif (°C)
Depan Portal Cikoneng	21,37	19,64	19,4
50 m dari Portal	21,19	19,56	19,23
Arah ke Cibitung	21,83	19,63	19,42
Arah Ke Cikoneng	21,12	19,4	19,13
Lower Shaft 5	28,52	27,62	27,32
CBT X-Cutt 14	28,68	27,75	27,5
CBT X-Cutt 15 <i>North</i>	31,3	29,55	29,88
CBT X-Cutt 15 <i>North</i> OD	31,23	31,11	31,05
CBT X-Cutt 16 STH	30	28,36	28,8

Lanjutan

<b>Location Description</b>	<b>Td (°C)</b>	<b>Tw (°C)</b>	<b>Eff Temperatur (°C)</b>
CBT X-Cutt_16 NTH	29,72	28,36	28,5
CBT X-Cutt 16 NTH OD	29,75	28,36	28,3
CBT DECLINE	28,68	27,3	27

## B. Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif ialah perbandingan antara banyak uap air yang terdapat di udara dengan banyak uap air maksimum yg dapat dikandung oleh udara pada suhu dan tekanan sama. Kelembaban relatif dapat dicari dengan mengetahui nilai temperatur kering dan temperatur basah yang kemudian di plot pada *flow chart* dan kemudian didapat nilai *RH* (%). Kelembaban relatif akan berbanding lurus dengan kondisi temperatur pada setiap *front* pengukuran. Pada blok penambangan Cibitung nilai kelembaban relatif dapat dikatakan kritis karena diatas 90%. Dibawah ini merupakan grafik kelembaban relatif pada setiap *front* kerja. Kelembaban relatif (%RH) tertinggi ada di X-Cutt-15 North yaitu sebesar 93,55%, dan terkecil pada portal Cibitung yaitu sebesar 83,75%. Tingginya angka kelembaban relatif akan menyebabkan tingkat metabolisme tubuh manusia cepat meningkat sehingga para pekerja tambang disarankan untuk banyak mengkonsumsi air minum saat berada pada lokasi-lokasi *stope*.

**Tabel 4.7**  
**Kondisi Kelembaban Relatif**

<b>Titik Pengukuran</b>	<b>RH (%)</b>
Depan Portal Cikoneng	83,75
50 m dari Portal	83,33
Arah ke Cibitung	83,84
Arah Ke Cikoneng	84,53
Lower Shaft 5	90,1
CBT_XC 14	88,19
CBT XC 15 North	93,55
CBT XC 15 North OD	93,46
CBT XC_16 STH	91,87
CBT XC_16 NTH	92,63
CBT XC_16 NTH OD	92,43
CBT DECLINE	92,93

### C. Hasil Pengukuran Gas Tambang Pada *Block* Cibitung

Pada dasarnya kandungan gas yang terdapat didalam tambang bermacam-macam akan tetapi untuk penelitian ini hanya difokuskan pada konsentrasi gas CO dan O<sub>2</sub>. Pengukuran untuk konsentrasi gas-gas tersebut dilakukan pada blok penambangan Cibitung pada setiap *front* kerja dan setiap aktifitas yang dilakukan. Parameter data yang diambil adalah konsentrasi gas CO dalam satuan PPM dan O<sub>2</sub> dalam satuan persen. Pada tabel 4.8 hasil rekapitulasi konsentrasi Gas CO dan O<sub>2</sub> pada blok penambangan Cibitung.

**Tabel 4.8**  
**Pengukuran Konsentrasi Gas Tambang Blok Cibitung**

Waktu Pengambilan Data	Titik Pengukuran	Kandungan Gas			Aktifitas
		CO (ppm)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> S	
10.40	Lower Shaft 5 ACC	14	20,8	0	Pembuatan Lower Shaft Lhd
10.25	X-Cut 14	0	20,4	0	Tidak Ada Aktifitas
10.15	X-Cut 15 North	3	20,8	0	Shocreate untuk tahap <i>flat back</i>
10.30	X-Cut 15 Sourth	6	20,6	0	Tidak Ada Aktifitas
09.04	X-Cut 16 Sourth	70	20,8	0	Habis <i>Blasting</i> 07.30 Wib
09.15	X-Cut 16 North	35	20,8	0	Support <i>Jumbo Drill</i>
09.34	X-Cut 17 Acc	17	20,8	0	Drilling Jack Lag
09.25	Decline Akses	16	20,8	0	Tidak Ada Aktifitas

Gas CO merupakan hasil pembakaran tidak sempurna pada alat mekanis yang berbahaya bagi kesehatan karena dapat masuk ke hemaglobin darah dan pada saat konsentrasi tertentu akan menyebabkan kematian. Pada blok penambangan Cibitung kandungan gas CO bersumber dari asap peledakan, sehingga mengalir ke *front* kerja lainnya, hal ini gas CO yang termasuk udara kotor nantinya akan dihisap oleh exhaust *fan* ke luar melalui *lower shaft*.

#### 4.4.2 Kuantitas Udara

Pada ventilasi tambang bawah tanah ini, parameter kuantitas udara perlu dikaji kinerjanya sehingga udara yang dialirkan memenuhi standar udara yang ditetapkan dan dapat membuat aman serta nyaman para pekerja. Parameter kuantitas udara terdiri dari kecepatan aliran udara, banyaknya aliran udara dan tekanan udara (*head*). Pengukuran kuantitas udara dilakukan di 16 lokasi berbeda

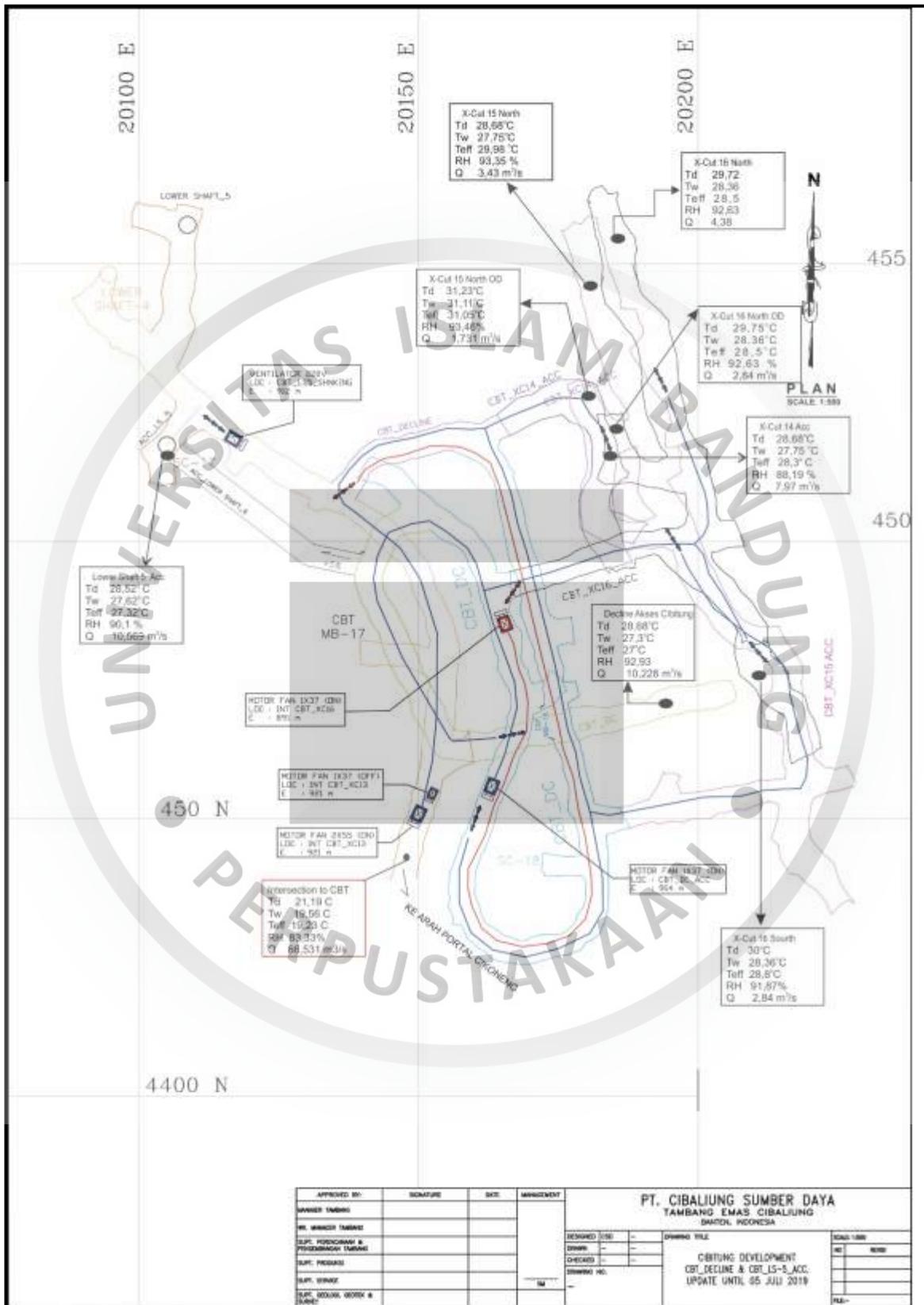
Untuk penentuan lokasi pengukuran disesuaikan dengan kondisi sistem ventilasi tambang dan *front* kerja aktif. Pada area Cibitung terdapat 4 *front* kerja aktif yaitu : X-Cut 14, X-Cut 15, X-Cut 16, *development decline acces*, pembuatan *lower shaft* 5, dan X-Cutt 17 akses. Pada tabel 4.9 merupakan data hasil pengukuran dari setiap *front* aktif.

Dari hasil pengukuran kuantitas udara debit udara terkecil berada pada X-Cutt 16. Hal ini dikarenakan udara yang masuk ke X-Cutt 16 harus terbagi ke *decline* Cibitung *Development*, udara yang masuk ke X-Cutt 16 sebesar  $6,11 \text{ m}^3/\text{s}$  sementara udara yang masuk ke CBT-Decline  $10,228 \text{ m}^3/\text{s}$ . X-Cutt 16 harus menjadi prioritas suplai udara karena akan dilakukan aktifitas produksi *slice* ke dua (*flat back*).

Pada X-Cutt 14 dan X-Cutt 15 debit udara pada stope masing-masing sebesar  $7,976$  dan  $5,11 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Kondisi ini dirasa tidak ideal karena menurut kurva karakteristik *booster Fan 2x55 kw* mampu mensuplai debit sebesar  $34 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Hal ini disebabkan adanya tahanan udara sebesar  $0,033 \text{ N-S}^2/\text{m}^8$  dan total *head loss* sebesar  $37,702 \text{ pa}$  (tabel 5.4).

**Tabel 4.9**  
**Hasil Pengukuran Kuantitas Udara Block Cibitung**

Lokasi Pengukuran	Luas Area (m <sup>2</sup> )	Kecepatan (m/s)	Debit (m <sup>3</sup> /s)
Depan Portal Cikoneng	15,75	10,057	158,403
50 m dari Portal	15,75	8,035	126,556
Intersection to Cibitung	15,75	4,224	66,531
Intersection to Cikoneng	15,75	5,115	80,559
Sebelum Lower Shaft 1	15,75	3,438	54,148
Sebelum Lower Shaft 2	15,75	1,985	31,264
Sebelum Lower Shaft 3	15,75	1,183	18,638
Sebelum Lower Shaft 4	15,75	0,738	11,630
Lower Shaft 5	15,75	0,671	10,569
X-Cutt 14 Cibitung	23,44	0,340	7,976
X-Cutt 15 North Cibitung	23,44	0,146	3,430
X-Cutt 15 North OD	23,44	0,074	1,731
X-Cutt 16 North	23,44	0,187	4,384
X-Cutt 16 Sourth	23,44	0,121	2,840
Development Decline Cibitung	15,75	0,649	10,228



Gambar 4.10  
 Peta Monitoring Ventilasi Tambang