

## BAB IV

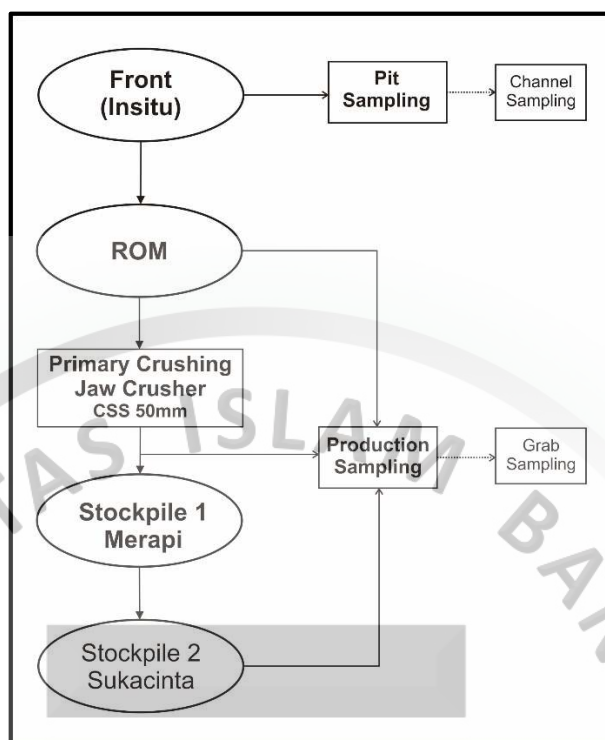
### PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

#### 4.1 Prosedur

Kegiatan Penelitian di PT Muara Alam Sejahtera mencakup lokasi seperti *front* penambangan, ROM dan *stockpile*. Pada lokasi tersebut dilakukan kegiatan *sampling* dan dilakukan analisa proksimat untuk mengetahui kualitas dari batubara tersebut. Kegiatan *sampling* dan analisis laboratorium *sample* batubara di PT Muara Alam Sejahtera dipegang oleh PT Geoservices yang dilakukan di lokasi *front* penambangan (*insitu*), ROM dan *stockpile*. Hasil analisis kemudian diberikan kepada divisi *quality control* PT Muara Alam Sejahtera. Diagram proses kegiatan di PT Muara Alam Sejahtera dapat dilihat pada Gambar 4.1. Adanya perubahan kualitas batubara dari *front* hingga *stockpile* akibat proses pengiriman batubara (*handling*) atau penanganan batubara mengakibatkan adanya perubahan nilai parameter kualitas batubara, sehingga perlu diketahui berapa besar perubahannya.

##### 4.1.1 *Sampling* Batubara Insitu

*Sample* batubara insitu diambil langsung di *front* penambangan yang biasanya dilakukan di pertengahan bulan. *Sample* insitu diambil dengan metode *channel sampling* pada *seam* C-53 yang mewakili pada bagian *roof* dan *coal body* batubara yang dibantu menggunakan excavator dan diambil menggunakan sekop (Gambar 4.2).



Gambar 4.1  
Diagram Proses Kegiatan



Sumber : Dokumentasi Hasil Kegiatan

Gambar 4.2  
Foto Channel Sampling

#### 4.1.2 Sampling Batubara ROM dan stockpile

Jarak dari *front* hingga ke ROM yaitu  $\pm 1$  km yang diangkut menggunakan *dump truck* yang berkapasitas  $\pm 30$  ton. Pada prosesnya penimbunan di ROM ini hanya bersifat sementara sebelum di-*crushing*, sehingga penimbunan di ROM ini hanya sebentar atau bahkan batubara yang dari *front* langsung dimasukkan kedalam *hopper* sehingga langsung masuk ke *crusher* dan ditimbun di *stockpile* Merapi sekitar

1-4 hari sebelum diangkut ke *stockpile* Sukacinta  $\pm 8,5$  km untuk selanjutnya dikirim ke Pelabuhan Kertapati menggunakan kereta.

Pengambilan *sample* di ROM dan *stockpile* (Gambar 4.4) diambil berdasarkan waktu dan *increment* yang disesuaikan berdasarkan per jumlah *cargo* atau  $\pm 7000$  ton (Kapasitas tongkang) sehingga kualitas dalam satu kali pengiriman dapat dikontrol. Pada umumnya *sample* di ROM dan *stockpile* diambil dengan jumlah yang sama  $\pm 11$  *sample*, namun pada bulan November *sample* di ROM tidak diambil sebanyak yang lainnya dikarenakan batubara dari *front* langsung dimasukkan ke dalam *crusher*.

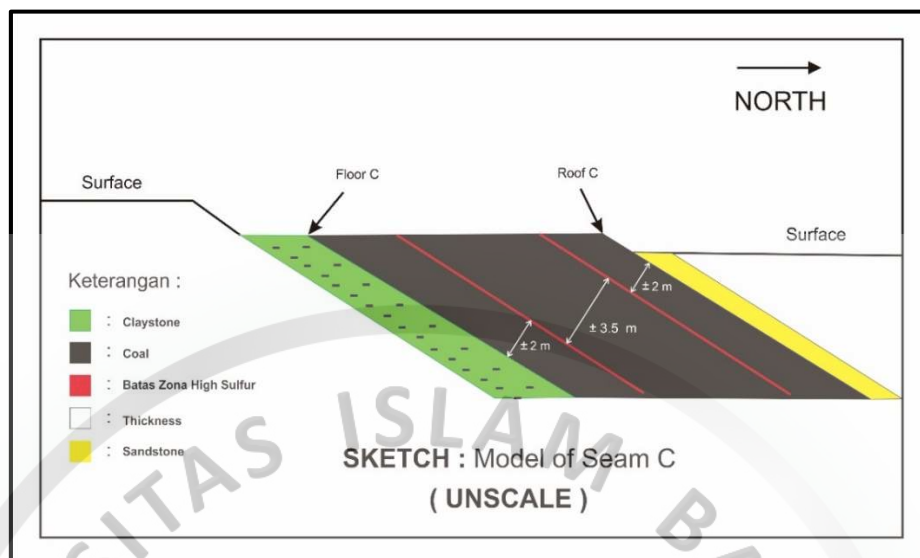


Sumber : Dokumentasi Hasil Kegiatan

**Gambar 4.3**  
Foto Proses Pengambilan *Sample* di *Crusher*

#### 4.2 Karakteristik Batubara *Seam C-53* PT Muara Alam Sejahtera

Batubara *seam C-53* diproduksi dari Pit Alam 4 dikarakteristikan berdasarkan parameter kualitas *total moisture*, *inherent moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon*, *total sulfur*, dan *calorific value*. Tebal batubara *seam C-53*  $\pm 7,5$  m dan memiliki zona *high sulfur*  $\pm 2$  m pada *roof* dan *floor* lapisan batubara sedangkan nilai TS pada area *coal body* rendah (zona *low sulfur*) 3,5 – 4 m (Gambar 4.5). Batubara *seam C-53* ini relatif bersih karena hanya sedikit terdapat batuan *peak*.



Sumber : Engineering Departement PT Muara Alam Sejahtera

Gambar 4.4

#### Sketsa Model Batubara Seam C-53

Kualitas rata-rata batubara di *stockpile* dalam satu bulan menjadi hasil analisis kualitas batubara, sehingga divisi *quality control* dapat mengevaluasi kualitas batubara yang ditambang. Spesifikasi yang diminta oleh konsumen dari batubara *seam C-53* ini berdasarkan kualitas, parameter kualitas yang dipersyaratkan antara lain :

1. *Total moisture* : < 30% (ar) ;
2. *Ash content* : < 5% (adb) ;
3. *Total sulfur* : < 1% (adb) ;
4. *Calorific value* :  $\geq 5300$  cal/g (ar).

### 4.3 Kualitas Batubara

Kualitas batubara C-53 PT Muara Alam Sejahtera termasuk *rank Sub-Bittuminous* memiliki *calorific value* berdasarkan *sample* insitu 5433 cal/g (ar) dan 5688 cal/g (ar) (Tabel 4.1). *Sample* untuk uji kualitas juga diambil dari *pit* hingga *stockpile* Sukacinta.

**Tabel 4.1**  
**Kualitas Batubara Insitu C-53**

Sample Oktober											
Type Of Sample	Sampling Location	Sample Id	TM %	IM %	Ash %	VM %	FC %	TS %	GCV		
			(ar)	(adb)					ar	adb	daf
			cal/g								
Insitu (Channel)	Front	1	24,10	10,40	1,83	41,36	43,41	0,88	5.433	6.414	7.566
		2	24,44	11,20	1,58	43,52	43,70	1,35	5.646	6.635	7.607
		3	23,51	10,82	1,53	42,79	44,86	0,67	5.731	6.682	7.624
	Average		24,02	10,81	1,65	42,56	43,99	0,97	5.603	6.577	7.599

Kualitas batubara C-53 memiliki *calorific value* berdasarkan *sample ROM* dan *stockpile* 4800 cal/g (ar) sampai 5607 cal/g (ar). Hasil analisis *sample ROM* dan *stockpile* dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3.

**Tabel 4.2**  
**Kualitas Batubara C-53 ROM dan stockpile Sample Oktober**

Sampling Location	Sample Id	TM %	IM %	Ash %	VM %	FC %	TS %	GCV		
		(ar)	(adb)					ar	adb	daf
		cal/g								
ROM	A	24,69	10,37	13,93	37,51	38,19	0,63	4.800	5.713	7.547
	B	25,05	11,72	2,41	42,75	43,12	0,71	5.534	6.518	7.591
	C	24,68	10,51	3,91	41,23	44,35	0,92	5.454	6.480	7.572
	D	23,89	11,50	6,20	40,96	41,34	0,72	5.415	6.297	7.651
	E	24,57	12,29	3,40	40,45	43,86	0,78	5.544	6.446	7.349
	F	26,20	10,54	3,32	41,29	44,85	0,60	5.422	6.572	7.346
	G	26,39	11,62	2,63	41,12	44,63	0,73	5.373	6.451	7.299
	H	27,87	10,40	2,45	43,18	43,97	0,60	5.340	6.633	7.403
	I	27,80	10,37	4,17	40,89	44,57	1,07	5.261	6.531	7.287
	J	29,72	11,04	2,92	41,20	44,84	0,69	5.179	6.556	7.370
	K	24,95	13,24	5,31	40,24	41,21	1,91	5.295	6.121	7.515
Average ROM		25,98	11,24	4,60	40,98	43,18	0,85	5.329	6.393	7.448
Stockpile 1	A	25,11	11,24	5,09	42,48	41,19	0,80	5.308	6.291	7.519
	B	24,48	11,40	2,67	42,12	43,81	0,77	5.557	6.520	7.588
	C	23,50	11,22	3,54	41,68	43,56	0,83	5.572	6.466	7.586
	D	23,91	11,65	3,14	41,54	43,67	0,82	5.558	6.453	7.573
	E	24,35	12,84	3,35	39,88	43,93	0,77	5.528	6.369	7.307
	F	27,39	12,04	2,47	40,94	44,55	0,77	5.347	6.477	7.364
	G	25,91	9,11	8,68	39,57	42,64	0,67	5.023	6.162	6.780
	H	26,20	11,84	8,64	39,28	40,24	0,59	4.996	5.968	6.770
	I	26,53	12,44	3,50	41,39	42,67	0,81	5.363	6.391	7.299
	J	29,10	10,98	2,56	40,99	45,47	0,65	5.237	6.575	7.386
	K	29,94	10,94	3,00	41,42	44,64	0,68	5.162	6.562	7.368
Average Stockpile 1		26,04	11,43	4,24	41,03	43,31	0,74	5.332	6.385	7.322
Stockpile 2	A	24,46	15,04	3,25	39,17	42,54	0,74	5.500	6.186	7.281
	B	24,35	11,26	3,53	41,56	43,65	0,75	5.468	6.414	7.527
	C	24,89	10,14	3,89	41,29	44,68	0,80	5.426	6.492	7.225
	D	25,82	12,94	4,20	40,01	42,85	0,80	5.376	6.309	7.247
	E	26,29	10,98	8,16	39,30	41,56	0,64	5.015	6.057	6.804
	F	26,55	12,22	3,04	40,81	43,93	1,01	5.324	6.363	7.249
	G	26,66	11,88	3,18	40,99	43,95	0,61	5.317	6.388	7.249
	H	28,65	10,62	3,53	41,06	44,79	0,55	5.196	6.509	7.282
	I	27,00	10,98	3,44	41,18	44,40	0,80	5.296	6.458	7.255
	J	28,02	10,68	2,90	40,82	45,60	0,67	5.315	6.595	7.384
	K	27,41	10,59	2,86	42,10	44,45	0,81	5.383	6.630	7.415
Average Stockpile 2		26,37	11,58	3,82	40,75	43,85	0,74	5.329	6.400	7.265



**Tabel 4.3**  
**Kualitas Batubara C-53 ROM dan stockpile Sample November**

Sampling Location	Sample Id	TM %	IM %	Ash %	VM %	FC %	TS %	GCV		
		(ar)	(adb)				ar	adb	daf	
							cal/g			
ROM	L	26,00	13,95	3,82	39,51	42,72	0,69	5.440	6.326	7.693
	M	24,06	12,42	2,67	42,04	42,87	1,00	5.573	6.427	7.569
	N	24,48	13,13	2,85	40,63	43,39	1,15	5.588	6.428	7.651
	O	27,67	10,84	5,30	41,12	42,74	0,89	5.221	6.436	7.675
	P	27,74	11,19	3,60	41,30	43,91	0,81	5.307	6.523	7.655
	Q	25,63	10,80	2,08	42,33	44,79	0,82	5.569	6.680	7.668
	R	27,15	12,17	2,00	40,85	44,98	0,84	5.424	6.539	7.619
<b>Average ROM</b>		26,10	12,07	3,19	41,11	43,63	0,89	5.446	6.480	7.647
Stockpile 1	L	25,89	11,32	2,54	41,95	44,19	0,63	5.469	6.544	7.597
	M	25,80	11,22	4,03	41,32	43,43	0,71	5.415	6.479	7.645
	N	26,80	11,98	2,82	42,13	43,07	0,72	5.454	6.558	7.697
	O	25,63	13,02	2,83	40,40	43,75	1,21	5.461	6.387	7.590
	P	26,46	11,12	4,17	41,69	43,02	0,83	5.379	6.501	7.674
	Q	26,23	11,55	4,19	40,96	43,30	0,80	5.275	6.325	7.507
	R	27,57	10,21	2,86	42,74	44,19	1,16	5.332	6.610	7.604
	S	27,87	10,95	2,98	42,07	44,00	1,12	5.280	6.519	7.574
	T	25,48	10,33	2,03	42,79	44,85	0,62	5.560	6.690	7.634
	U	25,03	10,42	3,22	41,57	44,79	0,60	5.482	6.550	7.585
V	25,55	11,09	1,42	43,89	43,60	1,31	5.551	6.629	7.577	
<b>Average Stockpile 1</b>		26,21	11,20	3,01	41,96	43,84	0,88	5.423	6.527	7.608
Stockpile 2	L	26,33	10,59	1,96	42,91	44,54	1,30	5.463	6.630	7.581
	M	25,44	12,65	2,69	40,80	43,86	1,17	5.500	6.444	7.612
	N	28,31	15,66	3,06	39,80	41,48	0,85	5.254	6.181	7.605
	O	28,42	14,45	2,86	40,26	42,43	0,88	5.219	6.238	7.544
	P	27,97	10,89	5,03	41,15	42,93	0,82	5.177	6.405	7.618
	Q	27,16	11,53	4,64	40,34	43,49	0,91	5.254	6.382	7.613
	R	26,03	12,04	2,04	41,85	44,07	0,61	5.567	6.620	7.705
	S	27,00	14,62	1,94	40,96	42,48	0,56	5.438	6.360	7.622
	T	26,17	11,32	3,36	41,10	44,22	0,55	5.427	6.519	7.641
	U	24,46	11,64	2,92	41,31	44,13	0,61	5.548	6.489	7.595
V	24,64	11,66	1,55	43,21	43,58	1,31	5.607	6.573	7.573	
<b>Average Stockpile 2</b>		26,54	12,46	2,91	41,24	43,38	0,87	5.405	6.440	7.610

#### 4.4 Perubahan Kualitas Batubara

Perubahan nilai kualitas batubara dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti, adanya variasi kualitas insitu dan *handling* batubara. Namun berdasarkan penelitian, kualitas yang rentan terjadi perubahan yaitu *total moisture*, *ash content*, *total sulfur* dan *calorific value*.

##### 4.4.1 Perubahan Nilai *Total Moisture*

Berdasarkan hasil penelitian, batubara C-53 terdapat perubahan nilai *total moisture* dari insitu, ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* dengan selisih rata-rata 0,06%

sampai 2,12%. Nilai kualitas *sample* bulan Oktober dan November dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5, serta selisih perubahan nilai *total moisture* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.4**  
**Nilai Total Moisture Batubara C-53 Sample Oktober**

Sample Id	Sampling Location			
	Front	ROM	Stockpile 1	Stockpile 2
TM % (ar)				
1	24,10			
A		24,69	25,11	24,46
B		25,05	24,48	24,35
C		24,68	23,50	24,89
D		23,89	23,91	25,82
E		24,57	24,35	26,29
F		26,20	27,39	26,55
G		26,39	25,91	26,66
H		27,87	26,20	28,65
I		27,80	26,53	27,00
J		29,72	29,10	28,02
K		24,95	29,94	27,41
	<b>24,10</b>	<b>25,98</b>	<b>26,04</b>	<b>26,37</b>

**Tabel 4.5**  
**Nilai Total Moisture Batubara C-53 Sample November**

Sample Id	Sampling Location			
	Front	ROM	Stockpile 1	Stockpile 2
TM % (ar)				
2	24,44			
3	23,51			
L		26,00	25,89	26,33
M		24,06	25,80	25,44
N		24,48	26,80	28,31
O		27,67	25,63	28,42
P		27,74	26,46	27,97
Q		25,63	26,23	27,16
R		27,15	27,57	26,03
S			27,87	27,00
T			25,48	26,17
U			25,03	24,46
V			25,55	24,64
	<b>23,98</b>	<b>26,10</b>	<b>26,21</b>	<b>26,54</b>

**Tabel 4.6**  
**Selisih Rata-rata Perubahan Kualitas Nilai TM Batubara**

<i>Sample</i>	Pengambilan <i>Sample</i>	Nilai TM%	Selisih %
Oktober	<i>front</i>	24,1	
			1,88
	ROM	25,98	
			0,06
	<i>stockpile 1</i>	26,04	
			0,33
November	<i>front</i>	23,98	
			2,12
	ROM	26,1	
			0,11
	<i>stockpile 1</i>	26,21	
			0,33
	<i>stockpile 2</i>	26,54	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa perubahan nilai *total moisture* lebih besar terjadi pada *sample* dari *front* ke ROM dengan nilai rata-rata sebesar 1,88% hingga 2,12% (ar).

#### 4.4.2 Perubahan Nilai *Ash Content*

Berdasarkan hasil penelitian, batubara C-53 terdapat perubahan nilai *ash content* dari insitu, ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* dengan selisih rata-rata -0,1% sampai 2,77%. Nilai kualitas dari *sample* bulan Oktober dan November dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8, serta selisih perubahan nilai *ash content* dapat dilihat pada Tabel 4.9.



**Tabel 4.7**  
**Nilai Ash% Sample Oktober**

Sample Id	Sampling Location			
	Front	ROM	Stockpile 1	Stockpile 2
	Ash % (adb)			
1	1,83			
A		13,93	5,09	3,25
B		2,41	2,67	3,53
C		3,91	3,54	3,89
D		6,20	3,14	4,20
E		3,40	3,35	8,16
F		3,32	2,47	3,04
G		2,63	8,68	3,18
H		2,45	8,64	3,53
I		4,17	3,50	3,44
J		2,92	2,56	2,90
K		5,31	3,00	2,86
	<b>1,83</b>	<b>4,60</b>	<b>4,24</b>	<b>3,82</b>

**Tabel 4.8**  
**Nilai Ash% Sample November**

Sample Id	Sampling Location			
	Front	ROM	Stockpile 1	Stockpile 2
	Ash % (adb)			
2	1,58			
3	1,53			
L		3,82	2,54	1,96
M		2,67	4,03	2,69
N		2,85	2,82	3,06
O		5,30	2,83	2,86
P		3,60	4,17	5,03
Q		2,08	4,19	4,64
R		2,00	2,86	2,04
S			2,98	1,94
T			2,03	3,36
U			3,22	2,92
V			1,42	1,55
	<b>1,56</b>	<b>3,19</b>	<b>3,01</b>	<b>2,91</b>

**Tabel 4.9**  
**Selisih Rata-rata Perubahan Kualitas Nilai Ash Batubara**

Sample	Pengambilan Sample	Ash%	Selisih %
Oktober	front	1,83	
			2,77
	ROM	4,6	
			-0,36
	stockpile 1	4,24	
			-0,42
November	front	1,56	
			1,63
	ROM	3,19	
			-0,18
	stockpile 1	3,01	
			-0,1
	stockpile 2	2,91	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *ash content* memiliki nilai yang cukup bervariasi pada tiap *sample* batubara dengan produk yang sama. Kondisi ini terjadi akibat dari adanya pengotor yang ikut tertambang dan juga pencampuran dengan batubara atau material lain sehingga meningkatkan nilai *ash*. Sedangkan dengan nilai rata-rata, perubahan nilai *ash* di ROM - *stockpile 1* - *stockpile 2* tidak terlalu besar.



Sumber : Dokumentasi Hasil Kegiatan

**Gambar 4.5**  
**Foto Kondisi ROM**

#### 4.4.3 Perubahan Nilai *Total Sulfur*

Berdasarkan hasil penelitian, batubara C-53 terdapat perubahan nilai *total sulfur* dari insitu, ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* dengan selisih rata-rata -0,01% sampai -0,12%. Kualitas *sample* pada bulan Oktober dan November dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11, serta selisih perubahan nilai TS dapat dilihat pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.10**  
**Nilai TS% *Sample* Oktober**

<i>Sample Id</i>	<i>Sampling Location</i>			
	<i>Front</i>	<i>ROM</i>	<i>Stockpile 1</i>	<i>Stockpile 2</i>
<i>TS % (adb)</i>				
1	0,88			
A		0,63	0,80	0,74
B		0,71	0,77	0,75
C		0,92	0,83	0,80
D		0,72	0,82	0,80
E		0,78	0,77	0,64
F		0,60	0,77	1,01
G		0,73	0,67	0,61
H		0,60	0,59	0,55
I		1,07	0,81	0,80
J		0,69	0,65	0,67
K		1,91	0,68	0,81
	<b>0,88</b>	<b>0,85</b>	<b>0,74</b>	<b>0,74</b>

**Tabel 4.11**  
**Nilai TS% *Sample* November**

<i>Sample Id</i>	<i>Sampling Location</i>			
	<i>Front</i>	<i>ROM</i>	<i>Stockpile 1</i>	<i>Stockpile 2</i>
<i>TS % (adb)</i>				
2	1,35			
3	0,67			
L		0,69	0,63	1,30
M		1,00	0,71	1,17
N		1,15	0,72	0,85
O		0,89	1,21	0,88
P		0,81	0,83	0,82
Q		0,82	0,80	0,91
R		0,84	1,16	0,61
S			1,12	0,56
T			0,62	0,55
U			0,60	0,61
V			1,31	1,31
	<b>1,01</b>	<b>0,89</b>	<b>0,88</b>	<b>0,87</b>

**Tabel 4.12**  
**Selisih Rata-rata Perubahan Kualitas Nilai TS Batubara**

Sample	Pengambilan Sample	TS%	Selisih %
Oktober	front	0,88	
			-0,03
	ROM	0,85	
			-0,11
	stockpile 1	0,74	
			0
November	front	1,01	
			-0,12
	ROM	0,89	
			-0,01
	stockpile 1	0,88	
			0
	stockpile 2	0,88	

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai *total sulfur* cenderung tinggi di *front* (insitu), di mana batubara *seam* C-53 ini memiliki lapisan *roof* dan *floor* dengan zona *high sulfur* dengan tebal  $\pm 2$  meter. Keadaan ini kemungkinan terjadi pada saat *sampling* di *front* (insitu) mendapatkan banyak batubara dengan kandungan *sulfur* yang tinggi (Gambar 4.7), karena pada saat *sampling* lebih banyak mewakili lapisan *roof* dan sebagian *coal body*.



Sumber : Dokumentasi Hasil Kegiatan

**Gambar 4.7**  
**Foto Batubara Seam C-53 dengan Zona High Sulfur**

Setelah batubara dipindahkan ke ROM dan *stockpile* nilai TS cenderung menurun diakibatkan batubara telah bercampur antara batubara *high sulfur* dari *roof* dan *floor* dengan batubara *low sulfur* dari *coal body*. Sehingga semakin batubara itu tercampur maka nilai *total sulfur* akan semakin rendah. Namun, jika nilai TS mengalami kenaikan maka kondisi tersebut disebabkan oleh kondisi batubara yang diambil pada saat *sampling* mengalami peningkatan kadar TS% akibat banyaknya percampuran dari batubara zona *high sulfur* dan nilai TS% yang diperbolehkan <1%.

#### 4.4.4 Perubahan *Calorific Value*

Berdasarkan hasil penelitian, batubara C-53 terdapat perubahan *calorific value* dari insitu, ROM, *stockpile 1* dan *stockpile 2* dengan selisih rata-rata 3 cal/g sampai -242 cal/g. kualitas *sample* pada bulan Oktober dan November dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14. Serta selisih perubahan nilai TS dapat dilihat pada tabel 4.15.

**Tabel 4.13**  
***Calorific Value Sample Oktober***

<i>Sample Id</i>	<i>Sampling Location</i>			
	<i>Front</i>	<i>ROM</i>	<i>Stockpile 1</i>	<i>Stockpile 2</i>
<i>Calorific Value (cal/g) (ar)</i>				
1	5.433			
A		4.800	5.308	5.500
B		5.534	5.557	5.468
C		5.454	5.572	5.426
D		5.415	5.558	5.376
E		5.544	5.528	5.015
F		5.422	5.347	5.324
G		5.373	5.023	5.317
H		5.340	4.996	5.196
I		5.261	5.363	5.296
J		5.179	5.237	5.315
K		5.295	5.162	5.383
	<b>5.433</b>	<b>5.329</b>	<b>5.332</b>	<b>5.329</b>

**Tabel 4.14**  
**Calorific Value Sample November**

Sample Id	Sampling Location			
	Front	ROM	Stockpile 1	Stockpile 2
	Calorific Value (cal/g) (ar)			
2	5.646			
3	5.731			
L		5.440	5.469	5.463
M		5.573	5.415	5.500
N		5.588	5.454	5.254
O		5.221	5.461	5.219
P		5.307	5.379	5.177
Q		5.569	5.275	5.254
R		5.424	5.332	5.567
S			5.280	5.438
T			5.560	5.427
U			5.482	5.548
V			5.551	5.607
	5.688	5.446	5.423	5.405

**Tabel 4.15**  
**Selisih Rata-rata Perubahan Kualitas Calorific Value Batubara**

Sample	Pengambilan Sample	Calorific Value (cal/g)	Selisih (cal/g)
Oktober	front	5433	
			-104
	ROM	5329	
			3
	stockpile 1	5332	
			-3
November	stockpile 2	5329	
	front	5688	
			-242
	ROM	5446	
			-23
	stockpile 1	5423	
		-18	
	stockpile 2	5405	

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *Calorific Value* pun memiliki cukup banyak variasi. Penurunan kualitas *calorific value* ini dapat disebabkan dari perubahan parameter kualitas lainnya yang saling berkaitan.



Untuk mengetahui di mana terjadinya perubahan yang signifikan dari setiap titik penanganan dapat diuji statistik menggunakan uji rata-rata independen (Tabel 4.16 dan Tabel 4.17).

**Tabel 4.16**  
**Uji Rata-rata Independen *front-stockpile***

No.	Parameter	Front - ROM	ROM - Stockpile 1	Stockpile 1 - Stockpile 2
		Sig		
1	Total Moisture (ar) %	0,047	0,855	0,458
2	Ash Content (adb) %	0,02	0,301	0,866
3	Total Sulfur (adb) %	0,217	0,078	0,463
4	Calorific Value (ar) cal/g	0,029	0,879	0,262

Pengambilan keputusan uji rata-rata independen yaitu dengan melihat angka signifikansi, jika nilai sig. <0,05 maka terjadi perubahan yang signifikan dan jika nilai sig >0,05 maka tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai kualitas yang mengalami perubahan signifikan adalah *sample* dari *front-stockpile*.

**Tabel 4.17**  
**Uji Rata-rata Independen *front-ROM***

No	Parameter	front-ROM	Mean Difference (front-ROM)
		sig	
1	Total Moisture (ar) %	0,047	2,1
2	Inherent Moisture (adb) %	0,262	0,75
3	Ash Content (adb) %	0,02	1,82
4	Total sulfur (adb) %	0,217	-0,15
5	Calorific Value (ar) %	0,029	-3,48

Setelah mengetahui titik penanganan yang mengalami perubahan nilai kualitas, dari tabel di atas dapat diketahui nilai rata-rata perubahan yang terjadi di *front-ROM*. Nilai *total moisture* naik dengan rata-rata 2,1%, *ash content* naik 1,82% dan *calorific value* turun 3,48%, sedangkan *inherent moisture* dan *total sulfur* tidak terjadi perubahan yang signifikan.

#### 4.5 Hubungan *Calorific Value* Dengan Parameter Kualitas Lain

*Calorific value* memiliki hubungan dengan parameter kualitas lainnya, hubungannya dapat searah maupun berbanding terbalik, sehingga dengan pengolahan data statistik menggunakan aplikasi SPSS dapat menunjukkan hubungan tersebut. Pengujian ini berdasarkan pada *sample front* – ROM karena dengan pengujian sebelumnya menunjukkan perubahan nilai yang signifikan dan data yang digunakan merupakan hasil konversi dari basis adb ke basis ar.

##### 4.5.1 Kolerasi Bivariat

Tujuan korelasi bivariat yaitu untuk melihat hubungan antara dua *variable* parameter kualitas batubara, yaitu hubungan dari *variable* bebas *total moisture*, *inherent moisture*, *ash content*, *total sulfur*, *volatile matter*, *fixed carbon* terhadap *variable* terikat *calorific value*. Hasil dari korelasi bivariat dapat dilihat pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18**  
Korelasi Bivariat *Pearson*

No	<i>Correlations</i>		
	<i>Calorific Value</i>		
1	TM	<i>Pearson Correlation</i>	-0,458 **
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,037
		<i>N</i>	21
2	IM	<i>Pearson Correlation</i>	0,349
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,121
		<i>N</i>	21
3	Ash	<i>Pearson Correlation</i>	-0,785 **
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,000
		<i>N</i>	21
4	TS	<i>Pearson Correlation</i>	0,142
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,450
		<i>N</i>	21
5	VM	<i>Pearson Correlation</i>	0,685 **
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,001
		<i>N</i>	21
6	FC	<i>Pearson Correlation</i>	0,566 **
		<i>Sig. (2-tailed)</i>	0,007
		<i>N</i>	21

Pengambilan keputusan uji bivariat berdasarkan pada nilai signifikansi, di mana jika nilai sig < 0,05 maka terdapat korelasi antara *variable* bebas dan *variable* terikat. Sedangkan jika nilai sig > 0,05 maka tidak terdapat korelasi antara *variable* bebas dan *variable* terikat. Selain dari nilai signifikansinya, pengambilan keputusan dapat dilihat dengan menggunakan r hitung (*Pearson Correlations*) dan r tabel. Parameter dengan nilai r hitung > r tabel dapat dikatakan memiliki korelasi antara *variable* bebas dan *variable* terikat.

Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa *calorific value* dipengaruhi oleh parameter *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon*. Dan selanjutnya untuk mengetahui berapa besar pengaruhnya maka digunakan analisis regresi.

#### 4.5.2 Analisis Regresi

Tujuan dari analisis regresi adalah untuk mengetahui hubungan antara *variable* bebas dan *variable* terikat. Pada uji regresi ini yaitu dengan melihat hubungan parameter kualitas yang memiliki korelasi dengan *calorific value* berdasarkan uji korelasi bivariat, parameter yang menjadi *variable* bebas yaitu *total moisture*, *ash content*, *volatile matter*, *fixed carbon* dan *variable* terikatnya *calorific value*. Sebelum dilakukan uji regresi terlebih dahulu dilakukan pengujian linieritasnya seperti pada Tabel 4.19, kemudian hasil analisis regresi dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.19  
Uji Linieritas

ANOVA <sup>a</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	732869,26	4	183217,314	49,044	.000 <sup>b</sup>
	Residual	59772,554	16	3735,785		
	Total	792641,81	20			

Dari tabel di atas dilihat bahwa nilai sig. adalah 0,00 lebih kecil dibandingkan nilai signifikansinya yaitu 0,05 sehingga dasar pengambilan keputusan dalam uji F

dapat disimpulkan bahwa hipotesis diterima atau dengan kata lain *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* secara simultan berpengaruh terhadap *calorific value*.

Berdasarkan tabel di atas, diketahui nilai F hitung adalah sebesar 49,044. Sedangkan nilai F tabel dicari pada tabel distribusi  $F = (4 ; 21-4) = 2,96$ . Karena nilai F hitung  $49,044 > F$  tabel 2,96, maka dasar pengambilan keputusan dalam uji F dapat dikatakan bahwa hipotesis diterima atau dengan kata lain *total moisture*, *ash content*, *volatile matter* dan *fixed carbon* secara simultan berpengaruh terhadap *calorific value*.

Tabel 4.20  
Hasil Analisis Regresi

Model Summary						
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate		
1	.962 <sup>a</sup>	.925	.906	6.112.107		
Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	5.982,07	1.134,27		5,274	0
	TM	-67,038	9,775	-0,568	-6,858	0,000
	Ash	-48,581	13,623	-0,649	-3,566	0,003
	VM	10,975	16,823	0,073	0,652	0,523
	FC	20,216	19,755	0,165	1,023	0,321

Setelah mengetahui bahwa ada pengaruh simultan antara *variable* bebas dan *variable* terikat, maka dapat mengetahui berapa % pengaruh yang diberikan *variable* bebas terhadap *variable* terikat dengan melihat nilai *R Square*. Nilai *R Square* yang didapat adalah 0,925 atau 92,5%, angka tersebut mengandung arti bahwa *variable* bebas (TM, Ash, VM, FC) secara simultan berpengaruh terhadap *variable* terikat (CV) sebesar 92,5%.

Berdasarkan tabel di atas nilai signifikansi tiap parameter dapat diketahui, di mana sig  $< 0,05$ , bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima yang berarti ada pengaruh

signifikan antara *variable* bebas (X) terhadap *variable* terikat (Y). Berdasarkan analisis regresi parameter yang memiliki pengaruh signifikan adalah *total moisture* dan *ash content* di mana dapat juga dilihat dari nilai t hitung. Nilai t hitung > t tabel, H<sub>0</sub> ditolak dan H<sub>a</sub> diterima yang berarti ada pengaruh signifikan antara *variable* bebas (X) terhadap *variable* terikat (Y). nilai t tabel didapatkan berdasarkan distribusi nilai t tabel adalah  $(21-4) = 1,740$ . Sehingga parameter yang memiliki nilai t hitung > t tabel adalah *total moisture* dan *ash content*.

Dari pengujian ini dapat diketahui bahwa penurunan *calorific value* di *front-ROM* dipengaruhi oleh kenaikan nilai *total moisture* dan *ash content* yang dapat digambarkan dengan model regresi  $Y (CV) = 5982,07 - 67,03 TM - 48,58 Ash + 10,97 VM + 20,21 FC$ . Model regresi tersebut mengandung arti kenaikan 1% nilai TM akan menurunkan kadar *calorific value* sebesar 67,03 cal/g dan kenaikan 1% nilai Ash akan menurunkan kadar *calorific value* sebesar 48,58 cal/g.

#### 4.5.3 Penurunan *Calorific Value*

Setelah dilakukan pengujian regresi, dapat diketahui bahwa penurunan kadar *calorific value* disebabkan oleh naiknya kadar *total moisture* dan *ash content*. Kenaikan nilai *total moisture* dari *front-ROM* dapat disebabkan oleh kondisi asalnya (*insitu*) yang beragam dan kemungkinan nilai *total moisture* yang tinggi memang memiliki nilai yang tinggi sejak awal, karena dari hasil *sample insitu* 2 dan 3 kadar TM memiliki perbedaan hingga 0,93%. Kenaikan kadar *total moisture* pada *front-ROM* terjadi dalam beberapa kondisi lain, seperti :

1. Pengambilan *sample insitu* yang diambil di *front* terjadi pada saat kondisi cuaca yang baik. Sedangkan pada saat penambangan, terdapat batubara dalam keadaan basah setelah hujan sehingga hasil analisis memiliki nilai *total moisture* yang tinggi ;
2. Terkena hujan pada tumpukan batubara di ROM ;

3. Terkena air terlalu banyak saat penyiraman untuk mengurangi debu pada tumpukan batubara atau jalan tambang.

Selain dari kenaikan kadar *total moisture*, penurunan *calorific value* juga disebabkan oleh naiknya kadar *ash content*. Kenaikan kadar *ash content* terjadi akibat beberapa hal, yaitu :

1. Ikut tertambangnya pengotor pada saat penambangan, serta kondisi alat mekanis yang membawa kontaminan ;
2. Terbentuknya *fine coal* akibat proses penanganan (*handling*) ;
3. Terjadinya pencampuran dengan batubara atau material lain sehingga menyebabkan dilusi ;
4. Kondisi ROM terdapat tanggul yang tererosi dan terjadi *self combustion*.

Dengan kenaikan nilai *total moisture* dan *ash content* maka *calorific value* semakin rendah. Untuk meminimalisir penurunan *calorific value* maka dapat dilakukan hal sebagai berikut :

1. Mengatasi penyimpangan pada pengujian kualitas batubara di setiap titik penanganan dengan cara *sampling* yang benar ;
2. Menghindari masuknya kontaminan pada saat proses penambangan ;
3. Mengatasi *fine coal* akibat proses penanganan (*handling*) dengan penyiraman yang rutin dan tepat.