

# LAPORAN KULIAH KERJA PRAKTIK DI PT SUCOFINDO PADANG

*Diajukan Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Syarat Akademik Guna Memperoleh Gelar  
Ahli Madya Sains (A.Md.Si) dalam Bidang Analisis Kimia Diploma III  
Politeknik ATI Padang*



**OLEH : DARA APRILLA**  
**BP : 2020021**

**PROGRAM STUDI : ANALISIS KIMIA**

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI  
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI  
POLITEKNIK ATI PADANG  
2023**

BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI  
**POLITEKNIK ATI PADANG**



Jl. Bungo Pasang Tabing, Padang Sumatera Barat Telp. (0751) 055053  
Fax.(0751)41152

---

**LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KKP**

**VERIFIKASI METODE UJI *ASH FUSION TEMPERATURE* (AFT)  
DENGAN MENGGUNAKAN TUNGKU *CARBOLITE GERO CAF G5*  
BERDASARKAN ASTM D1857**

Padang, Maret 2023

Disetujui Oleh:

Pembimbing Institusi,

(Melysa Putri, M.Si)  
NIP. 199005272018012002

Pembimbing Lapangan,

(Ullia Rahman, S.T)

Mengetahui,  
Program Studi Analisis Kimia  
Ketua,

(Elda Pelita, S.Pd, M.Si)  
NIP. 197211152001122001

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun laporan Kuliah Kerja Praktik (KKP) berdasarkan informasi dan data dari berbagai pihak selama melaksanakan KKP dari tanggal 01 Agustus sampai dengan 31 Maret 2023 di PT SUCOFINDO cabang Padang. Laporan KKP ini dapat disusun dengan baik karena banyak masukan dan dukungan dari berbagai pihak yang berupa informasi, arahan, dan bimbingan. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ester Edwar, M.Pd selaku Direktur Politeknik ATI Padang.
2. Ibu Elda Pelita, S.Pd, M.Si selaku Ketua Program Studi Analisis Kimia.
3. Ibu Melysa Putri, M.Si selaku Dosen Pembimbing dalam menyusun laporan KKP ini.
4. Ibu Selfa Dewati Samah, M.Eng., M.Si selaku Penasehat Akademik.
5. Bapak Wijil Pustiko selaku Kepala Cabang PT SUCOFINDO Padang.
6. Bapak Anggi Setiawan selaku Kepala Bidang Pengujian dan Konsultasi PT SUCOFINDO Padang.
7. Bapak Ullia Rahman, S.T selaku pembimbing lapangan di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang yang telah mengizinkan penulis melaksanakan Kuliah Kerja Praktik dan memberikan ilmu, bimbingan, serta motivasi kepada penulis.
8. Seluruh dosen, asisten dosen dan *staff* karyawan Politeknik ATI Padang khususnya Program Studi Analisis Kimia.
9. Seluruh karyawan dan analis di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang (Bapak Irfan Yudha, Bapak Januari Effendi, Bapak Andri Gusnedi, Ibu Nila Muthia, Kak Mita Oktriani, Kak Annisa Tri Maula, Mbak Fransiska Adella, Firyal Nabilah, Bang Wahyu Marfianda, Bang Fajrin Yudel, Bang Fadlan Ikhsan F, Bang Fajri Basra, Bang Yudha Rizky Pratama) atas bimbingan dan kesempatan serta telah membantu penulis selama kegiatan Kuliah Kerja Praktik.

10. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan nasihat serta mengirimkan doa di setiap waktunya.
11. Teman-teman Program Studi Analisis Kimia 2020 dan rekan-rekan sesama Kuliah Kerja Praktik di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik ini.
12. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu, penulis ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan laporan KKP ini, masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan yang dimiliki, baik itu sistematika penulisan maupun penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan Kuliah Kerja Praktik ini.

Akhir kata penulis berdoa semoga segala bantuan yang telah diberikan tersebut mendapat balasan pahala dari Allah SWT.

Padang, 31 Maret 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KKP</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Manfaat Kuliah Kerja Praktik.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Pengenalan Perusahaan.....	6
2.1.1 Sejarah Perusahaan, Visi dan Misi Perusahaan .....	6
2.1.2 Struktur Organisasi .....	7
2.1.3 Memahami Bahan Baku dan Produk Perusahaan.....	7
2.1.4 Supplier dan Customer .....	8
2.2 Teknik Sampling.....	8
2.2.1 Konsep Dasar Sampel Padat/Cair/Gas .....	8
2.2.2 Teknik Pengambilan Sampel .....	10
2.3 Analisis Sampel .....	12
2.3.1 Metode dalam Analisis Sampel .....	12
2.3.2 Prosedur Analisis Sampel.....	13
2.4 Penerapan K3 .....	14
2.4.1 Ruang Lingkup Stasiun Kerja .....	14
2.4.2 Potensi Bahaya .....	15
2.4.3 Alat Pelindung Diri yang Sesuai .....	16
2.5 Penerapan QC dan QA.....	20
2.5.1 Mengetahui Perbedaan <i>Quality Control</i> dan <i>Quality Assurance</i> ..	20

2.5.2 Konsep Jaminan Mutu dan Pengendalian Mutu.....	21
2.5.3 Penerapan Kartu Kendali.....	22
2.5.4 Uji Banding antar laboratorium dan Uji Profesi.....	22
2.6 IPAL dan Analisis Mutu Limbah.....	23
2.6.1 Sumber-Sumber Limbah .....	23
2.6.2 Metode Penanganan Limbah .....	24
2.6.3 Karakteristik Limbah.....	26
2.7 Manajemen Mutu Laboratorium.....	27
2.7.1 Sistem Manajemen Laboratorium .....	27
2.7.2 Penerapan Dokumentasi Sistem Manajemen Mutu.....	28
2.7.3 Fasilitas dan Kondisi Lingkungan laboratorium .....	29
2.7.4 Struktur Organisasi dan Pengelolaan SDM di laboratorium .....	31
2.7.5 Persyaratan ISO 17025:2017 .....	32
2.8 Validasi Metode Uji.....	33
2.8.1 Perbedaan Validasi dan Verifikasi Metode .....	33
2.8.2 Konsep Validasi dan Verifikasi Metode.....	35
2.8.3 Konsep Ketidakpastian Pengujian.....	38
2.8.4 Tahapan Penentuan Ketidakpastian Pengujian.....	38
<b>BAB III PELAKSANAAN KKP.....</b>	<b>42</b>
3.1 Waktu dan Tempat KKP .....	42
3.2 Uraian Kegiatan .....	42
3.2.1 Pengenalan Perusahaan .....	42
3.2.2 Teknik Sampling .....	51
3.2.3 Analisis Sampel.....	64
3.2.4 Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja).....	88
3.2.5 Penerapan QC dan QA .....	91
3.2.6 IPAL dan Analisis Mutu Limbah .....	93
3.2.7 Manajemen Mutu Laboratorium.....	98
3.2.8 Validasi Metode Uji .....	99
<b>BAB IV TUGAS KHUSUS.....</b>	<b>102</b>
4.1 Latar Belakang.....	102
4.2 Batasan Masalah .....	105

4.3 Tujuan Tugas Khusus .....	105
4.4 Tinjauan Kepustakaan.....	105
4.4.1 Analisis Kualitas batu bara.....	105
4.4.2 Ash Fusion Temperature (AFT).....	107
4.4.3 Metode Standar Analisis <i>Ash Fusion Temperature</i> (AFT).....	112
4.4.4 Tungku Uji Peleburan Abu <i>Carbolite Gero CAF G5</i> .....	112
4.4.5 Kalibrasi .....	117
4.4.6 Hipotesis penelitian .....	119
4.4.7 Verifikasi Metode <i>Ash Fusion Temperature</i> (AFT).....	121
4.4.8 Standar ACIRS-A1-2016.....	123
4.5 Metodologi Penelitian.....	124
4.5.1 Bahan.....	124
4.5.2 Alat .....	124
4.5.3 Prosedur Kerja.....	124
4.6 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	129
4.6.1 Hasil.....	129
4.6.2 Pembahasan .....	132
4.7 Penutup .....	133
4.7.1 Kesimpulan.....	133
4.7.2 Saran .....	133
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>134</b>
5.1 Kesimpulan .....	134
5.2 Saran .....	135
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>136</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>141</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Skema Proses dan Reaksi Kimia Pembatubaraan .....	106
Tabel 4. 2 Pilihan Gas Tungku CAF G5 .....	116
Tabel 4. 3 Hipotesis Statistik Uji t Satu Sampel Dua Arah Suhu Reduksi AFT.	129
Tabel 4. 4 Data Hasil Uji t AFT Suhu Reduksi.....	129
Tabel 4. 5 Hipotesis Statistik Uji t Satu Sampel Dua Arah Suhu Oksidasi AFT	130
Tabel 4. 6 Data Hasil Uji t AFT Suhu Oksidasi.....	130
Tabel 4. 7 Hipotesis Statistik Uji f Satu Sampel Dua Arah Suhu Reduksi AFT	130
Tabel 4. 8 Data Hasil Uji f Suhu Reduksi AFT .....	131
Tabel 4. 9 Hipotesis Statistik Uji f Satu Sampel Dua Arah Suhu Oksidasi AFT	131
Tabel 4. 10 Data Hasil Uji f Suhu Okidasi AFT .....	131

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alat Pelindung Kepala .....	17
Gambar 2. 2 Alat Pelindung Wajah dan Mata .....	17
Gambar 2. 3 Alat Pelindung Telinga.....	18
Gambar 2. 4 Alat Pelindung Pernapasan.....	18
Gambar 2. 5 Alat Pelindung Tangan.....	19
Gambar 2. 6 Alat Pelindung Kaki.....	19
Gambar 2. 7 Alat Pelindung Pakaian .....	20
Gambar 2. 8 Bentuk Ruangan Kerja .....	31
Gambar 2. 9 Jenis-jenis Data Sumber Ketidakpastian.....	40
Gambar 3. 1 Logo PT SUCOFINDO .....	42
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Air.....	53
Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel Air Sungai.....	54
Gambar 3. 4 Gayung Bertangkai Panjang.....	55
Gambar 3. 5 Alat <i>Water Point Sampler</i> .....	55
Gambar 3. 6 Titik Pengambilan Sampel Air Limbah .....	56
Gambar 3. 7 Peralatan Pengambilan Sampel Udara. ....	57
Gambar 3. 8 chanel sampling.....	59
Gambar 3. 9 core sampling .....	59
Gambar 3. 10 sampling frame.....	61
Gambar 3. 11 sampling dari titik curah.....	62
Gambar 3. 12 sampling dari conveyor yang sedang bergerak .....	62
Gambar 3. 13 teknik sampling manual .....	63
Gambar 3. 14 alat <i>sample cutter</i> .....	64
Gambar 3. 15 Bak Penampung Air Limbah PT SUCOFINDO Padang .....	95
Gambar 3. 16 Pengaduk Stastis Penetralisir pH Air Limbah.....	95
Gambar 3. 17 Unit Klarifikasi/Sedimentasi .....	96
Gambar 3. 18 Saringan Pasir dan Saringan Karbon.....	97
Gambar 3. 19 Bak <i>Outlet</i> .....	97
Gambar 4. 1 rumus bangun batu bara .....	107
Gambar 4. 2 Temperatur Pelelehan Abu dan Bentuknya.....	110

Gambar 4. 3 <i>cone before heating</i> .....	111
Gambar 4. 4 <i>Intial Deformation Temperature</i> .....	111
Gambar 4. 5 <i>Softening Temperature</i> .....	111
Gambar 4. 6 <i>Hemispherical Temperature</i> .....	111
Gambar 4. 7 <i>Fluid Temperature</i> .....	112
Gambar 4. 8 Bagian Dalam Alat CAF G5 .....	114

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data <i>Ash Fusion Temperature</i> Suhu Reduksi.....	141
Lampiran 2. Data <i>Ash Fusion Temperature</i> Suhu Oksidasi.....	142
Lampiran 3. Perhitungan <i>Ash Fusion Temperature</i> suhu reduksi.....	143
Lampiran 4. Perhitungan <i>Ash Fusion Temperature</i> Suhu Oksidasi.....	150
Lampiran 5. Keterangan singkatan rumus perhitungan uji t dan uji f.....	157
Lampiran 6. Gambar Pengamatan uji <i>Ash Fusion Temperature</i> .....	158
Lampiran 7. Tabel Uji t dan Uji f.....	160
Lampiran 8. Tabel Nilai Empat Kategori AFT .....	162
Lampiran 9. Struktur Organisasi .....	163
Lampiran 10. Standar uji ASTM D1857.....	164

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang**

Tujuan utama pendidikan nasional diarahkan pada pengembangan dan peningkatan Sumber Daya Manusia (SDM), yakni manusia Indonesia seutuhnya yang memiliki wawasan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), memiliki keterampilan (*skill*) serta beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dilaksanakan suatu program pendidikan dan pelatihan secara berkesinambungan. Hal ini dimaksudkan agar ada keterkaitan yang baik antara dunia pendidikan dengan dunia industri dalam hubungan yang saling membutuhkan, melengkapi, dan saling mendukung proses pencapaian pembangunan nasional.

Politeknik ATI Padang merupakan salah satu lembaga pendidikan yang bertugas menghasilkan tenaga kerja yang profesional di bidang usaha dan industri. Politeknik ATI Padang terdiri dari lima Program Studi salah satunya adalah Program Studi Analisis Kimia. Program Studi Analisis Kimia merupakan salah satu program pendidikan yang memberikan dasar-dasar pengetahuan tentang ilmu kimia, sehingga dapat menciptakan tenaga analis yang profesional. Untuk mempersiapkan mahasiswa Analisis Kimia menjadi lulusan yang siap dan mampu bekerja di bidangnya, maka dibuatlah suatu kurikulum akademik berupa Kuliah Kerja Praktik (KKP). KKP ini mengharuskan mahasiswa untuk ikut serta dalam semua aktivitas di laboratorium. Adapun tujuan dari KKP tersebut adalah agar adanya keterkaitan (*link*) yang baik antara dunia pendidikan dengan dunia usaha atau industri dalam bentuk hubungan yang saling membutuhkan, melengkapi, dan

saling mendukung proses pencapaian tujuan pembangunan nasional. Agar tercapainya tujuan KKP tersebut, maka dilakukan Kuliah Kerja Praktik diberbagai industri di Indonesia, salah satunya PT SUCOFINDO.

PT *Superintending Company of Indonesia* (SUCOFINDO) telah memiliki laboratorium yang terakreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN). laboratorium PT SUCOFINDO memiliki fasilitas yang baik seperti tersedianya ruangan khusus preparasi beserta peralatan yang memadai, tersedianya peralatan yang menunjang pengujian baik secara manual, semi manual maupun instrumental, tersedianya bahan kimia yang menunjang pengujian serta Sumber Daya Manusia (SDM) yang telah ahli dan berpengalaman di bidangnya. PT SUCOFINDO cabang Padang memiliki dua jenis pengujian laboratorium, yaitu laboratorium batu bara dan laboratorium lingkungan. Laboratorium lingkungan di PT SUCOFINDO cabang Padang menyediakan jasa analisis untuk beberapa parameter uji seperti mengetahui kualitas dari air bersih, air permukaan, air limbah, dan juga udara. Sedangkan laboratorium batu bara menyediakan jasa analisis dasar untuk batu bara yaitu *proximate* dan *ultimate*, dan juga jasa analisis khusus batu bara *Ash Fusion Temperature*.

Untuk mendukung jasa analisis tersebut, maka PT SUCOFINDO cabang Padang menyediakan sarana dan prasarana yang sesuai dengan penerapan manajemen mutu ISO/IEC 17025:2017. Salah satu penerapan manajemen mutu ISO/IEC 17025:2017 di laboratorium lingkungan dan batu bara adalah tersedianya ruang khusus instrumen seperti di laboratorium lingkungan terdapat ruang khusus untuk alat instrumen. Dengan terpenuhinya penerapan tersebut, maka PT SUCOFINDO cabang Padang sangat mendukung analisis pengujiannya. melihat

banyaknya konsentrasi pengujian di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang. Oleh karena itu, penulis melaksanakan program KKP (Kuliah Kerja Praktik) di PT SUCOFINDO cabang Padang.

## **1.2 Tujuan Pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik**

Adapun tujuan dari pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik di PT SUCOFINDO cabang Padang adalah :

1. Dapat mengetahui penerapan 8 kompetensi yang dipersyaratkan oleh Program Studi Analisis Kimia di dunia industri.
2. Mengetahui berbagai proses pengujian dan standar mutu yang digunakan untuk analisis sampel di PT SUCOFINDO cabang Padang.
3. Dapat menyelesaikan KKP (Kuliah Kerja Praktik) dan menyelesaikan tugas khusus yang disarankan oleh pembimbing lapangan.
4. Dapat mengaplikasikan ilmu yang diperoleh saat perkuliahan selama KKP (Kuliah Kerja Praktik).

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik ini meliputi 8 kompetensi diantaranya pengenalan perusahaan, teknik sampling, penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), penerapan *Quality Control* (QC) dan *Quality Assurance* (QA), Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan analisis mutu limbah, analisis sampel, manajemen mutu laboratorium dan validasi metode uji.

#### **1.4 Manfaat Kuliah Kerja Praktik**

Berdasarkan tujuan Kuliah Kerja Praktik di atas, maka hasil dari pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik ini diharapkan dapat bermanfaat bagi berbagai pihak. Berbagai pihak tersebut ada tiga yang dilibatkan pada Kuliah Kerja Praktik ini. Pihak pertama mahasiswa yaitu terdapat enam manfaat yang didapatkan bagi mahasiswa, manfaatnya tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sebagai sarana mengaplikasikan ilmu-ilmu dan 8 kompetensi dasar yang diperoleh saat perkuliahan dan mengenal dunia kerja.
2. Mengetahui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sesuai dengan tuntutan perkembangan industri.
3. Melatih kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi, menyusun, serta menyelesaikan permasalahan/kasus praktis dari sistem pengolahan dan pengujian laboratorium melalui tugas khusus yang diberikan oleh pembimbing lapangan.
4. Meningkatkan wawasan, menambah pengetahuan, dan mengasah keterampilan mahasiswa sebagai bekal memasuki dunia penelitian dan dunia kerja.
5. Memberikan gambaran nyata kepada mahasiswa tentang susunan organisasi perusahaan, jenjang karir di industri, dan penerapannya dalam upaya pengoperasian atau membangun suatu sarana produksi, termasuk pengenalan terhadap praktik-praktik pengelolaan dan peraturan-peraturan kerja.
6. Membentuk kerangka berfikir yang sistematis dan objektif serta mampu menganalisis secara tanggap terhadap tugas yang diberikan di dunia kerja.

Pihak kedua perguruan tinggi yaitu terdapat tiga manfaat yang didapatkan bagi perguruan tinggi, manfaatnya tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menjalin hubungan kerja sama yang baik dengan instansi atau lembaga yang bersangkutan dalam bidang penelitian maupun ketenagakerjaan.
2. Sebagai evaluasi di bidang akademik untuk pengembangan pendidikan seiring dengan perkembangan ilmu khususnya konsentrasi Analisis Kimia.
3. Sebagai sumber referensi lokasi kerja praktik bagi mahasiswa Politeknik ATI Padang

Pihak ketiga perusahaan yaitu terdapat tiga manfaat yang didapatkan bagi perusahaan, manfaatnya tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Sebagai perwujudan pengabdian kepada masyarakat khususnya dalam dunia pendidikan, guna menciptakan mutu mahasiswa yang lebih baik dan siap menghadapi dunia kerja.
2. Menjalin hubungan kemitraan dengan perguruan tinggi, sehingga tercipta suatu hubungan sinergis yang bermanfaat demi kemajuan bersama.
3. Mendapatkan kritik dan saran yang bersifat membangun serta diskusi ilmu yang dapat meningkatkan sistem pengawasan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengenalan Perusahaan**

#### **2.1.1 Sejarah Perusahaan, Visi dan Misi Perusahaan**

##### **2.1.1.1 Sejarah Perusahaan**

Perusahaan adalah sebuah unit kegiatan produksi yang mengolah sumber daya ekonomi untuk menyediakan barang dan jasa bagi masyarakat dengan tujuan memperoleh keuntungan dan memuaskan kebutuhan masyarakat (Sumarni, 1997). Sedangkan menurut Kansil (2001) perusahaan adalah setiap bentuk badan usaha yang menjalankan setiap jenis usaha yang bersifat tetap dan terus menerus dan didirikan, bekerja, serta berkedudukan dalam wilayah negara Indonesia untuk tujuan memperoleh keuntungan atau laba. Dan menurut Pasal 1 Huruf b UU No. 3 Tahun 1982, perusahaan adalah setiap bentuk usaha yang bersifat tetap dan terus menerus dan didirikan, bekerja serta berkedudukan dalam wilayah Republik Indonesia untuk tujuan memperoleh keuntungan atau laba.

##### **2.1.1.2 Visi dan Misi**

Menurut Aditya (2010) visi adalah suatu pandangan jauh tentang perusahaan, tujuan-tujuan perusahaan dan apa yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut pada masa yang akan datang. Sedangkan Menurut Wibisono (2006) misi merupakan penetapan sasaran atau tujuan perusahaan dalam jangka pendek (biasanya 1 sampai 3 tahun). misi dan visi merupakan sebuah rangkaian filosofi atau tujuan yang ditetapkan suatu organisasi sebagai arah tujuan kemana organisasi atau perusahaan akan dibawa.

### **2.1.2 Struktur Organisasi**

Menurut Hasibuan (2011) struktur organisasi adalah suatu gambar yang menggambarkan tipe organisasi, pendepartemenan organisasi kedudukan dan jenis wewenang pejabat, bidang dan hubungan pekerjaan, garis perintah dan tanggung jawab, rentang kendali dan sistem pimpinan organisasi. Sedangkan menurut Kreitner dan Kinichi (2003) Struktur organisasi diartikan sebagai kerangka kerja formal organisasi yang dengan kerangka kerja itu tugas-tugas pekerjaan dibagi-bagi, dikelompokkan, dan dikoordinasikan. Suatu struktur organisasi yang digambarkan sangat formal akan membuat aturan dan prosedur yang menetapkan aktivitas yang seharusnya dilakukan masing-masing individu. Organisasi semacam itu memiliki prosedur pelaksanaan baku (*standard operating procedures*) yang tertulis, instruksi khusus, dan kebijakan yang jelas.

### **2.1.3 Memahami Bahan Baku dan Produk Perusahaan**

Bahan baku merupakan bahan yang harus diperhitungkan dalam kelangsungan proses produksi. banyaknya bahan baku yang tersedia akan menentukan besarnya penggunaan sumber-sumber didalam perusahaan dan kelancarannya. Hal ini menunjukkan bahwa bahan baku merupakan salah satu faktor penting yang dapat memperlancar suatu proses produksi (Assauri, 2012). sedangkan menurut Masiyal Kholmi (2013) bahan baku adalah bahan yang membentuk bagian besar produk jadi, bahan baku yang diolah dalam perusahaan manufaktur dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau hasil pengolahan sendiri.

Menurut Kotler dan Armstrong (2008), mendefinisikan produk adalah semua hal yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk menarik perhatian, akuisisi,

penggunaan, atau konsumsi yang dapat memuaskan suatu keinginan atau kebutuhan. Produk adalah segala sesuatu yang dapat ditawarkan kepada pasar untuk memuaskan suatu keinginan atau kebutuhan, termasuk barang fisik, jasa, pengalaman, acara, orang, tempat, properti, organisasi, informasi dan ide (Kotler dan Keller 2009). produk merupakan segala sesuatu yang dapat ditawarkan produsen untuk diperhatikan, diminta, dicari, dibeli, digunakan, atau dikonsumsi pasar sebagai pemenuh kebutuhan atau keinginan pasar yang bersangkutan.

#### **2.1.4 Supplier dan Customer**

Pemasok atau yang biasa disebut sebagai *supplier* merupakan suatu perusahaan atau individu yang menyediakan sumber daya yang dibutuhkan oleh perusahaan dan para pesaing untuk memproduksi barang dan jasa tertentu (Fauzi, 2011). *supplier* atau pemasok merupakan salah satu rantai yang paling kritis atau penting bagi keuntungan dan kelangsungan hidup sebagian besar perusahaan. Dan pelanggan (*customer*) adalah seorang individu atau kelompok orang yang membeli suatu produk, baik fisik ataupun jasa, dengan mempertimbangkan berbagai macam faktor seperti harga, kualitas, tempat, pelayanan, dan lain sebagainya berdasarkan keputusan mereka sendiri (Greenberg, 2010).

## **2.2 Teknik Sampling**

### **2.2.1 Konsep Dasar Sampel Padat/Cair/Gas**

Pada konsep dasar teknik sampling ada tiga kondisi sampel tersebut pertama sampel padat adalah sampel berbentuk padat mempunyai tingkat homogenitas yang rendah sehingga pengambilan sampel berbentuk padat dengan melakukan penggerusan dan dicampur sampai homogen. Selanjutnya yang kedua sampel cair adalah sampel yang akan diambil homogenkan terlebih dahulu dengan

cara pengadukan dan untuk pengambilan sampel cair dalam badan air di bumi dilakukan dengan sesuaikan analit yang akan ditentukan, misalnya pengambilan sampel permukaan, kedalaman tertentu dan dasar badan air. Terakhir yang ketiga sampel berbentuk gas cukup homogen sehingga sampel dialirkan ke dalam tabung tertutup yang dilengkapi katup-katup dan keran-keran serta pipa-pipa penghubung. Tabung tersebut dilengkapi pengontrol tekanan dan temperatur (Marwati, 2013).

Lingkup pengambilan contoh padatan adalah barang atau bahan yang berupa padatan baik terkemas atau curah yang telah terkemas dalam kemasan kecil. Padatan dapat dibedakan berdasarkan sifat partikelnya, yaitu partikel bahan atau produk atau komoditas yang mudah meluncur disebut bahan curah (*flowingmaterial*) dan bahan yang partikelnya tidak mudah meluncur disebut non-curah (*nonflowing material*). Bahan padatan yang bersifat curah antara lain tepung-tepungan, butiran berukuran kecil atau butiran yang sifat permukaannya rata (halus) dan sifat partikelnya keras. Bahan bersifat curah posisi partikelnya mudah mengalami perubahan jika terjadi gerakan mekanis baik terjadi pada partikel langsung atau pada kemasannya. Dengan demikian sifat homogenitasnya mudah mengalami perubahan dibandingkan dengan bahan non-curah. Peralatan pengambil contoh untuk bahan padatan curah dapat berupa tombak pengambil contoh khusus untuk butiran dan sekop.

Bahan non-curah adalah bahan yang partikelnya tidak mudah meluncur. Padatan yang termasuk non-curah antara lain bentuk lembaran, bentuk serpihan, bentuk belondongan, bentuk bongkahan dan bentuk serat atau benang. Bahan non-curah akan cenderung tidak mudah berubah posisi partikelnya. Dengan demikian

proses pembauran atau homogenisasi partikel tidak mudah terjadi. Peralatan untuk pengambil contoh bahan non-curah antara lain berupa alat pemotong untuk partikel berukuran besar, sekop, garpu atau alat pengambil khusus untuk bentuk serat atau serpihan dan mungkin harus secara manual untuk bahan berbentuk lembaran atau berbentuk batangan. Semua bahan berbentuk cair bersifat curah (*flowing*). Sifat curah air disebabkan karena partikelnya sangat kecil dan antar partikelnya tidak terjadi ikatan yang kuat. Sifat cairan yang mudah meluncur, menyebabkan bentuk cairan adalah menyerupai bentuk tempat atau wadahnya. (Wagiyono, 2003).

### **2.2.2 Teknik Pengambilan Sampel**

Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, dengan memperhatikan sifat-sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif (Margono, 2004). Sugiyono (2020) menyatakan teknik sampling merupakan teknik pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian, terdapat beberapa teknik sampling yang digunakan. Penarikan Sampel (Sampling), tujuan pertamanya adalah mengambil sampel yang representatif untuk penyelidikan analitis. Kedua sampel dapat berupa zat cair, padat dan gas. Dan terakhir ketiga masing-masing kondisi sampel terdapat teknik-teknik yang spesifik untuk pengambilan sampel agar diperoleh sampel yang representatif.

Menurut Khadijah (2012) tahapan sampling secara umum dapat digambarkan menjadi empat tahapan adalah Pertama pengumpulan sampel lapangan (gros sampel) dari unit-unit pengambilan sampel di lapangan. Cara penetapan

pengambilan sampel berbeda-beda, tergantung dari jenis bahannya. Kedua pengurangan jumlah dan ukuran sampel lapangan menjadi partikel-partikel dengan ukuran yang cocok untuk pengiriman ke laboratorium. Proses kedua ini menghasilkan sampel yang dikenal sebagai sampel laboratorium. Ketiga pengurangan sampel laboratorium menjadi sampel yang siap dianalisis yang dikenal sebagai sampel analitik. Keempat penyimpanan sampel analitik dengan cara-cara tertentu, sesuai dengan sifat sampel analitik.

Adapun metode pengambilan sampel menurut pendapat Wagiyono (2003) adalah terdapat empat metode pengambilan sampel yaitu Pertama metode pengambilan sampel acak biasanya yang sering digunakan adalah pengambilan acak sederhana. Pengambilan sampel pada metode ini tidak menghiraukan susunan anggota populasi. Setiap anggota populasi merupakan satuan penarikan sampel. Dengan demikian jumlah satuan penarikan sampel sama dengan jumlah populasi =  $N$  dan jumlah sampel yang akan diambil =  $n$  anggota populasi. Selain metode pengambilan sampel acak sederhana yang biasa digunakan adalah pengambilan sampel acak berlapis. Metode ini digunakan jika ukuran populasi terlalu besar, dan diperkirakan terdapat keragaman yang sangat besar antar anggota populasi, sehingga populasi perlu dipecah menjadi beberapa sub-populasi atau disebut lapisan. Dengan cara demikian diharapkan dapat diperkecil keragaman antar anggota populasi, karena telah terjadi pengelompokan sebelumnya.

Kedua mengambil sampel bahan yang berada di *line* produksi proses adalah pengambilan sampel bahan berbentuk curah yang sedang berada dalam alur proses produksi (*line* produksi) dan dalam alat angkut (dalam sistem distribusi), sampel

diambil pada waktu bahan sedang bergerak melalui saluran yang mengangkut bahan atau dari ruang produksi ke gudang atau sebaliknya. Sampel diambil beberapa kali yang masing-masing bobotnya kira-kira sama pada periode waktu yang sama. Jumlah sampel yang diambil ditentukan oleh banyaknya bahan yang harus diwakili atau banyaknya jenis pengujian yang akan dilakukan. Semakin sering atau semakin singkat periode pengambilan sampel, semakin kecil jumlah sampel yang diambil. Ketiga mengambil sampel bahan butiran curah dalam gudang penyimpanan atau gudang distribusi adalah Pengambilan sampel bahan curah yang ada di dalam gudang atau tumpukan dilakukan pada beberapa titik dari keseluruhan lapisan tumpukan secara acak. Ukuran bobot yang diambil dari tiap-tiap titik kira-kira sama. Ukuran sampel yang diambil disesuaikan dengan ukuran populasi, jenis uji yang dilakukan, frekuensi pengambilan sampel dan nilai ekonomi barang. Dan keempat mengambil sampel bahan butiran curah yang berada dalam alat angkut atau distribusi adalah pengambilan sampel yang dilakukan pada populasi bahan yang sedang dalam alat angkutan baik kondisi bongkar atau kondisi muat prinsipnya hampir sama dengan bahan yang ada dalam ini produksi. Bahan diambil dalam jumlah sama untuk tiap periode yang sama sampai diperoleh jumlah contoh dianggap cukup mewakili (Wagiyono, 2003).

## **2.3 Analisis Sampel**

### **2.3.1 Metode dalam Analisis Sampel**

Melakukan penelitian pada sebuah masalah, diperlukan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian untuk pemecahan masalah dari objek yang sedang diteliti dengan maksud agar tujuan tercapai. Menurut Sugiyono (2020:2) "Metode penelitian

adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu”. metode kuantitatif dalam Sugiyono (2020:16) yaitu metode penelitian yang berdasarkan pada filsafat *positivisme*, digunakan untuk meneliti pada populasi suatu sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Pendekatan penelitian deskriptif menurut Sugiyono (2020:64) adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui keberadaan variabel mandiri, baik hanya satu variabel atau lebih (variabel yang berdiri sendiri) tanpa membuat perbandingan variabel itu sendiri dan mencari hubungan dengan variabel lain.

### **2.3.2 Prosedur Analisis Sampel**

Prosedur ialah urutan kegiatan klerikal biasanya melibatkan beberapa orang dalam suatu departemen atau lebih, yang dibuat untuk menjamin penanganan secara seragam transaksi perusahaan yang terjadi berulang-ulang (Mulyadi 2013). Menurut Komaruddin (2001:53) pengertian analisis adalah kegiatan berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal tanda-tanda komponen, hubungannya satu sama lain dan fungsi masing-masing dalam satu keseluruhan yang terpadu. Sedangkan menurut Harahap dalam (Azwar, 2019) pengertian analisis adalah memecahkan masalah atau menguraikan sesuatu unit menjadi unit terkecil. Dari pendapat diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa analisis merupakan suatu kegiatan berfikir untuk menguraikan atau memecahkan suatu permasalahan dari unit menjadi unit terkecil. Sampel menurut Sugiyono, (2017:81) sampel ialah bagian dari populasi yang menjadi sumber data

dalam penelitian, dimana populasi merupakan bagian dari jumlah karakteristik yang dimiliki oleh populasi.

## **2.4 Penerapan K3**

Secara filosofi keselamatan dan kesehatan kerja didefinisikan sebagai upaya dan pemikiran untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani diri manusia pada umumnya dari tenaga kerja pada khususnya beserta hasil karyanya dalam rangka menuju masyarakat yang adil, makmur dan sejahtera (Tarwaka, 2014). Pengertian keselamatan dan kesehatan kerja menurut keputusan menteri tenaga kerja R.I. No. Kep.463/MEN/1993 adalah upaya perlindungan yang ditujukan agar tenaga kerja dan orang lainnya di tempat kerja/ perusahaan selalu dalam keadaan selamat dan sehat, serta agar setiap sumber produksi dapat digunakan secara aman dan efisien. Menurut Banyuwangi et al dalam Buku Lating (2021) penerapan Keselamatan Kesehatan Kerja (K3) merupakan salah satu upaya untuk membuat tempat kerja yang nyaman, sehat serta terhindar dari adanya pencemaran lingkungan, yang dapat mengurangi kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja yang akhirnya membuat peningkatan keefektifan dan produktifitas kerja.

### **2.4.1 Ruang Lingkup Stasiun Kerja**

Ruang lingkup keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerja dalam suatu perusahaan meliputi ketentuan dan persyaratan K3. Sebagaimana tercantum dalam UU No. 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja yang merupakan ketentuan pokok di bidang keselamatan dan kesehatan kerja yang dikemukakan bahwa ruang lingkup keselamatan dan kesehatan kerja antara lain pendapat (Barthos, 2012) ada empat yaitu Pertama ketentuan K3 berlaku disetiap tempat kerja yang mencakup

tiga unsur pokok yaitu tenaga kerja, bahaya kerja, dan usaha baik bersifat ekonomis maupun sosial. Kedua ketentuan K3 berkaitan dengan perlindungan, yaitu Tenaga Kerja; Alat, bahan, dan Mesin; Lingkungan; Proses Produksi; Sifat Pekerjaan. Ketiga persyaratan K3 ditetapkan sejak perencanaan, pembuatan, pemakaian barang ataupun produk teknis dan seterusnya. Dan terakhir keempat K3 merupakan tanggung jawab semua pihak, khususnya pihak yang terkait dengan proses penyelenggaraan suatu usaha.

#### **2.4.2 Potensi Bahaya**

*International Labour Organization* (2013) mendefinisikan potensi bahaya sebagai sesuatu yang berpotensi untuk terjadinya insiden yang berakibat pada kerugian, sedangkan risiko adalah kombinasi dari konsekuensi suatu kejadian yang berbahaya dan peluang terjadinya kejadian tersebut. Risiko yang ditimbulkan dapat berupa berbagai konsekuensi dan dapat dibagi menjadi empat kategori, dimana setiap kategori memiliki potensi bahaya yang berbeda-beda. Oleh ILO (2013), mengkategorikan sebagai hal yang berkaitan dengan 2121 masalah atau kejadian yang memiliki potensi menyebabkan cedera dengan segera. Cedera tersebut biasanya disebabkan oleh kecelakaan kerja. Adapun faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penyebab kecelakaan ada lima faktor adalah pertama faktor manusia yaitu tindakan-tindakan yang diambil atau tidak diambil, untuk mengontrol cara kerja yang dilakukan. Kedua faktor material yaitu risiko ledakan, kebakaran dan trauma paparan tak terduga untuk zat yang sangat beracun seperti asam. Ketiga faktor peralatan yaitu peralatan jika tidak terjaga dengan baik, rentan terhadap kegagalan yang dapat menyebabkan kecelakaan. Keempat faktor lingkungan yaitu lingkungan mengacu pada keadaan tempat kerja, seperti suhu,

kelembaban, kebisingan, udara, dan kualitas pencahayaan. Kelima faktor proses yaitu ini termasuk risiko yang timbul dari proses produksi dan produk samping seperti panas, kebisingan, debu, uap, dan asap.

### **2.4.3 Alat Pelindung Diri yang Sesuai**

Alat Pelindung Diri (APD) adalah alat yang mempunyai kemampuan untuk melindungi seseorang dalam pekerjaan yang fungsinya mengisolasi tubuh tenaga kerja dari bahaya di tempat kerja (Depnaker, 2006). Kriteria Alat Pelindung Diri (APD) agar dapat dipakai dan efektif dalam penggunaan dan pemeliharaan menurut Tarwaka (2008) yaitu ada sembilan kriterianya Pertama Alat Pelindung Diri (APD) harus mampu memberikan perlindungan efektif pada pekerja atas potensi bahaya yang dihadapi. Kedua Alat Pelindung Diri (APD) mempunyai berat yang ringan mungkin, nyaman dipakai dan tidak merupakan beban bagi pemakainya. Ketiga tidak menimbulkan gangguan kepada pemakainya. Keempat mudah untuk dipakai dan dilepas kembali. Kelima tidak mengganggu penglihatan, pendengaran dan pernapasan serta gangguan kesehatan lainnya pada waktu dipakai. Keenam tidak mengurangi persepsi sensori dalam menerima tanda-tanda peringatan. Ketujuh suku cadang alat pelindung diri yang bersangkutan cukup tersedia di pasaran. Kedelapan mudah disimpan dan dipelihara pada saat tidak digunakan. Kesembilan Alat Pelindung Diri (APD) yang dipilih harus sesuai standar yang ditetapkan.

Jenis-jenis dan Fungsi Alat Pelindung Diri (APD) dalam (peraturan menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor.08/Men/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri ada tujuh. Alat pelindung diri tersebut adalah pertama Alat Pelindung Kepala pada (gambar 2.1). Alat pelindung yang berfungsi untuk

melindungi kepala dari benturan, terantuk, kejatuhan atau terpukul benda tajam atau benda keras yang melayang atau meluncur di udara, terpapar oleh radiasi panas, api, percikan bahan-bahan kimia, jasad renik (mikroorganisme) dan suhu yang ekstrim.



Gambar 2. 1 Alat Pelindung Kepala

Sumber : <https://bit.ly/alatpelindungkepala>

Selanjutnya yang kedua alat pelindung wajah dan mata yang dapat di lihat pada (gambar 2.2). alat ini berfungsi untuk melindungi mata dan wajah dari paparan bahan kimia berbahaya, paparan partikel-partikel yang melayang di udara dan di badan air, percikan benda-benda kecil, panas, atau uap panas, radiasi gelombang elektromagnetik yang mengion maupun yang tidak mengion, pancaran cahaya, benturan atau pukulan benda keras atau benda tajam.



Gambar 2. 2 Alat Pelindung Wajah dan Mata

Sumber : <https://bit.ly/alatpelindungwajahdanmata>

Selanjutnya yang ketiga alat pelindung telinga dapat dilihat pada (gambar 2.3). alat pelindung telinga ini berfungsi untuk melindungi alat pendengaran terhadap kebisingan atau tekanan.



Gambar 2. 3 Alat Pelindung Telinga

Sumber : <https://bit.ly/alatpelindungtelinga>

Selanjutnya yang keempat Alat pelindung pernapasan dapat diperhatikan pada (gambar 2.4). Alat pelindung pernapasan ini berfungsi untuk melindungi organ pernapasan dengan cara menyalurkan udara bersih dan sehat dan atau menyaring cemaran bahan kimia, mikro-organisme, partikel yang berupa debu, kabut (aerosol), uap, asap, gas/ fume, dan sebagainya.



Gambar 2. 4 Alat Pelindung Pernapasan

Sumber : <https://bit.ly/alatpelindungpernapasan>

Selanjutnya yang kelima Alat Pelindung Tangan dapat diperhatikan pada (gambar 2.5). Alat pelindung tangan yang berfungsi untuk melindungi tangan dan jari-jari tangan dari pajanan api, suhu panas, suhu dingin, radiasi elektromagnetik, radiasi pengion, arus listrik, bahan kimia, benturan, pukulan dan tergores, terinfeksi zat patogen (virus, bakteri) dan jasad renik.



Gambar 2. 5 Alat Pelindung Tangan

Sumber : <https://bit.ly/alatpelindungtangan>

Selanjutnya yang keenam Alat pelindung kaki dapat diperhatikan pada (gambar 2.6). pada alat pelindung kaki berfungsi untuk melindungi kaki dari tertimpa atau berbenturan dengan benda berat, tertusuk benda tajam, terkena cairan panas atau dingin, uap panas, terpajan suhu yang ekstrim, terkena bahan kimia berbahaya dan jasad renik, tergelincir



Gambar 2. 6 Alat Pelindung Kaki

Sumber : <https://s.id/alatpelindungkaki>

Selanjutnya yang ketujuh Alat pelindung pakaian dapat diperhatikan pada (gambar 2.7). Alat pelindung pakaian ini berfungsi untuk melindungi badan sebagian atau seluruh bagian badan dari bahaya temperatur panas atau dingin yang ekstrim, pajanan api dan benda-benda panas, percikan bahan-bahan kimia, cairan dan logam panas, uap panas, benturan dengan mesin, peralatan dan bahan, tergores, radiasi, binatang, mikro-organisme patogen dari manusia, binatang, tumbuhan dan lingkungan seperti virus, bakteri dan jamur.



Gambar 2. 7 Alat Pelindung Pakaian

Sumber : <https://s.id/alatpelindungpakaian>

## 2.5 Penerapan QC dan QA

### 2.5.1 Mengetahui Perbedaan Quality Control dan Quality Assurance

*Quality Control* adalah kegiatan teknik dan kegiatan memantau, mengevaluasi dan menindaklanjuti agar persyaratan yang telah ditetapkan tercapai. Sedangkan istilah *Quality Assurance* berarti semua tindakan terencana dan sistematis yang diterapkan, untuk meyakinkan pelanggan bahwa proses hasil kerja kontraktor akan memenuhi persyaratan. Konsep dari *Quality Control* adalah merupakan bagian manajemen yang bertugas menjamin mutu dari segi produk dan proses yang dilakukan selama produksi sehingga pengendalian mutu bagian *Quality Control* mencakup pengendalian mutu pada bagian perencanaan, pelaksanaan dan hasil. (Maisaldi, 2012).

Sedangkan menurut Maisaldi, (2012) Sebuah *Quality Assurance* berfungsi menunjukkan area masalah kepada manajemen pelaksanaan, sehingga dapat mengambil tindakan yang tepat untuk mencapai hal-hal berikut terdapat tujuh. Ketujuh hal tersebut adalah Pertama meningkatkan kualitas, keseragaman, dan kehandalan dari proses pelaksanaan. Kedua meningkatkan lingkungan kerja dan peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan dan pemeliharaan atau perbaikan. Ketiga menghilangkan jam kerja dan biaya yang tidak perlu. Keempat meningkatkan pelatihan, kebiasaan kerja, dan prosedur personil pelaksanaan

pekerjaan. Kelima meningkatkan keunggulan dan nilai laporan dan korespondensi yang berasal dari kegiatan pelaksanaan atau perbaikan. Keenam mendistribusikan informasi teknis yang diperlukan lebih efektif. Ketujuh mengadakan material dan peralatan sesuai kebutuhan yang sesuai dalam mendukung upaya pelaksanaan atau perbaikan.

### **2.5.2 Konsep Jaminan Mutu dan Pengendalian Mutu**

Menurut Suharto (1997), tanda-tanda sebuah kegiatan pengendalian mutu dikatakan efektif, apabila terdapat enam pengendalian mutu yaitu yang pertama tepat waktu dan peka terhadap penyimpangan metode atau cara yang digunakan harus cukup peka, sehingga dapat mengetahui adanya penyimpangan selagi masih awal. Dengan demikian dapat diadakan koreksi pada waktunya sebelum persoalan berkembang menjadi besar sehingga sulit untuk diadakan perbaikan. Yang kedua bentuk tindakan yang diadakan tepat dan benar. Untuk maksud ini diperlukan kemampuan dan kecakapan menganalisis indikator secara akurat dan objektif. Yang ketiga terpusat pada masalah atau titik yang sifatnya strategis, dilihat dari segi penyelenggaraan proyek. Dalam hal ini diperlukan kecakapan memilih titik atau masalah yang strategis agar penggunaan waktu dan tenaga dapat efisien. Yang keempat mampu menengahkan dan mengkomunikasikan masalah dan penemuan, sehingga dapat menarik perhatian pimpinan maupun pelaksana proyek yang bersangkutan, agar tindakan koreksi yang diperlukan segera dapat dilaksanakan. Yang kelima kegiatan pengendalian tidak lebih dari yang diperlukan biaya yang dipakai untuk kegiatan pengendalian tidak boleh melampaui faedah atau hasil dari kegiatan tersebut, karena dalam merencanakan suatu pengendalian perlu dikaji dan dibandingkan dengan hasil yang akan

diperoleh. Dan terakhir keenam dapat memberikan petunjuk berupa prakiraan hasil pekerjaan yang akan datang.

### **2.5.3 Penerapan Kartu Kendali**

Kartu kendali (*Control Chart*) merupakan perangkat statistika yang digunakan untuk pemantauan konsistensi stabilitas hasil pengujian sepanjang waktu. Proses stabilitas yang ditunjukkan dalam kartu kendali diartikan sebagai suatu keadaan dimana data hasil pengujian berada dalam control limit, yang dibatasi  $\pm 3SD$  dari garis tengah. Ketika data berada dalam batas control limit dengan pengendalian statistika, maka segala sesuatu yang mempengaruhi data hasil pengujian memenuhi batas keberterimaan yang telah ditentukan. Menurut Sudarmayati (2003) pengurusan dengan menggunakan kartu kendali disebut dengan sistem kearsipan pola baru. Sedangkan menurut Zulkifli (2005) kartu kendali merupakan alat yang berfungsi untuk menelusuri dan mengendalikan proses pengelolaan surat-surat dinas. Kartu kendali dapat digunakan sebagai pengganti dari buku agenda, karena dengan menggunakan buku agenda justru akan mempersulit dalam penemuan informasi suatu surat secara cepat. Kartu kendali yaitu prosedur pencatatan dan pengendalian surat sehingga surat dapat dikontrol sejak masuk sampai disimpan.

### **2.5.4 Uji Banding antar laboratorium dan Uji Profesi**

Perbedaan uji banding dan uji profisiensi berdasarkan definisi diantara ketiganya dalam SNI ISO/IEC 17025:2017 adalah Pertama Pembandingan Antar Laboratorium yaitu pengorganisasian, pelaksanaan dan evaluasi pengukuran atau pengujian pada barang yang sama atau serupa oleh dua atau lebih laboratorium sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Kedua Pembandingan

Intralaboratorium yaitu pengorganisasian, pelaksanaan dan evaluasi pengukuran atau pengujian pada barang yang sama dalam laboratorium yang sama sesuai dengan kondisi yang ditentukan. Ketiga Uji Profisiensi yaitu evaluasi kinerja peserta terhadap kriteria yang ditetapkan sebelumnya dengan cara perbandingan antar laboratorium.

## **2.6 IPAL dan Analisis Mutu Limbah**

Limbah adalah suatu zat atau benda yang timbul sebagai hasil dari aktivitas manusia yang sudah tidak digunakan lagi dan dibuang (Cahyono,2017). sedangkan limbah dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) berarti sisa proses produksi; bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk maksud biasa atau utama dalam pembuatan atau pemakaian; barang rusak atau cacat dalam proses produksi. Berdasarkan keputusan Kementerian Perindustrian dan Perdagangan RI No. 231/MPP/Kep/7/1997 pasal 1 tentang prosedur impor limbah, menyatakan bahwa limbah adalah bahan/barang sisa atau bekas dari suatu kegiatan atau proses produksi yang fungsinya sudah berubah dari aslinya.

### **2.6.1 Sumber-Sumber Limbah**

Menurut Abdurrahman (2006), berdasarkan wujud limbah yang dihasilkan, limbah terbagi menjadi tiga yaitu Pertama limbah padat adalah limbah yang memiliki wujud padat yang bersifat kering dan tidak dapat berpindah kecuali dipindahkan. Limbah padat ini biasanya berasal dari sisa makanan, sayuran, potongan kayu, ampas hasil industri, dan lain-lain. Kedua limbah cair adalah limbah yang memiliki wujud cair. Limbah cair ini selalu larut dalam air dan selalu berpindah (kecuali ditempatkan pada wadah/bak). Contoh dari limbah cair ini adalah air bekas cuci pakaian dan piring, limbah cair dari industri, dan lain-lain.

Ketiga limbah gas adalah limbah yang berwujud gas. Limbah gas bisa dilihat dalam bentuk asap dan selalu bergerak sehingga penyebarannya luas. Contoh dari limbah gas adalah gas buangan kendaraan bermotor, buangan gas dari hasil industri.

### **2.6.2 Metode Penanganan Limbah**

Menurut Suharto (2011), pengelompokan limbah berdasarkan bentuk atau wujudnya dapat dibagi menjadi empat diantaranya yaitu limbah cair, limbah padat, limbah gas dan limbah suara. Salah satu cara pengolahan bentuk limbah yang paling efektif dalam pengolahan limbah adalah 3R, yakni *reduce*, *reuse*, dan *recycle*, *recovery* dan juga *disposal* (Bahraini, Amanda, 2019). Untuk pengolahan limbah dapat dijelaskan sebagai berikut adalah Pertama adalah *reduce* atau mengurangi produksi dari limbah yang ada. Dengan sebagai masyarakat dapat ikut mendorong gerakan yang mengurangi pemakaian plastik. Selanjutnya kedua *Reuse* (menggunakan kembali) yaitu salah satu yang menjadi permasalahan limbah adalah karena penggunaan produk sekali pakai. Produk sekali pakai tentunya akan menghasilkan limbah yang cukup banyak. Oleh karena itu, lebih baik memilih produk yang dapat digunakan secara berulang dan mengurangi penggunaan produk sekali pakai. Selanjutnya ketiga adalah *Recycle* (mendaur ulang) yaitu limbah yang terkumpul di tempat pembuangan sampah dapat disortir untuk dilakukan pemilahan terhadap barang-barang yang dapat didaur ulang. Mendaur ulang limbah dengan cara meleburkan, mencacah, melelehkan untuk dibentuk kembali menjadi produk baru yang dapat digunakan lagi. Selanjutnya keempat *Recovery* (pemulihan) saat tidak bisa didaur ulang, maka cari jalan untuk menghasilkan energi atau material baru dengan memproses limbah yang tidak bisa

didaur ulang. Proses pemulihan juga dapat dilakukan dengan melakukan kegiatan yang positif terhadap lingkungan. Setelah itu, kelima *Disposal* (pembuangan) yaitu limbah produk sisa dari proses *recovery* yang umumnya berupa abu atau material sisa lainnya dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) untuk diolah dan diproses. Hal ini perlu penanganan khusus dan tidak bisa sembarangan agar tidak merusak lingkungan.

Menurut peraturan Menteri no 6 tahun 2021 tentang tata cara dan persyaratan pengelolaan limbah Bahan Berbahaya Beracun (B3). pada peraturan Menteri no 6 tahun 2021 tersebut, terdapat tata cara penanganan limbah ada tiga yaitu Pertama Metode Penanganan Limbah Padat adalah Penanganan limbah padat ada beberapa cara yaitu Penimbunan terbuka, *Sanitary Landfill*/penimbunan tertutup, Insinerasi (pembakaran bahan secara tuntas menjadi abu), Pembuatan kompos padat dan cair, Daur ulang (*Reuse, Reduce, Recycle*). Kedua Metode Penanganan Limbah Cair adalah Penanganan limbah cair ada tiga cara yang pertama *Primary Treatment*, yaitu pengolahan air limbah yang berguna untuk mendiamkan limbah cair agar partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam air limbah dapat mengendap sehingga membentuk lumpur yang kemudian akan dipisahkan dari air limbah dan diolah lebih lanjut, kedua *Secondary Treatment* yaitu pada metode ini, digunakan bakteri aerob yang melekat pada permukaan media dan disalurkan lagi ke tangki pengendapan, ketiga *Tertiary Treatment* yaitu Pengolahan tersier dilakukan jika setelah pengolahan primer dan sekunder masih terdapat zat tertentu dalam limbah cair yang dapat berbahaya bagi lingkungan atau masyarakat. Ketiga Metode Penanganan Limbah Gas adalah Penanganan limbah gas dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu pertama mengontrol emisi gas

buang, kedua menghilangkan materi partikulat dari udara pembuangan adalah Filter udara, Pengendap siklon, Filter basah, Pengendap Gravitasi, Pengendap elektrostatik.

### 2.6.3 Karakteristik Limbah

Menurut Ircham dalam Astidwiningsih 2006, yaitu Karakteristik Limbah berdasarkan fisik dari limbah adalah Pertama dalam karakteristik fisik limbah zat yang paling bisa dideteksi adalah zat padat. Dimana total zat atau biasa disebut sebagai zat solid yakni seluruh zat padat yang tetap ada sebagai residu setelah proses pemanasan pada suhu 103°C sampai 105°C dalam laboratorium, sehingga tidak akan hancur dengan suhu panas yang rendah. Partikel padat didefinisikan sebagai *suspended solid* yang dapat menembus kertas saring dengan diameter minimal 1 mikro dan cukup sulit dihancurkan. Setelah itu, kedua bau merupakan efek yang ditimbulkan dengan adanya limbah. Dinamakan sisa maka memiliki bau yang tidak sedap. Bau tersebut dihasilkan oleh adanya gas-gas hasil dekomposisi atau penguraian zat organik dalam air limbah (jika limbah khusus mencemari air). Gas-gas yang dapat menimbulkan bau dalam air limbah antara lain, amonia dan senyawa organik sulfide. Setelah itu ketiga suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari pada suhu disekitarnya, suhu yang cukup tinggi ini juga menurunkan kadar DO (*Dissolved Oxygen*). untuk mendeteksi suhu limbah yang akan diuji, dengan menggunakan termometer biasa. Setelah bau, keempat warna adalah karakteristik fisik paling mudah dilihat. Air limbah memiliki warna tertentu tergantung dari kandungan air limbahnya. Seringkali air limbah yang baru saja dibuang berwarna abu-abu ataupun akan berubah menjadi hitam. Warna ini dikarenakan adanya proses dekomposisi bahan organik dan menurunnya jumlah oksigen sampai

menjadi nol dan memudarkan warnanya. Setelah itu, kelima Kekeruhan yaitu air limbah terlihat keruh disebabkan zat organik, lumpur, tanah liat, serta organisme lainnya yang mengapung dan membutuhkan waktu mengendap yang lama. Semakin keruh air limbah dapat dikatakan semakin besar kandungan limbahnya yang bisa diidentifikasi sekilas saja. Sesudah itu, keenam BOD atau *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikro organisme dalam lingkungan air untuk mengubah bahan organik yang ada didalam lingkungan air terkait. Air buangan yang mengandung BOD akan berbahaya jika dibuang langsung. Setelah itu, ketujuh *Dissolved Oxygen* atau oksigen terlarut yaitu sebuah kebutuhan dasar yang menyokong kehidupan tanaman dan hewan didalam air. Air memiliki kemampuan untuk menyediakan oksigen untuk kelangsungan makhluk hidup yang ada didalamnya seperti halnya di laut. Sesudah itu, kedelapan COD yaitu jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik dilihat secara kimiawi yang terdapat didalam air dengan sempurna agar bahan tersebut bisa berubah menjadi bentuk lainnya dengan cara alami. Setelah itu, kesembilan pH atau pun derajat keasaman adalah ukuran yang menunjukkan kadar asam dan juga basa dalam suatu larutan. Larutan bersifat netral jika memiliki  $\text{pH} = 7$ , sedangkan larutan bersifat basa jika  $\text{pH} > 7$  dan bersifat asam jika  $< 7$ . Air limbah memiliki pH netral yang disebabkan karena adanya buffer air.

## **2.7 Manajemen Mutu Laboratorium**

### **2.7.1 Sistem Manajemen Laboratorium**

Sistem manajemen mutu merupakan sekumpulan prosedur terdokumentasi serta praktik-praktik standar untuk manajemen sistem yang bertujuan menjamin

kesesuaian dari suatu proses dan produk (barang/jasa) terhadap kebutuhan dan persyaratan tertentu (Gasperz, 2006). Sedangkan menurut Arisal Nurhadi (2018) manajemen laboratorium suatu proses dalam perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengendalian peralatan dan perlengkapan yang secara langsung dan secara tidak langsung dipergunakan untuk menunjang jalannya proses pendidikan untuk pengajaran, pengamatan, dan penelitian ilmiah. Untuk menunjang jalannya proses pendidikan, maka terdapat Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 24 tahun 2007 tentang standar sarana prasarana menyatakan bahwa salah satu fasilitas yang diperlukan oleh setiap sekolah untuk mendukung keberhasilan kegiatan pembelajaran, pengamatan dan percobaan dengan tersedianya sarana laboratorium.

### **2.7.2 Penerapan Dokumentasi Sistem Manajemen Mutu**

Dokumen sistem manajemen mutu merupakan sekumpulan dokumen yang ditulis secara jelas dan terperinci serta mudah dipahami oleh semua personel yang terlibat dalam kegiatan di suatu organisasi laboratorium yang terakreditasi ISO 17025. Pada ISO 17025:2017, terdapat 5 klausul yang mengatur mengenai penerapan dokumen sistem manajemen mutu. 5 klausul tersebut adalah pertama manajemen laboratorium harus menetapkan, mendokumentasikan, dan memelihara kebijakan dan sasaran untuk pemenuhan tujuan dokumen ini dan harus memastikan bahwa kebijakan dan sasaran tersebut diakui dan diterapkan di semua tingkat organisasi laboratorium. Kedua kebijakan dan sasaran harus memenuhi kompetensi, ketidakberpihakan dan operasi laboratorium yang konsisten. Ketiga manajemen laboratorium harus memberikan bukti komitmen terhadap pengembangan dan implementasi sistem manajemen dan untuk terus

meningkatkan efektivitasnya. Keempat semua dokumentasi, proses, sistem, rekaman, yang terkait dengan pemenuhan persyaratan dokumen ini harus disertakan, dirujuk dari, atau terkait dengan system manajemen. Kelima semua personel yang terlibat dalam kegiatan laboratorium harus memiliki akses ke bagian-bagian dokumentasi sistem manajemen dan informasi terkait yang dapat diterapkan untuk tanggung jawab mereka. Selain lima klausul yang sudah dijabarkan, maka laboratorium harus dapat menjelaskan bagaimana mekanisme laboratorium dalam menetapkan, mendokumentasikan dan memastikan implementasi di seluruh tingkat organisasi laboratorium terkait kebijakan dan sasaran dalam rangka pemenuhan standar ISO 17025:2017. Mekanisme tersebut meliputi tiga yaitu pertama komitmen dari manajemen laboratorium, kedua personel yang bertanggung jawab untuk menetapkan, menerapkan dan memelihara dokumen manajemen mutu ini, ketiga memastikan bahwa seluruh sistem manajemen di lembaga atau organisasi anda mengacu pada persyaratan ISO 17025:2017

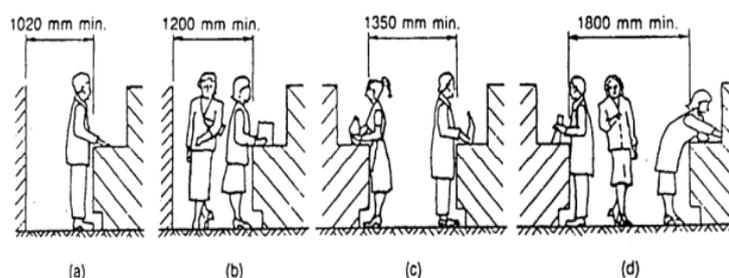
### **2.7.3 Fasilitas dan Kondisi Lingkungan laboratorium**

Kondisi fasilitas dan lingkungan harus sesuai untuk kegiatan laboratorium dan tidak berpengaruh buruk terhadap keabsahan hasil, untuk mendapatkan keabsahan hasil yang baik terdapat berbagai kondisi fasilitas dan lingkungan laboratorium sesuai persyaratan ISO/IEC 17025:2017, yang terdapat empat didalamnya yaitu Pertama laboratorium lingkungan dan batu bara harus memiliki fasilitas yang memadai untuk melaksanakan kegiatan pengambilan contoh uji dan Pengujian di dalam ruang lingkupnya (bangunan, jumlah ruangan pengujian dan penyimpanan dalam fasilitas permanen laboratorium dan bila relevan fasilitas

bergerak atau sarana transportasi bila laboratorium lingkungan dan batu bara melakukan kegiatan di fasilitas bergerak atau di lokasi pelanggan). Kedua laboratorium lingkungan dan batu bara harus mengendalikan kondisi lingkungan untuk menjamin keabsahan hasil dari kegiatan laboratorium lingkungan dan batu bara dan peralatan pemantau atau pengukur kondisi lingkungan yang digunakan. Bila laboratorium memiliki fasilitas bergerak, maka dilengkapi dengan peralatan pemantau dan pengukur kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan juga harus dipantau di lokasi pelanggan atau di lokasi pengambilan contoh uji. Ketiga laboratorium lingkungan dan batu bara harus memiliki prosedur pengendalian fasilitas dan kondisi lingkungan yang dilakukan oleh laboratorium untuk menjamin keabsahan hasil kegiatannya. Dan keempat laboratorium lingkungan dan batu bara harus memiliki ruangan yang memenuhi persyaratan sesuai peruntukannya yaitu terbagi menjadi empat persyaratan.

Empat persyaratan tersebut adalah Pertama ruang penyimpanan contoh uji termasuk contoh uji arsip disesuaikan dengan kebutuhan dengan suhu diatas  $0^{\circ}\text{C}$ , dibawah atau sama dengan  $6^{\circ}\text{C}$ . Kedua ruang timbang yang bebas debu dilengkapi meja bebas getar dengan suhu ruangan  $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban 45% (empat puluh lima persen) sampai dengan 65% (enam puluh lima persen), serta disarankan untuk menggunakan pintu ganda. Ketiga ruang preparasi contoh uji dilengkapi meja dengan ukuran minimal lebar 90 (sembilan puluh) cm, tinggi 80 (delapan puluh) cm dan panjang disesuaikan kebutuhan. Dan keempat ruang instrumen dengan suhu ruangan  $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  dan kelembaban kelembaban 45% (empat puluh lima persen) sampai dengan 65% (enam puluh lima persen), misalnya untuk; Spektrofotometer UV-Vis disarankan berukuran minimal 6

(enam) m<sup>2</sup>, AAS/ICP/Hg-analyzer disarankan berukuran minimal 7,5 (tujuh dan lima) m<sup>2</sup> yang dilengkapi dengan *exhaust fan* dan penyimpanan gas harus berada di luar ruangan, GC/GC-MS/HPLC/IC disarankan berukuran minimal 6 (enam) m<sup>2</sup> yang dilengkapi dengan *exhaust fan* dan penyimpanan gas harus berada di luar ruangan, ruang mikrobiologi yang dilengkapi dengan ruang steril dan bebas debu (*Laminar Air Flow Cabinet*) untuk Pengujian mikroorganisme, ruang penyimpanan bahan kimia atau standar acuan atau bahan acuan dengan suhu ruangan dan kelembaban disesuaikan dengan persyaratan, lemari asam harus digunakan untuk preparasi menggunakan bahan kimia pekat atau pelarut organik yang mudah menguap dan harus dilengkapi *scrubber*, jarak minimum antar meja kerja harus dipertimbangkan untuk kenyamanan dalam melakukan kegiatan laboratorium. Posisi meja kerja sedapat mungkin tidak mengganggu kegiatan personel lain. Bentuk ruang kerja dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2. 8 Bentuk Ruang Kerja

Sumber: <https://s.id/bentukruangkerja>

#### 2.7.4 Struktur Organisasi dan Pengelolaan SDM di laboratorium

Menurut James D. Mooney organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai tujuan bersama, sedangkan Chester I. Bernard mendefinisikan organisasi sebagai suatu sistem aktivitas kerja sama yang dilakukan oleh dua orang atau lebih. Pengorganisasian didefinisikan sebagai

proses kegiatan penyusunan struktur organisasi sesuai dengan tujuan-tujuan, sumber-sumber, dan lingkungannya. Dengan demikian hasil pengorganisasian adalah struktur organisasi, yaitu susunan komponen- komponen (unit-unit kerja) dalam organisasi. Struktur organisasi menunjukkan adanya pembagian tugas dan wewenang pekerjaan dan menunjukkan bagaimana fungsi-fungsi atau kegiatan-kegiatan yang berbeda-beda tersebut diintegrasikan (koordinasi).

Selain itu struktur organisasi juga menunjukkan spesialisasi-spesialisasi pekerjaan, saluran perintah dan penyampaian laporan. Struktur organisasi laboratorium sebaiknya dibuat dalam bentuk organogram, sehingga posisi laboratorium dalam organisasi induk dan kaitannya dengan bagian lain di organisasi induk atau bagian lain laboratorium dapat terpetakan dengan jelas (jika ada). Sebagaimana telah dijelaskan, jangan membuat organisasi laboratorium dalam organisasi baku yang sudah ada yang akan menjadikan organisasi laboratorium suatu organisasi yang eksklusif dan tidak berfungsi efektif.

#### **2.7.5 Persyaratan ISO 17025:2017**

ISO 17025:2017 adalah sebuah persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan kalibrasi. ISO 17025 merupakan suatu persyaratan yang ditetapkan untuk menjaga konsistensi laboratorium dalam menghasilkan data yang diperlukan pelanggan. Standard ini awalnya merujuk pada *Good Laboratory Practice* yang bertujuan untuk selalu menerapkan kaidah-kaidah berlaboratorium yang standard. Peran ISO 17025 adalah untuk memberikan batasan prosedur pelaksanaan yang benar serta menjadi suatu dasar petunjuk dalam upaya penanganan masalah-masalah laboratorium.

ISO 17025 digunakan untuk mengembangkan sistem manajemen laboratorium untuk kualitas, administrasi, dan teknis operasional. ISO 17025 berisi tentang persyaratan manajemen dan teknis laboratorium. Klausul 4 SNI ISO/IEC 17025:2017 mengenai persyaratan umum menguraikan persyaratan tentang ketidakberpihakan dan kerahasiaan. Ketidakberpihakan didefinisikan sebagai adanya objektivitas. Objektivitas berarti bahwa benturan kepentingan tidak ada, atau diselesaikan sehingga tidak berpengaruh buruk pada kegiatan laboratorium selanjutnya.

## **2.8 Validasi Metode Uji**

### **2.8.1 Perbedaan Validasi dan Verifikasi Metode**

Verifikasi bertujuan untuk membuktikan bahwa sesuatu ada atau benar, atau untuk memastikan bahwa sesuatu adalah benar. Sedangkan validasi bertujuan untuk membuat sesuatu yang resmi diterima atau disetujui, terutama setelah memeriksanya (Cambridge Dictionaries, 2011). Untuk diterima atau disetujui validasi tersebut, maka digunakan metode validasi uji.

Validasi metode uji adalah suatu proses (percobaan laboratorium) untuk membuktikan bahwa karakteristik kinerja metode analisis telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya. Validasi metode dilakukan untuk empat metode yaitu pertama metode tidak baku, misalnya dari diktat, *textbook* dan jurnal yang belum diakui secara luas, kedua metode yang dalam tahap pengembangan oleh laboratorium untuk keperluan *internal*, ketiga metode baku yang dimodifikasi, keempat metode baku yang digunakan di luar lingkup.

Adapun tujuan validasi metode ada empat adalah pertama untuk mendapatkan informasi penting dalam menilai kemampuan sekaligus keterbatasan

dari suatu penerapan metode pengujian, kedua mengidentifikasi aspek kritis dari suatu metode yang harus dikontrol dan dipelihara secara hati-hati, diantaranya personel, peralatan, bahan kimia, kondisi akomodasi dan lingkungan atau sampel uji, ketiga mengetahui sejauh mana penyimpangan yang tidak dapat dihindari dari suatu metode pada kondisi normal, dimana seluruh elemen terkait telah dilaksanakan dengan benar, keempat memperkirakan dengan pasti tingkat kepercayaan yang dihasilkan oleh suatu metode pengujian.

Menurut ISO 17025 tahun 2017 klausul 3.8 yaitu verifikasi adalah penyediaan bukti objektif atas parameter-parameter tertentu, yang memenuhi persyaratan yang sudah ditetapkan. Untuk memenuhi persyaratan tersebut, dilakukan verifikasi metode uji. Verifikasi metode uji adalah suatu proses untuk membuktikan bahwa laboratorium mampu menggunakan metode analisis baku atau standar pada kondisi nyata di laboratoriumnya. Verifikasi metode dilakukan untuk metode-metode baku baku atau standar seperti SNI, APHA, dan lainnya. Adapun tujuan verifikasi metode ada empat yaitu pertama menilai kemampuan sekaligus keterbatasan penerapan metode pengujian standar berdasarkan sumber daya laboratorium yang tersedia, kedua mengidentifikasi aspek kritis dari suatu metode pengujian yang harus dikontrol dan dipelihara secara hati-hati dalam penerapannya, ketiga mengidentifikasi penyimpangan yang tidak dapat dihindari dari metode pengujian standar pada kondisi normal dimana seluruh elemen terkait telah dilaksanakan dengan baik dan benar, Dan keempat memperkirakan dengan pasti tingkat kepercayaan data yang dihasilkan.

### 2.8.2 Konsep Validasi dan Verifikasi Metode

Pada dasarnya, tahapan kerja yang dilakukan dalam verifikasi sama dengan validasi, hanya saja parameter yang wajib dilakukan tidak selengkap ketika melakukan validasi (Riyanto, 2019). Pada verifikasi metode analisis, parameter minimal yang wajib untuk diuji adalah presisi dan akurasi. Kemudian, parameter lain yang dapat diuji pada verifikasi metode analisis diantaranya adalah linearitas, *Limit Of Detection* (LOD), *Limit Of Quantification* (LOQ), spesifisitas dan *robustness* (ICH, 2007). Untuk parameter uji verifikasi yang dijelaskan terdapat tujuh parameter.

Parameter pertama akurasi adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah metode analisis yang digunakan mampu menghasilkan nilai perolehan kembali (*recovery*) yang baik. Nilai perolehan kembali yang didapatkan akan menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya (Ravisankar *et al*, 2015; ICH, 2005). Karena itu, akurasi merupakan parameter paling penting yang harus dipenuhi oleh suatu metode analisis (Araujo, 2009). Terdapat tiga metode yang dapat dilakukan dalam penentuan akurasi, diantaranya adalah dengan metode perbandingan, metode simulasi, dan metode penambahan baku (Ravisankar *et al*, 2015). Metode perbandingan dilakukan dengan mengukur kadar analit dalam sampel dan kemudian membandingkan hasil perolehannya dengan standar pembanding yang telah diketahui kadarnya secara pasti. Pembanding yang digunakan haruslah memiliki karakteristik yang sama dengan sampel (Araujo, 2009).

Parameter kedua presisi suatu metode analisis, menunjukkan kedekatan hasil serangkaian pengukuran yang diperoleh dari pengujian berulang pada kondisi tertentu (ICH, 2005). Presisi dinyatakan dalam nilai simpangan baku relatif (SBR) dengan syarat penerimaannya adalah  $SBR < 2\%$ . Pengujian presisi metode analisis dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu keterulangan (*repeatability*), ketertiruan (*reproducibility*), dan presisi antara (*intermediate precision*) (ICH, 2005). dari tiga kategori tersebut, keterulangan menunjukkan nilai presisi suatu metode jika pengujian dilakukan berulang oleh suatu analis pada kondisi yang sama dalam interval waktu yang pendek. Nilai keterulangan dapat memperhitungkan pengaruh dari penimbangan, pencampuran dan bentuk penanganan sampel lain terhadap hasil analisis (Betz *et al*, 2011).

Parameter ketiga linearitas adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan metode analisis dalam memberikan respon proporsional atau linear terhadap konsentrasi analit dalam sampel (Alegre *et al*, 2012). pengujian linearitas dilakukan dengan menggunakan minimal lima konsentrasi larutan standar. Hasil respon dari masing-masing konsentrasi kemudian dalam kurva kalibrasi dengan sumbu X merupakan konsentrasi standar dan sumbu Y merupakan respon dari instrumen pengujian. Setelah terbentuk kurva, maka dilakukan penentuan nilai koefisien korelasi ( $r$ ). nilai koefisien korelasi yang mendekati satu dianggap menjadi bukti bahwa metode memiliki nilai linearitas yang baik (Beg *et al*, 2012).

Parameter keempat *Limit Of Detection* (LOD) adalah konsentrasi analit terendah dalam sampel yang masih dapat di deteksi pada saat pengukuran (Kruve *et al*, 2015). terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam

pengukuran nilai LOD diantaranya adalah dengan berdasarkan evaluasi visual, berdasarkan *signal to noise* dan berdasarkan Standar Deviasirespon dan nilai *slope* (ICH, 2005). Pendekatan berdasarkan evaluasi visual dapat digunakan untuk metode analisis instrumental maupun non-instrumental. Pada pendekatan ini, nilai LOD ditentukan dengan menggunakan sampel yang telah diketahui konsentrasinya. Konsentrasi dari sampel diturunkan secara bertahap dan nilai LOD adalah nilai konsentrasi minimal dari analit yang dapat dideteksi (Peris-Vicente *et al*, 2015).

Parameter kelima *Limit Of Quantification* (LOQ) adalah konsentrasi analit terkecil dalam sampel yang dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi (Kruve *et al*, 2015). pengukuran nilai LOQ diantaranya adalah dengan berdasarkan evaluasi visual, berdasarkan *signal to noise* dan berdasarkan Standar Deviasirespon dan nilai *slope*. (ICH, 2005). Metode penentuan nilai LOQ pada pendekatan *signal to noise* dilakukan dengan membandingkan sinyal dari pengukuran sampel yang telah diketahui konsentrasinya dengan sinyal dari *placebo* (*signal noise*). LOQ adalah konsentrasi minimal yang memberikan nilai rasio 10:1 dengan *signal noise* (Peris-Vicente *et al*, 2015).

Parameter keenam Spesifisitas menunjukkan kemampuan metode analisis menentukan analit tertentu dalam sampel secara spesifik dan tidak terpengaruh oleh adanya pengotor. Spesifisitas yang baik harus dimiliki oleh metode kualitatif ataupun kuantitatif (Gumustas *et al*, 2013). pengujian spesifisitas dilakukan dengan menggunakan hasil pengukuran sampel yang ditambahkan degradan analit, pengotor dan eksipien lain yang dibandingkan dengan hasil pengukuran

sampel tanpa penambahan apapun. Spesifisitas metode ditunjukkan dengan derajat kesesuaian dari kedua hasil pengukuran (Beg *et al*, 2012).

Parameter ketujuh Pengujian *robustness* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari suatu metode analisis untuk mempertahankan hasil analisis dengan adanya perubahan kecil pada kondisi pengujian (Peris-Vicente *et al*, 2015). pengujian *robustness* dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian pada keadaan normal. Dan pada saat adanya perubahan kecil pada pH, komponen fase gerak, suhu, laju alir ataupun faktor lainnya (Agrahari and Youan, 2012).

### **2.8.3 Konsep Ketidakpastian Pengujian**

Ketidakpastian adalah suatu parameter yang terasosiasi dengan hasil pengujian atau pengukuran, yang mencerminkan ketersebaran nilai-nilainya yang layak dimiliki pada benda yang diuji atau ukur (Hadi A, 2018). Jenis-jenis ketidakpastian pengujian yaitu Pertama Ketidakpastian Baku (*Standard Uncertainty*) adalah terdapat dua tipe A dan B. tipe A didasarkan pada pengulangan analisis dan pendekatan statistik. Contohnya standard deviasi. Sedangkan tipe B semua jenis data atau kumpulan data yang dapat dipercaya, didasarkan pada sekelompok informasi yang secara komparatif dapat dipercaya. Contohnya hasil kalibrasi alat. Selanjutnya kedua Ketidakpastian Baku Gabungan (*Combined Standard Uncertainty*). Dan terakhir Ketidakpastian Diperluas (*Expanded Uncertainty*)

### **2.8.4 Tahapan Penentuan Ketidakpastian Pengujian**

Pada persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi ISO/IEC 17025:2005 diatur juga persyaratan mengenai

ketidakpastian, yaitu dalam butir 5.4.6. dalam standar itu diatur bahwa laboratorium wajib mempunyai dan menerapkan prosedur untuk mengestimasi ketidakpastian pengukuran. Untuk menentukan estimasi ketidakpastian ada beberapa tahapan yang dilakukan adalah lima tahapan. Lima tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

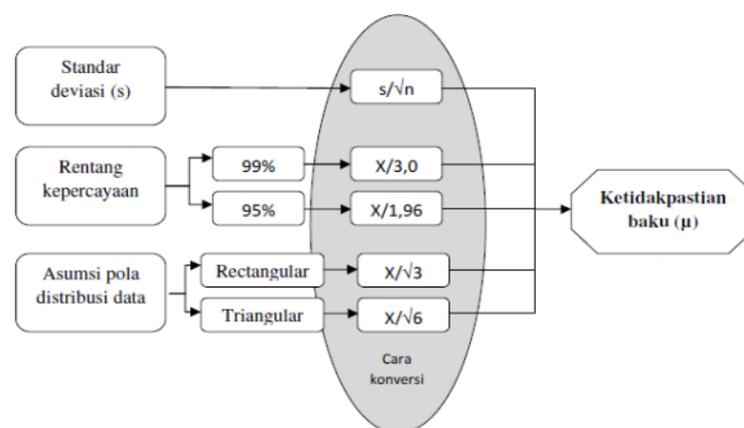
Tahapan pertama Spesifikasi pengujian adalah pada bagian ini, yang menjadi kunci adalah rumus/formula pengujian yang digunakan. Dalam konteks estimasi ketidakpastian, spesifikasi ini memerlukan pernyataan yang jelas dan tidak meragukan tentang obyek yang diukur (*measurand*), serta persamaan kuantitatif yang menghubungkan *measurand* dengan parameter lain yang mempengaruhinya (rumus/formula perhitungan). Dalam suatu analisis, sangat penting untuk membedakan antara pengujian yang hasilnya tidak tergantung kepada metode yang digunakan dengan pengujian yang hasilnya bergantung pada metode yang digunakan.

Tahapan kedua Identifikasi Sumber Ketidakpastian adalah dalam tahap ini perlu dibuat suatu daftar yang menyeluruh dari semua sumber ketidakpastian yang relevan. Tujuan dari tahap ini adalah untuk mempunyai gambaran yang jelas tentang keseluruhan sumber yang mungkin berpengaruh pada ketidakpastian. Cara termudah untuk melakukannya dimulai dengan rumus perhitungan. Sudah tentu semua parameter yang terdapat dalam rumus pasti memiliki ketidakpastian yang melekat padanya, dan oleh karenanya menjadi sumber ketidakpastian yang utama.

Selain itu mungkin terdapat parameter lain yang tidak muncul secara eksplisit dalam rumus tapi secara nyata berkontribusi terhadap hasil uji (*measurand*) seperti presisi, *recovery*, waktu, suhu, dan sebagainya. Semua

parameter itu harus diikutsertakan dalam perhitungan ketidakpastian. *Cause and effect* atau *fish bone* diagram merupakan salah satu alat bantu yang sangat memudahkan untuk menggambarkan hubungan antara setiap sumber dan bagaimana pengaruhnya terhadap ketidakpastian akhir. Selain itu diagram ini juga dapat membantu untuk melihat adanya duplikasi sumber ketidakpastian yang sama.

Tahapan ketiga Kuantifikasi Nilai Ketidakpastian yaitu setelah seluruh sumber ketidakpastian diidentifikasi dan hubungan antara sumber yang satu dengan yang lain telah diketahui, serta bagaimana semuanya berpengaruh terhadap ketidakpastian akhir, maka pada tahap ini dilakukan kuantifikasi nilai ketidakpastian yang berasal dari masing-masing sumber. Data ketidakpastian yang berasal dari masing-masing sumber perlu dikonversi terlebih dahulu menjadi ketidakpastian baku ( $\mu$ ) agar dapat digunakan dalam perhitungan ketidakpastian akhir. Menghitung masing-masing komponen ketidakpastian, sesuai dengan diagram tulang ikan atau *fishbone* pada gambar 2.9 berikut.



Gambar 2. 9 Jenis-jenis Data Sumber Ketidakpastian

Sumber: <https://s.id/ketidakpastiandancarakonversinya>

Tahapan keempat Perhitungan ketidakpastian gabungan (*combined uncertainty*) adalah ketidakpastian akhir dari *measurand* diperoleh dengan menggabungkan komponen ketidakpastian baku dari masing-masing sumber. Apabila komponen-komponen tersebut saling bebas atau tidak bergantung satu sama lain, seperti umumnya pada kasus pengujian kimia. Dan kelima Perhitungan ketidakpastian diperluas (*expanded uncertainty*) yaitu mengalikan ketidakpastian gabungan ( $\mu_X$ ) dengan suatu faktor pencakupan ( $k$ ) ketidakpastian untuk mendapatkan nilai ketidakpastian diperluas ( $U$ ) dengan tingkat kepercayaan tertentu. Untuk kebanyakan kasus, disarankan untuk menggunakan nilai  $k=2$  (atau tepatnya 1,96) yang akan memberikan tingkat kepercayaan 95%.

## **BAB III PELAKSANAAN KKP**

### **3.1 Waktu dan Tempat KKP**

Kuliah Kerja Praktik dilakukan di PT SUCOFINDO Padang, yang beralamat di Jl. By Pass Km 19,5, Kelurahan Balai Gadang, Kecamatan Koto Tangah, Padang, Sumatera Barat. Kuliah Kerja Praktik ini dilakukan mulai dari tanggal 01 Agustus 2022 sampai dengan 31 Maret 2023.

### **3.2 Uraian Kegiatan**

#### **3.2.1 Pengenalan Perusahaan**

##### **3.2.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan**



Gambar 3. 1 Logo PT SUCOFINDO

Sumber: <https://s.id/logoPTSUCOFINDO>

PT Superintending Company of Indonesia Persero, atau lebih populer disingkat SUCOFINDO, adalah sebuah BUMN (Badan Usaha Milik Negara) Indonesia yang bergerak dalam bidang pemeriksaan, pengawasan, pengujian, dan pengkajian. PT SUCOFINDO didirikan pada tanggal 22 Oktober 1956 sebagai perusahaan inspeksi pertama di Indonesia yang 95% sahamnya dikuasai oleh Negara Republik Indonesia dan 5% dikuasai oleh *Societe Generale de Surveillance* (SGS) Holding, SA (*Store Associate*). Awalnya PT SUCOFINDO hanya berfokus pada layanan jasa, pemeriksaan dan pengawasan dalam bidang perdagangan, terutama komoditas pertanian, serta membantu pemerintah dalam

menjamin kelancaran arus barang dan pengamanan devisa negara dalam perdagangan ekspor impor. Seiring dengan perkembangan kebutuhan dunia usaha, PT SUCOFINDO melakukan langkah kreatif dan inovatif serta menawarkan jasa-jasa terkait lainnya.

Bisnis jasa pertama yang dimiliki PT SUCOFINDO adalah *cargo superintendence and inspection*. kemudian melalui *analysis study* dan inovasi PT SUCOFINDO melakukan diversifikasi jasa, sehingga selanjutnya lahirlah jasa-jasa *warehousing and forwarding, analytical laboratories, industrial and marine engineering, fumigation and industrial hygiene*. Keanekaragaman jasa PT SUCOFINDO dikemas secara terpadu, dengan jaringan kerja laboratorium, yang memiliki jaringan 75 laboratorium yang luas menyediakan layanan dekat dengan pelanggan di seluruh Indonesia. Titik layanan PT SUCOFINDO tersebar di berbagai kota di Indonesia serta didukung oleh 2.646 tenaga profesional yang ahli di bidangnya. Berkat kemampuan dan integritasnya, PT SUCOFINDO dipercaya oleh pemerintah untuk menyelenggarakan jasa survei dan inspeksi serta membantu terlaksananya ketentuan pemerintah dalam rangka tata niaga, perdagangan, dan industri.

### **Sekilas Tentang PT SUCOFINDO Persero (perusahaan perseroan) Cabang Padang**

PT SUCOFINDO Persero (perusahaan perseroan) Cabang Padang masih berstatus keagenan yang dijalankan secara operasional oleh PT Aduma Niaga hingga tahun 1976. Sejak tahun 1977, status keagenannya lepas dan langsung diambil alih oleh PT SUCOFINDO Pusat dan ditetapkan sebagai kantor perwakilan. Dengan berkembangnya pasar dan peluang bisnis yang berdampak

kepada peningkatan pendapatan, maka pada tahun 1980 statusnya ditingkatkan menjadi kantor cabang. PT SUCOFINDO cabang Padang yang mulanya beralamat di Jalan Batang Arau No. 70, Padang, sekarang PT SUCOFINDO cabang Padang beralamat di Jl. By Pass Km 19,5, Kelurahan Balai Gadang, Kecamatan Koto Tangah, Padang, Sumatera Barat.

Pada awal berdirinya PT SUCOFINDO cabang Padang, ruang lingkup bisnis yang utama adalah sektor pertanian/perkebunan untuk pemeriksaan: beras dolog, kopi, *Cassia vera*, gambir dan biji pinang, serta sektor Inko (ruang lingkup kegiatan inko adalah pertambangan), untuk pemeriksaan produk semen dan pupuk PT Pusri (Pengawasan Pengantongan). Mulai tahun 1986, PT SUCOFINDO dipercaya oleh pemerintah untuk melakukan pemeriksaan produk-produk kehutanan yang terdiri dari: produk kayu/kayu olahan dan rotan untuk menentukan besaran pajak ekspor (PE) yang harus dibayar oleh pelaku usaha kepada pemerintah dan pemeriksaan kayu lapis (*Ply (lapis) wood*) dalam pengembalian biaya masuk (*Draw-back*). Dengan diperolehnya penugasan pemerintah ini, pendapatan PT SUCOFINDO meningkat secara cukup signifikan dan proses bisnis pun mulai dijalankan secara modern. Produk yang dikeluarkan berupa Laporan Surveyor (LS) sudah diproses dan diterbitkan secara *computerized*. Akan tetapi, masa keemasan ini tidak berlangsung lama, pada tahun 1997 kebijakan pemeriksaan beberapa produk kehutanan antara lain : kayu/produk kayu dan rotan dicabut oleh pemerintah dan menyusul kemudian kebijakan mengenai *Draw-back* pada tahun 2001.

Untuk menyesuaikan agar organisasi sejalan dengan hilangnya penugasan pemerintah tersebut, maka perusahaan mengeluarkan kebijakan transformasi yang

berimbas kepada rasionalisasi pegawai yang dialami oleh seluruh unit kerja termasuk cabang Padang. Dengan transformasi ini pula, unit-unit operasional di kantor pusat yang dahulunya disebut sebagai divisi berubah nama menjadi SBU (*Strategic Business Unit*). Secara korporat terdapat 10 unit kerja operasional setingkat SBU dan 7 unit kerja *Supporting* setingkat divisi/satuan.

Dengan kebijakan transformasi dan peluang bisnis yang ada di wilayah Sumatera Barat sekitarnya, maka di cabang Padang memiliki 7 unit SBU, yaitu pertama SBU KSP (Komoditi & Solusi Perdagangan), kedua SBU Batu bara, ketiga SBU Mineral, keempat SBU PIK (Perdagangan, Industri, dan Kelautan), kelima SBU Serco (Sertifikasi dan *Eco-Framework*), keenam SBU Laboratorium, ketujuh SBU Industri. Dari ketujuh SBU di cabang ini didukung oleh unit kerja pendukung (*Business Support*) yang mengkoordinir fungsi-fungsi: keuangan & akuntansi, HRD (*Human Resource*) & GA (*General Affair*), SHE (*Health Safety Environment*) & *Risk Management*. Disamping unit kerja operasional dan *supporting* di atas, ada 1 (satu) lagi unit kerja yang khusus menangani Program Kemitraan dan Bina Lingkungan (PKBL) yang tugasnya adalah menyalurkan dana kemitraan yang dimiliki oleh perusahaan selaku BUMN (Badan Usaha Milik Negara) kepada Pengusaha Kecil dan Menengah di seluruh wilayah kerja operasional cabang Padang. Untuk mengikuti perkembangan pasar/bisnis dan agar dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada para pelanggan, titik-titik layanan operasional cabang Padang tersebar di beberapa tempat, antara lain Kantor Cabang, dengan alamat di Jalan By Pass Km 19,5, Balai Gadang, Kecamatan Koto Tangah dan Unit Operasi Kiliran Jao, beralamat di Sungai Tambang, Kiliran Jao Pada era tahun 1980 sampai dengan tahun 2000,

Pendapatan utama cabang Padang berasal dari sektor Inko untuk inspeksi produk semen, *clinker*, *gypsum* dan pasir besi dengan pelanggan utama PT Semen Padang dan untuk produk pupuk dengan pelanggan PT Pusri. Khusus untuk semen pemeriksaan yang dominan adalah untuk pengiriman ekspor. Namun seiring menurunnya volume ekspor semen dan tumbuh serta berkembangnya investasi di sektor pertambangan di Sumatera Barat dan sekitarnya, maka kontribusi pendapatan cabang Padang yang terbesar bersumber dari sektor mineral.

Masuk di tahun 2000-an sumber pendapatan PT SUCOFINDO Persero (perusahaan perseroan) cabang Padang didominasi pelanggan dari bidang pertanian (terutama komoditi kelapa sawit), pertambangan, dan industri. Kekuatan yang dimiliki PT SUCOFINDO Persero (perusahaan perseroan) cabang Padang adalah pertama sebagai perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) dan perusahaan surveyor terbesar dan pertama di Indonesia, kedua tersertifikasi ISO 9001, ISO 17020, ISO 17025, SMK3, BARANTAN, ketiga mempunyai laboratorium batu bara dan CPO (*Crude Palm Oil*) yang terakreditasi KAN, dan keempat mempunyai pengalaman dan keahlian di bidang inspeksi, sertifikasi, konsultasi dan pengujian.

Untuk Nilai-nilai perusahaan PT SUCOFINDO mengacu pada nilai BUMN (Badan Usaha Milik Negara), yakni singkatan AKHLAK yang dijelaskan sebagai berikut A adalah Amanah, K adalah Kompeten, H adalah Harmonis, L adalah Loyal, A adalah Adaptif, dan K adalah Kolaboratif. Selain nilai perusahaan PT SUCOFINDO cabang Padang merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa inspeksi, pengujian, sertifikasi, pelatihan dan konsultasi. Maka dari bidang tersebut, terdapat ruang lingkup perusahaan. Ruang lingkup tersebut terdapat tiga

bidang yang dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pertama layanan di bidang inspeksi adalah kegiatan yang bertujuan melindungi kepentingan pihak-pihak yang bertransaksi dan memastikan dipenuhinya standar teknis yang berlaku bagi produk/komoditas yang diperdagangkan. PT SUCOFINDO juga menyediakan layanan audit guna memastikan kapasitas dan kemampuan calon pemasok. Untuk produk inspeksi dan audit PT SUCOFINDO dapat dijelaskan sebagai berikut pertama inspeksi produk batu bara yaitu dengan mengurangi risiko usaha dalam kegiatan perdagangan, investasi maupun industri pertambangan batu bara. Sertifikat yang kami terbitkan dapat digunakan sebagai pemenuhan persyaratan (*Letter of Credit*) L/C. selanjutnya yang kedua inspeksi produk konsumen adalah inspeksi kualitas dan kuantitas produk pada tiap tahapan produksi untuk memastikan terpenuhinya kondisi yang dipersyaratkan dalam suatu transaksi. Selanjutnya ketiga verifikasi integritas fasilitas industri yaitu karena pemerintah mewajibkan adanya pemeriksaan integritas fasilitas industri sebagai acuan dalam penerbitan izin operasi. Lingkup verifikasi mencakup fasilitas penerimaan, penyimpanan, distribusi, pengiriman, produksi, pendukung, pembangkit tenaga listrik, dan pengolahan limbah. Dan terakhir audit sistem manajemen pengamananan berdasarkan PERKAP 24/07 adalah memastikan efektifitas penerapan Sistem Manajemen Pengamananan berdasarkan PERKAP No.24/2007. Sistem Manajemen Pengamananan menyediakan panduan bagaimana mengelola ancaman dan gangguan terhadap organisasi.

Kedua layanan di bidang pengujian dan analisis adalah PT SUCOFINDO memiliki sarana pengujian dan analisis yang lengkap untuk memastikan aspek

mutu dan keamanan produk. Kapabilitas laboratorium PT SUCOFINDO meliputi pengujian kimia, mikrobiologi, kalibrasi, elektrikal dan elektronika, keteknik dan pengujian mineral dan pemrosesan mineral. PT SUCOFINDO menyediakan tiga layanan di bidang pengujian dan analisis sebagai berikut pertama pengujian keamanan produk listrik dan elektronika yaitu dalam rangka perlindungan konsumen dan lingkungan, semua produk listrik dan elektronika yang beredar di pasar harus memenuhi persyaratan keamanan. Saat ini, konsumen di seluruh dunia semakin peduli atas keamanan produk, sehingga kemampuan produk untuk memenuhi persyaratan keamanan akan menjadi kunci sukses dalam menembus pasar lokal dan internasional. Selanjutnya yang kedua monitoring kualitas kesehatan lingkungan kerja adalah kesehatan lingkungan kerja meliputi pemenuhan persyaratan air, udara, limbah, pencahayaan, kebisingan, getaran, radiasi, vektor penyakit, persyaratan kesehatan lokasi, ruang dan bangunan, toilet dan instalasi. Terakhir ketiga monitoring kualitas air bersih dan air minum adalah pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang digunakan sesuai peruntukannya. Untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilakukan upaya agar air yang dikonsumsi tidak menimbulkan gangguan kesehatan.

Ketiga layanan di bidang sertifikasi adalah layanan sertifikasi yang mencakup sertifikasi sistem manajemen dan sertifikasi produk. Beberapa skema sertifikasi sistem manajemen diantaranya adalah (*International Standardization Organization*) ISO 9000, (*International Standardization Organization*) ISO 14000, (*Occupational Health and Safety Assessment Series*) OHSAS 18000, (*Social Accountability*) SA 8000, (*Roundtable on Sustainable Palm Oil*) RSPO,

(*Hazard Analysis Critical Control Point*) HAACP, Manajemen Hutan Lestari, *Chain of Custody* dan *Legal Source*. Serifikasi produk diantaranya meliputi sertifikasi produk listrik dan elektronika, pupuk dan produk kimia, makanan dan minuman, baja serta komoditas pertanian. PT SUCOFINDO menyediakan empat layanan di bidang sertifikasi sebagai berikut yang pertama sertifikasi (*International Standardization Organization*) ISO 9001:2015 adalah sertifikasi sistem manajemen mutu yang bermanfaat dalam peningkatan performa organisasi, meningkatkan kepercayaan pelanggan dan daya saing organisasi. Kedua sertifikasi *Good Manufacturing Practice* (GMP) yaitu karena akhir-akhir ini terjadi peningkatan permintaan terhadap kepastian keamanan pangan dan kualitas yang terbaik oleh konsumen dan pemerintah. Produksi makanan yang tidak aman dapat mengakibatkan keracunan makanan, penarikan produk, proses hukum/pengadilan yang panjang dan mahal dan tanpa disadari dapat merusak reputasi publik. Selanjutnya yang ketiga sertifikasi HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) adalah sertifikasi perkembangan dunia pangan yang kian maju menuntut setiap negara untuk melakukan kerja sama untuk memenuhi kebutuhannya. Proses perdagangan internasional tidak selalu mudah dilakukan dan lazimnya ketentuan yang diterapkan oleh negara tujuan menjadi hal yang tidak dapat ditawar lagi. Dan keempat Sertifikasi Produk yaitu Perubahan praktik bisnis akibat perubahan orientasi pemasaran, keinginan konsumen yang semakin kompleks menuntut tersedianya produk yang bermutu, pengiriman tepat waktu dan adanya jaminan layanan purna jual serta terpenuhinya standar nasional dan internasional.

### **3.2.1.2 Visi dan Misi**

#### **3.2.1.2.1 Visi**

PT SUCOFINDO merupakan perusahaan yang bertujuan bergerak di bidang jasa inspeksi, pengujian, sertifikasi, pelatihan dan konsultasi. Untuk mencapai tujuan tersebut pada masa yang akan datang, maka PT SUCOFINDO menciptakan visi yaitu Menjadi perusahaan kelas dunia yang kompetitif, handal dan terpercaya di bidang inspeksi pengujian, sertifikasi, konsultasi, dan pelatihan.

#### **3.2.1.2.2 Misi**

PT SUCOFINDO merupakan perusahaan yang bertujuan bergerak di bidang jasa inspeksi, pengujian, sertifikasi, pelatihan dan konsultasi. Untuk mencapai tujuan tersebut dalam jangka pendek, maka PT SUCOFINDO menciptakan misi yaitu Menciptakan nilai ekonomi kepada para pemangku kepentingan terutama pelanggan, pemegang saham, dan karyawan melalui layanan jasa inspeksi, pengujian, sertifikasi, konsultasi serta jasa terkait lainnya untuk menjamin kepastian berusaha.

### **3.2.1.3 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi PT SUCOFINDO cabang Padang dapat dilihat pada lampiran 6. Pada lampiran tersebut struktur intinya terdiri dari direktur komersial 1, subdirkom 1 dan kepala cabang Padang. Selain struktur inti tersebut juga terdapat bidang-bidang pada struktur organisasi tersebut yaitu bidang inspeksi, bidang pengujian dan konsultasi, dan terakhir bidang dukungan bisnis.

#### **3.2.1.4 *Supplier dan Customer***

Pada PT SUCOFINDO cabang Padang untuk *Supplier* (pemasok) tidak ada karena PT SUCOFINDO cabang Padang adalah perusahaan yang bergerak di

bidang jasa inspeksi, pengujian, sertifikasi dan konsultasi sehingga tidak menyediakan sumber daya berupa bahan baku untuk memproduksi produk. Sedangkan untuk *Customer* (pelanggan) PT SUCOFINDO cabang Padang terdapat beberapa pelanggan dengan dua kriteria yaitu pelanggan yang kontrak dengan PT SUCOFINDO cabang Padang seperti PT Semen Padang, PT Ombilin Cipta Nusa Kota Padang, PT Supreme Energy Muaro Labuah, yang biasanya sampelnya disebut sampel harian. Sampel harian ini di PT SUCOFINDO cabang Padang pada laboratorium lingkungan dan batu bara diambil langsung oleh operator sampling baik lingkungan dan batu bara di PT SUCOFINDO cabang Padang. Sedangkan untuk pelanggan yang belum kontrak di PT SUCOFINDO cabang Padang biasanya sampelnya datang tidak menentu sehingga biasanya disebut sampel hantaran.

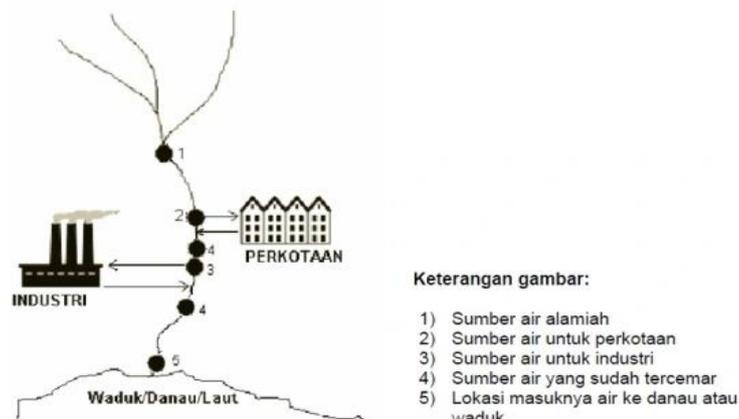
### **3.2.2 Teknik Sampling**

Sampel yang akan dianalisis di laboratorium lingkungan dan batu bara di PT SUCOFINDO cabang Padang diambil secara langsung ke lapangan oleh operator sampling dan untuk pengambilan sampelnya dilakukan secara representatif. Dengan kata lain, sampel yang diambil sudah mewakili kumpulannya. Sehingga data hasil pengujian dapat menggambarkan kualitas sampel yang mendekati kondisi sesungguhnya. Sampel uji yang dianalisis pada laboratorium lingkungan PT SUCOFINDO cabang Padang yaitu sampel air baik itu air limbah, air permukaan, air muara, air laut, air tanah (tergantung permintaan dari klien), dan juga sampel udara ambien. Sedangkan di laboratorium batu bara yaitu sampel batu bara dari pelanggan di PT SUCOFINDO cabang padang. Berikut adalah prosedur

pengambilan sampel yang dilakukan di PT SUCOFINDO cabang Padang ada tiga. Tiga prosedur sampling tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pertama Prosedur Pengambilan Sampel Air. Prosedur Pengambilan Sampel Air pada PT SUCOFINDO cabang Padang dilakukan sesuai SNI 6989.57:2008 tentang air & air limbah-bagian 57: metode pengambilan contoh air permukaan dan SNI 6989.58:2008 tentang air & air limbah-bagian 58 : metode pengambilan contoh air tanah. Berikut adalah teknik pengambilan sampel air di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang ada dua. Dua Teknik pengambilan sampel air dapat dijelaskan sebagai berikut.

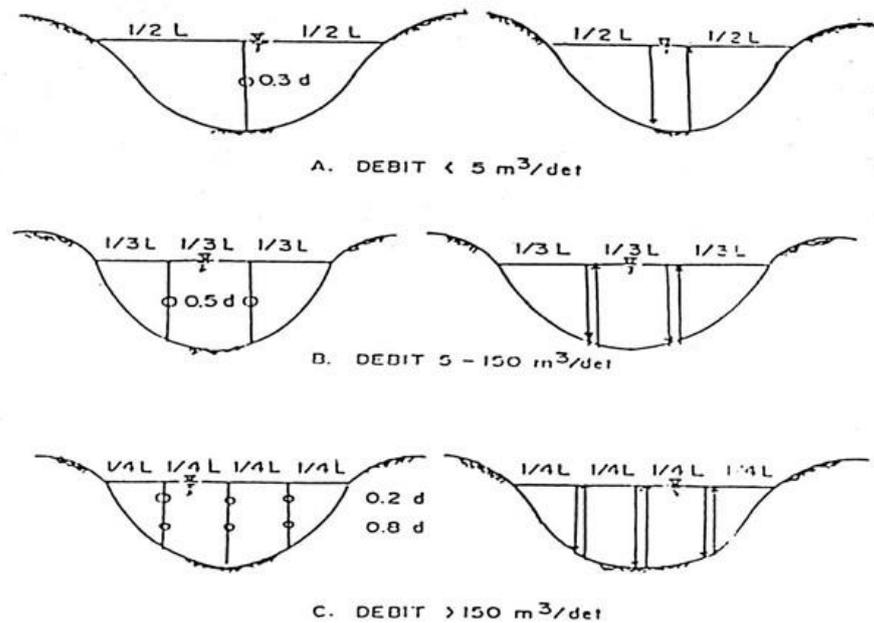
Pertama Teknik pengambilan sampel air sungai. Teknik pengambilan sampel air sungai di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang mengacu pada instruksi kerja. Instruksi kerja dalam pengambilan sampel air yang mewakili keadaan sumber air yang diambil melalui teknik pengambilan sampel air yang sesuai standar. Untuk rincian instruksi kerja dilakukan dengan menentukan lokasi dan titik pengambilan sampel air. Pada penentuan lokasi dan titik pengambilan sampel air sungai dapat dijelaskan sebagai berikut yang pertama Lokasi pemantauan kualitas air. Lokasi pemantauan kualitas air dilakukan pada empat lokasi adalah pertama Sumber air alamiah, dilakukan pada lokasi yang belum atau sedikit terjadi pencemaran (titik 1 lihat gambar 3.2). selanjutnya yang kedua Sumber air tercemar, yaitu pada lokasi yang telah menerima limbah (titik 4 lihat gambar 3.2). selanjutnya yang ketiga Sumber air yang dimanfaatkan, yaitu pada lokasi tempat penyadapan sumber air tersebut (titik 2 dan 3, lihat gambar 3.2). dan terakhir keempat Lokasi masuknya air ke waduk atau danau (titik 5, lihat gambar 3.2)



Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Air

Sumber : <https://s.id/lokasipengambilansampelair>

Dan selanjutnya Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada titik pengambilan sampel air sungai yang ditentukan berdasarkan debit air sungai yang diatur dengan ketentuannya ada tiga. Tiga ketentuan tersebut dapat diperhatikan pada (gambar 3.3). pada gambar tersebut ketentuan pertama Sungai dengan debit kurang dari  $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sampel diambil pada satu titik di tengah sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan. Selanjutnya ketentuan kedua Sungai dengan debit antara  $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ - $150 \text{ m}^3/\text{detik}$ , contoh diambil pada dua titik masing-masing pada jarak  $1/3$  dan  $2/3$  lebar sungai pada kedalaman 0,5 kali kedalaman dari permukaan. Dan ketentuan ketiga Sungai dengan debit lebih dari  $150 \text{ m}^3/\text{detik}$ , contoh diambil minimum pada enam titik masing-masing pada jarak  $1/4$ ,  $1/2$ , dan  $3/4$  lebar sungai pada kedalaman 0,2 dan 0,8 kali kedalaman dari permukaan.



Keterangan :

Titik pengambilan contoh air dengan akat tipe mendatar

Titik pengambilan contoh air dengan akat tipe tegak terpadu

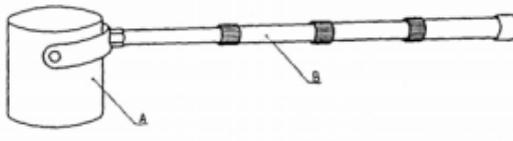
$d$  : kedalaman air

$L$  : lebar sungai

Gambar 3. 3 Titik Pengambilan Sampel Air Sungai

Sumber : <https://s.id/titikpengambilancontohairsungai>

Alat yang digunakan untuk pengambilan contoh uji tergantung dari kedalaman sungai. Jika sungai tersebut tidak terlalu dalam dan hanya satu titik pengambilan maka cukup menggunakan gayung bertangkai panjang (gambar 3.4). Namun, jika sungai cukup dalam dan lebih dari satu titik pengambilan digunakan alat *water point sampler* (gambar 3.5).



Gambar 3. 4 Gayung Bertangkai Panjang

Sumber : <https://s.id/gayungbertangkaipanjang>

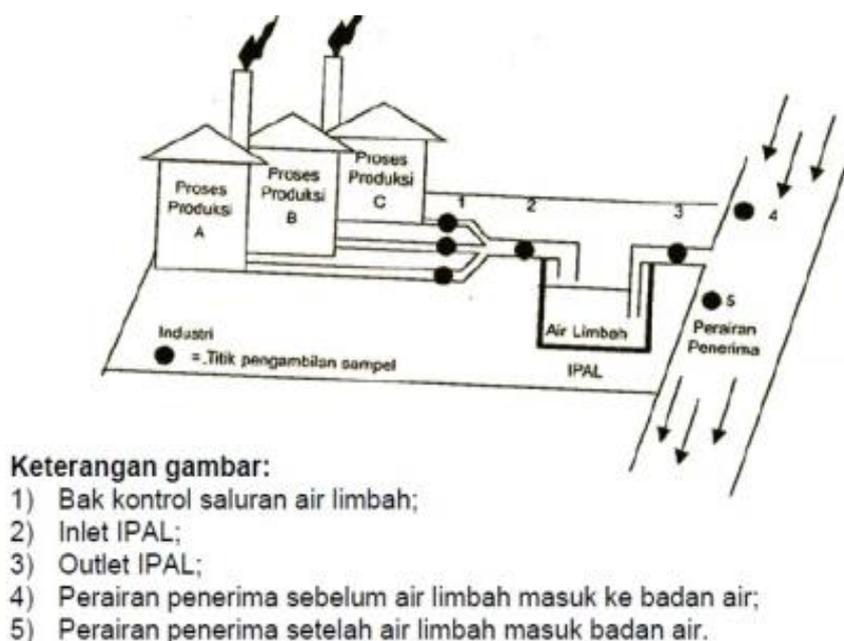


Gambar 3. 5 Alat *Water Point Sampler*

Sumber : <https://s.id/alatpengambilsampelitikair>

Kedua Teknik Sampling Air Limbah. Pengambilan sampel air limbah dilakukan berdasarkan tempat terjadinya pencampuran air limbah dan badan air secara sempurna dan sebelum badan air tercemar dengan air limbah. Berikut adalah penentuan titik pengambilan sampel uji air limbah (gambar 3.6). Sampel diambil pada lokasi sebelum dan setelah IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) dengan tujuan untuk menentukan efisiensi pengolahan limbah. Pengolahan limbah Pada (gambar 3.6) terdapat titik pengambilan sampel air limbah *inlet* dan *outlet* yang dapat dijelaskan dari (gambar 3.6) adalah sebagai berikut pertama Titik lokasi pengambilan sampel air limbah pada *inlet* (titik 2. gambar 3.6) Pada PT SUCOFINDO titik lokasi pengambilan sampel air limbah pada *inlet* dilakukan

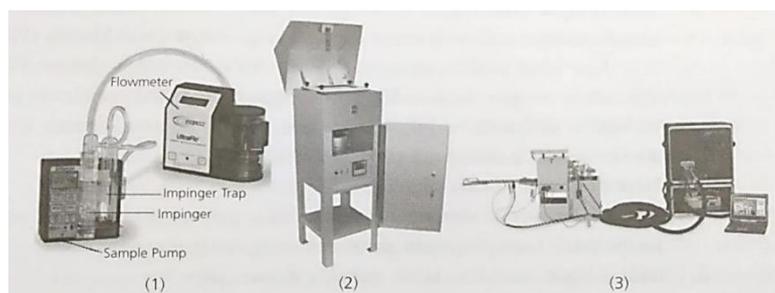
pada titik aliran bertubulensi tinggi agar terjadi pencampuran dengan baik, yaitu pada titik dimana limbah mengalir pada akhir proses produksi menuju ke IPAL. Dan apabila terjadi kondisi dimana tempat tidak memungkinkan untuk pengambilan sampel air limbah, maka dapat ditentukan lokasi lain yang dapat mewakili karakteristik air limbah. Selanjutnya yang kedua Titik lokasi pengambilan sampel air limbah pada *outlet* (titik 2. gambar 3.6) Pada PT SUCOFINDO titik lokasi pengambilan sampel air limbah pada *outlet* dilakukan pada lokasi setelah IPAL atau titik dimana air limbah yang mengalir sebelum memasuki badan air penerima (sungai).



Gambar 3. 6 Titik Pengambilan Sampel Air Limbah

Sumber : <https://s.id/titikpengambilansampelairlimbah>

Kedua Prosedur Pengambilan Sampel Udara Ambien. Pada prosedur Teknik pengambilan sampel udara ambien dilakukan oleh operator sampling laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang dengan mengalirkan udara melalui larutan penjerap yang berfungsi sebagai agen penjerap agar sampel udara ambien yang diuji bisa tertampung dalam suatu media sehingga memudahkan proses pengujian. dalam botol *impinger* digunakan untuk menetapkan kadar gas-gas berbahaya secara konvensional dengan pompa. Botol penjerap untuk gas  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{O}_3$  adalah *midget impinger*, sedangkan untuk gas  $\text{NO}_2$  menggunakan *fritted bubbler impinger*. Peralatan pengambilan sampel udara ambien dilihat pada gambar 3.7



Keterangan:

- (1) Alat impinger
- (2) Alat *High Volume Air Sampler* (HVAS)
- (3) Alat *dust sampler*

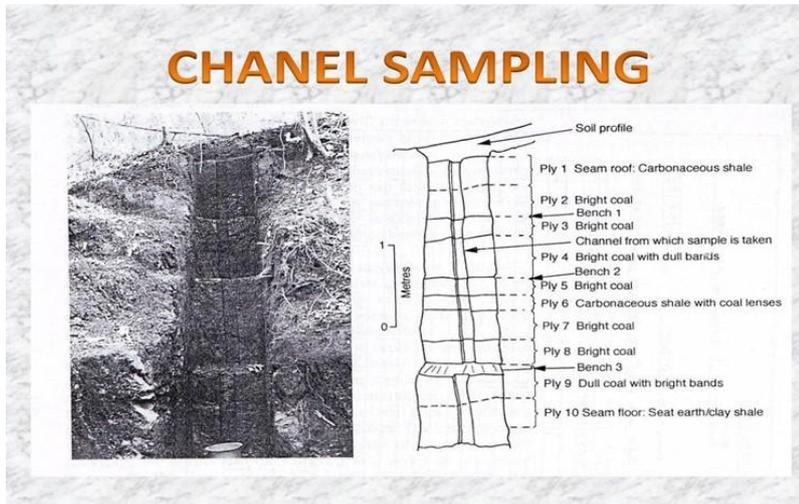
Gambar 3. 7 Peralatan Pengambilan Sampel Udara.

Sumber: <https://s.id/peralatanpengambilansampeludara>

Pada saat pengambilan sampel udara, *impinger* yang digunakan ditutup aluminium *foil* atau kotak pendingin untuk menghindari penguapan yang berlebihan dari larutan penjerap. Pengambilan sampel tidak boleh dilakukan saat hujan, karena air hujan dapat melarutkan atau bereaksi dengan gas-gas di udara.

Mengingat waktu simpan (*holding time*) parameter udara ambien yang relatif singkat, pengujian dilakukan di lapangan setelah pengambilan sampel dengan menggunakan *portable spectrophotometer*.

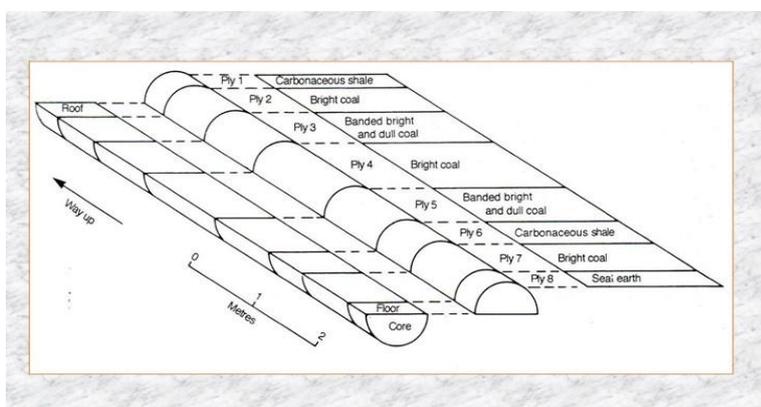
Ketiga Prosedur pengambilan sampel batu bara. Prosedur Pengambilan sampel batu bara di laboratorium batu bara PT SUCOFINDO cabang Padang tergantung pada tempat dan kondisi batu bara yaitu pertama *coal IN SITU* (batu bara ditempat) adalah percontaan batu bara yang diambil dari singkapan, lapisan batu bara yang terbuka misalnya pada tambang terbuka atau dari inti bor. Selain itu terdapat tiga tipe sampling *IN SITU* antara lain pertama *channel sampling* (dapat dilihat pada gambar 3.8) adalah percontaan batu bara secara sistematis pada arah tegak lurus perlapisan. Untuk cara melakukan *channel sampling* ada tujuh yaitu pertama menentukan lokasi atau tempat pengambilan sampel harus ditandai pada peta, jika *GPS (Global Positioning System)* tersedia, bisa merekam lokasi juga. Kedua cari titik acuan manapun seperti sungai, rumah dan lainnya yang dapat diidentifikasi menggunakan peta grid umum. Ketiga melakukan penggalian. Keempat memperhatikan perubahan lapisan yang tampak dari sisi penggalian. Kelima mengambil sampel bagian batu bara dan menandai berbagai interval lapisan-lapisan batuan lainnya jika dibutuhkan. Keenam jelaskan setiap *ply* (lapis) interval. Ketujuh setelah selesai mengambil sampel, sampel dimasukkan dalam kantong plastik untuk menghindari oksidasi, dan diberi label sebagai penanda.



Gambar 3. 8 chanel sampling

Sumber: <https://s.id/gambarchannelsampling>

Selanjutnya yang kedua dari tipe *IN SITU* adalah *pillar sampling* yaitu cara ini biasanya dilakukan pada tambang bawah tanah. Pengambilan contoh dengan membuat blok segiempat pada lapisan batu bara. terakhir ketiga *core sampling* (dapat dilihat pada gambar 3.9) adalah metode yang paling banyak dilakukan pada tahap eksplorasi rinci untuk tujuan pengembangan tambang. Sampel diambil melalui pemboran inti. Pembagian sampel dalam bentuk *ply* (lapis) sama seperti *channel sampling*. Umumnya tiap ketebalan 0.25 m (sesuai kebutuhan).



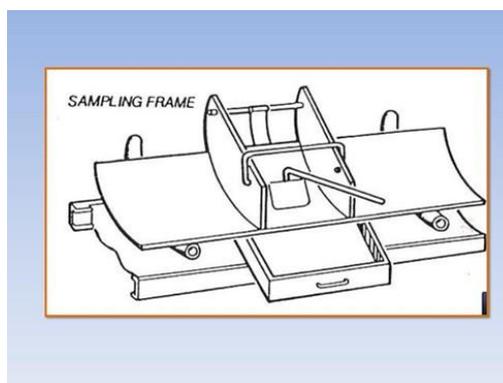
Gambar 3. 9 core sampling

Sumber: <https://s.id/gambarcoresampling>

Untuk Langkah pengambilan terdapat tiga belas yaitu pertama pembuatan lintasan titik pemboran berdasarkan arah *strike* atau *drip* (menetes) dari batu bara. kedua pembuatan titik pemboran dari hasil peta lintasan. Ketiga pada setiap titik pemboran dipakai metode *open hole* (lubang terbuka). Keempat melakukan pemboran dengan kedalaman 100-150 meter sesuai dengan standar ASTM dan ISO. Kelima melakukan *logging* geofisika untuk mengkorelasi ketebalan batu bara dari data *cutting*. Keenam setelah diketahui ketebalan batu bara dari data *cutting* dan data *logging* geofisika kemudian melakukan pemboran inti disebelah lubang bor yang telah dilakukan *logging* geofisika dengan jarak  $\pm 1-2$  meter. Ketujuh pemboran dilakukan untuk mencapai *seam* (lapisan) batu bara pertama, lalu mata bor dikeluarkan kemudian *core barrel* (barel inti) dipasang untuk melakukan proses coring. Kedelapan coring dilakukan setiap run atau sepanjang *core barrel*  $\pm 1,5$  meter sampai selesai (lapisan batu bara). kesembilan setelah *full* satu run, *core barrel* diangkat dan kemudian *split* dikeluarkan dari *core barrel* setelah itu, *split* diangkat dan diletakkan diatas *core box* untuk dilakukan proses pencucian, pengukuran, dan pengambilan sampel gambar. Kemudian menentukan bagian dari *Roof* dan *Floor* pada batu bara yang akan di sampling. Kesepuluh sampel dipotong *ply* (lapis) *by ply* (lapis) sesuai dengan ketentuan. Kesebelas menentukan ketebalan dari batu bara yang akan di sampling. Keduabelas setelah mengetahui ketebalan dari batu bara kemudian menentukan batas dari sampel *ply* (lapis) *by ply* (lapis) dan jumlah yang akan diambil. Selain itu juga dilakukan pencatatan interval sampel, kode nomor sampel, lokasi pengambilan sampel dan keterangan lain pada buku diskripsi. Ketigabelas sampel dibungkus dengan plastik

sampel, setelah itu diikat dengan isolasi agar tidak terkontaminasi dengan udara luar kemudian sampel segera dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

Setelah *coal IN SITU* pada prosedur pengambilan, selanjutnya *Run-of-mine Coal (ROM)* adalah sampling material yang datang dari tambang tergantung pada cara pengangkutan dengan truk atau *belt conveyor* atau lori dan cara lainnya. Untuk sampling ROM terbagi menjadi empat yaitu pertama sampling pada *belt conveyor* yang berhenti adalah cara yang baik karena contoh yang diambil di sini mempunyai peluang yang sama untuk dilakukan dengan menggunakan rangka (*sampling frame* pada gambar 3.10) yang dipasang pada *belt*. Setelah terpasang rangka tersebut harus kontak dengan *belt*, dan material yang ada diantara rangka diambil semuanya.



Gambar 3. 10 sampling frame

Sumber: <https://s.id/gambarsamplingframe>

Kedua sampling dari titik curahan (material jatuh pada gambar 3.11) adalah sampling karena keterbatasan kemampuan manusia, sampling ini hanya mungkin dilakukan pada aliran material berkapasitas kecil pada titik aliran material jatuh ke bawah. Titik aliran jatuh kebawah tersebut mempunyai ukuran material sebaiknya tidak lebih besar dari 50 mm. setelah ukuran materialnya sesuai, maka dilakukan

pengambilan contoh dari truk atau lori yang sedang dituangkan pada aliran sampling jatuh.



Gambar 3. 11 sampling dari titik curah

Sumber: <https://s.id/gambarsamplingdarititikcurah>

Ketiga sampling dari *conveyor* yang sedang bergerak (dapat dilihat pada gambar 3.12) adalah cara ini dilakukan bila sampling pada titik curahan sulit diperoleh secara maksimal. Untuk itu pada proses sampling, sekop akan bergerak sepanjang aliran dan menyapu dasar untuk menghindari tidak terambilnya batu bara yang berukuran kecil. Untuk memudahkan sampling sebaiknya dilakukan menggunakan alat mekanis karena sampling dengan alat manual hanya dapat dilakukan apabila kecepatan *conveyor* tidak lebih dari 1,5 m/s dengan tinggi aliran batu bara < 0,3 mm dan curahan batu bara < 200 ton/jam.



Gambar 3. 12 sampling dari conveyor yang sedang bergerak

Sumber: <https://s.id/samplingdariconveyoryangsedangbergerak>

Keempat sampling dari curahan yang bergerak terputus adalah situasi ini diterapkan Ketika melakukan sampling dari *bucket* (keranjang). Front end loader (pemuat ujung depan) yang dipergunakan selama transhipmen dari tongkang ke kapal laut dan sebagainya. Setelah prosedur pengambilan sampel pada tempat dan kondisi batu bara *coal IN SITU* dan *ROM*, maka selanjutnya masuk ke Teknik sampling batu bara ada dua yaitu pertama *manual sampling* (dapat dilihat pada gambar 3.13) adalah pengambilan sampel dari *falling stream* (aliran jatuh) yaitu mengambil sampel batu bara saat batu bara itu jatuh dari suatu *belt* ke *belt* berikutnya dan hanya dapat dilakukan apabila top size < 63 mm dan kecepatan muat < 100 MT/jam oleh karena top size batu bara umumnya 50 mm maka pengambilan sampel cara ini masih dimungkinkan walaupun kecepatan  $200 \pm$  MT/jam. Adapun peralatan yang dipakai adalah sekop. Dengan peralatan tersebut penerapan manual sampling hanya layak untuk kapasitas kecil, ukuran material relatif kecil dan umumnya digunakan pada *lot* yang diam seperti *stockpile*.



Gambar 3. 13 teknik sampling manual

Sumber: <https://s.id/gambarsamplingmanual>

Selanjutnya kedua *mechanical sampling* adalah pengambilan sampel secara mekanikal dilakukan pada saat *belt* tersebut berjalan. Pengambilannya dapat

dilakukan dari atas *belt* (*cross belt sampler*) atau dari *falling stream*. Alat yang digunakan pengambilan sampel adalah *sample cutter* (dapat dilihat pada gambar 3.14). Dengan alat tersebut, maka sampling secara mekanis mengumpulkan *increment*. Sampling dengan cara ini mempunyai empat keuntunga yaitu pertama menghasilkan sampel dengan presisi secara keseluruhan yang lebih baik, kedua mampu mengambil *primary increment* dari seluruh penampang arus dalam satu kali lewat. Ketiga mampu melakukan sampling pada frekuensi yang dikehendaki. Keempat mampu melakukan *online reduction* dan *sub-division* dan mengembalikan sisanya ke aliran material.



Gambar 3. 14 alat *sample cutter*

Sumber: <https://s.id/gambarsamplecutter>

### 3.2.3 Analisis Sampel

Pada PT SUCOFINDO cabang Padang terdapat dua laboratorium yaitu laboratorium lingkungan dan batubara. Dimana dua laboratorium tersebut memiliki parameter uji yang berbeda. Untuk parameter uji di laboratorium lingkungan sampel air yang dianalisis adalah air minum, air permukaan, air limbah, air muara, air laut, air tanah (tergantung permintaan dari klien), dan juga sampel udara ambien.

Di laboratorium lingkungan untuk parameter uji airnya adalah nitrit ( $\text{NO}^{2-}$ ), fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), klorida ( $\text{Cl}^-$ ), *melting point*/titik leleh sampel CPO, amoniak ( $\text{NH}_3$ ), logam (Ni, Pb, Co, Hg, Fe, Cd, Zn, Mn, dan Cu), fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ), *ph*, *moisture* sampel pupuk, nitrat ( $\text{NO}^{3-}$ ), COD, kesadahan, sulfide, sulfat, warna, flourida, kadar minyak dan lemak, permanganat, dan TDS. Untuk metode uji airnya mengacu pada SNI. Dengan prosedur kerja SNI setiap parameter uji yang dilakukan sebagai berikut:

Pertama penentuan uji nitrit ( $\text{NO}^{2-}$ ). pada penentuan uji nitrit dengan SNI-06-6989.9-2009 tentang cara uji nitrit ( $\text{NO}_2\text{N}$ ) secara spektrofotometri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah nitrit dalam suasana asam pada pH 2,0-2,5 akan bereaksi dengan sulfanilamide dan N-(1-Naphthyl) Ethylene Diamine Dihydrochloride (NED Dihydrochloride) membentuk senyawa azo yang berwarna merah keunguan. Warna yang terbentuk diukur absorbansinya secara spektrofotometri pada panjang gelombang maksimum 543 nm. Untuk mendapatkan nilai absorbannya, diperlukan prosedur kerja pada penentuan uji nitrit.

Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan cara dipipet sampel 50 ml, lalu dimasukkan kedalam gelas piala 100 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan sulfanilamide, Setelah penambahan sulfanilamide lalu sampel dikocok dan dibiarkan 6 menit. Sesudah 6 menit, sampel di tambahkan 1 ml larutan NED Dihidroklorida, dikocok dan dibiarkan selama 10 menit. selesai 10 menit sampel yang diuji segera lakukan pengukuran (pengukuran tidak boleh dilakukan lebih dari 2 jam). terakhir baca absorbansinya pada panjang gelombang 543 nm.

Kedua penentuan uji Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) Pada penentuan uji phospat dengan SNI-06-6989.31-2005 tentang cara uji kadar fosfat dengan spektrofotometer. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah dalam suasana asam, amonium molibdat dan kalium antimonil tartrat bereaksi dengan ortofosfat membentuk senyawa asam fosfomolibdat kemudian direduksi oleh asam askorbat menjadi kompleks biru molibden. Untuk mendapatkan hasil uji fosfat pada prinsip di atas diperlukan prosedur kerja pada penentuan kadar fosfat. Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan cara dipipet sampel 35 ml. Setelah disiapkan sampel ditambahkan pereaksi fosfat 10 ml. Sesudah penambahan pereaksi, sampel dipaskan dengan aquades dan setelah itu didiamkan selama 10 menit. Dan sesudah 10 menit, sampel yang akan dianalisis kadar fosfatnya siap untuk di baca pada spektrofotometri dengan panjang gelombang 880 nm.

Ketiga penentuan uji klorida ( $\text{Cl}^-$ ). Pada penentuan uji klorida dengan SNI 6989.19.2009 tentang cara uji klorida dengan metode argentometri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah dalam larutan netral atau sedikit basa, ion perak bereaksi secara kuantitatif dengan ion klorida. Titrasi diakhiri dengan pembentukan perak kromat yang berwarna merah hasil reaksi kelebihan ion perak dengan ion kromat. Untuk mendapatkan hasil akhir titrasi yang sudah dijelaskan, maka diperlukan prosedur kerja pada penentuan uji klorida. Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan cara dipipet 100 ml contoh uji, lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . setelah itu dititrasi dengan larutan  $\text{AgNO}_3$ . dan terakhir buat perhitungan kadar klorida.

Keempat penentuan uji Amoniak ( $\text{NH}_3$ ). Pada penentuan uji amoniak dengan SNI 06-6989.30:2005-Air dan air limbah-bagian 30 : cara uji kadar ammonia dengan spektrofotometer secara fenat. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah timbulnya warna biru, dari *indofenol* yang terbentuk karena adanya reaksi amonium, hipoklorid dan phenol dan sebagai katalis Na nitroprusid. Untuk timbulnya warna biru dari sampel diperlukan prosedur kerja untuk penentuan uji amoniak ( $\text{NH}_3$ ).

Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan cara sampel harus didestilasi dengan cara masukkan kedalam labu destilasi 500 ml aquades dan 20 ml buffer borat, setelah penambahan buffer, baru diatur pH menjadi 9.5 dengan penambahan NaOH 6 N. sesudah penambahan NaOH, dimasukkan batu didih kemudian pasang alat destilasi sampai ammonia hilang. Setelah amonia hilang, labu destilasi siap digunakan untuk mendestilasi contoh uji. Pada contoh uji sampel dimasukkan 500 ml sampel yang akan diuji, lalu diencerkan dengan 500 ml aquades. Setelah diencerka dengan aquades, baru ditambahkan 25 ml buffer borat dan diatur pH menjadi 9,5 dengan penambahan NaOH 6 N. kemudian setelah penambahan NaOH, hasil destilasi ditampung 200 ml kedalam erlenmeyer yang mengandung 50 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,04 N, setelah hasil destilasi sudah sampai 200 ml, maka hasil destilasi dinetralkan dengan larutan NaOH 1 N. hasil destilasi yang sudah dinetralkan, dipipet 25 ml dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 ml. Lalu ditambahkan 1 ml larutan fenol di homogenkan, selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan natrium nitropusid kemudian homogenkan. Setelah itu ditambahkan 2,5 ml larutan oksidator. Kemudian ditutup erlenmeyer dengan aluminium foil, dan setelah ditutup dibiarkan pada suhu ruang ( $22-27^\circ\text{C}$ )

selama 1 jam, pada saat menunggu satu jam akan terlihat perubahan warna biru pada sampel yang diuji, untuk itu, warna akan stabil dalam waktu satu jam. Diukur absorbansinya pada panjang gelombang 640 nm.

kelima penentuan uji logam (Ni,Pb, Co, Mg, Fe, Cd, Zn, Mn, dan Cu). Pada penentuan uji logam dengan SNI 6989-84:2019 Air dan air limbah-Bagian 84: Cara uji kadar logam terlarut dan logam total secara Spektrometri Serapan Atom (SSA)-nyala. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah analit logam dalam nyala udara asetilen diubah menjadi bentuk atomnya, menyerap energi radiasi elektromagnetik yang berasal dari lampu katoda dan besarnya serapan berbanding lurus dengan kadar analit. Pada penentuan uji logam pada prinsip diatas, dapat dihasilkan, dengan melakukan prosedur kerja penentuan uji logam.

Pada prosedur kerja *preparation* logam ada dua yaitu persiapan sampel uji logam terlarut dengan cara di saring dengan membran berpori 0,45  $\mu\text{m}$ . Setelah tersaring, sampel yang akan dianalisis siap diukur. Sedangkan persiapan contoh uji logam terlarut, disiapkan sampel yang akan dianalisis. Setelah persiapan contoh uji, lalu ditambahkan 5 ml  $\text{HNO}_3$  pekat kedalam 100 ml sampel. Sesudah penambahan tersebut dipanaskan 15 menit dengan penangas air. Setelah 15 menit, di saring melalui penyaring membran jika dibutuhkan dan di pindahkan filtrat secara perlahan ke labu ukur 100 ml. Dan setelah itu paskan dengan aquades, dihomogenkan dan ukur dengan spektrofotometri serapan atom.

Keenam penentuan uji Fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ). pada penentuan uji fenol ( $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$ ) dengan SNI 06-6989.21:2004 air dan air limbah-bagian 21: cara uji kadar fenol secara spektrofotometri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah dengan adanya natrium ferrisianida, fenol bereaksi dengan 4-aminoantipyrine pada  $\text{pH } 7.9 \pm 0.1$

membentuk pewarna antipyrine. Warna yang dihasilkan diekstraksi dengan chloroform dan diukur nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 460 nm. Untuk mendapatkan nilai absorbansinya menggunakan spektrofotometer, dilakukan prosedur kerja untuk penentuan fenol.

Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan sampel air dipipet 100 ml ke dalam beaker gelas 250 ml. Sesudah dipipet ditambahkan 2,5 ml  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,5 N. setelah ditambahkan  $\text{NH}_4\text{OH}$ , lalu di cek pH dan diatur pH menjadi  $7,9 \pm 0,1$  dengan penambahan larutan penyangga fosfat. Sesudah di cek pH, ditambahkan 1 ml aminoantipirin lalu diaduk, dan setelah penambahan amino, juga ditambahkan 1 ml kalium ferisianida  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  setelah itu diaduk. Selesai penambahan kalium ferisianida  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ , didiamkan sampel selama 15 menit. Dan terakhir di baca spektro dengan panjang gelombang 460 nm.

Ketujuh penentuan uji Ph. Pada penentuan uji ph dengan SNI 06-6989.11-2019 Air dan air limbah-bagian 11; cara uji derajat keasaman (ph) dengan menggunakan alat ph meter. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah aktifitas ion hidrogen dalam air diukur secara potensiometri dengan menggunakan ph meter. Untuk mendapatkan hasil pengukuran ph meter dillakukan prosedur kerja untuk penentuan uji derajat keasaman (ph).

Pada prosedur kerjanya dilakukan *preparation* atau persiapan sampel dengan sampel air diletakkan di gelas piala 100 ml, setelah itu dilakukan penetapan ph dengan cara dibilas elektroda dengan aquadest sebanyak tiga kali dan dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya direndam elektroda kedalam contoh uji selama lebih kurang 1 menit kemudian dikeringkan dengan tisu, dan sesudah itu diganti

contoh uji dan direndamlah elektroda kedalam contoh uji tersebut sampai ph meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Dan untuk pembacaan ph dapat langsung dibaca dari skala atau digital alat ph.

kedelapan penentuan uji Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ). Pada penentuan uji nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dengan *Standard Methods 22<sup>nd</sup> Ed-2012, 4500 NO3-B Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method*. Untuk prinsip kerja uji nitrat adalah penambahan sejumlah larutan asam klorida ke dalam larutan yang mengandung ion nitrat menyebabkan perubahan pada spektrum absorpsi nitrat yang dapat diukur dengan spektrofotometer ultraviolet pada panjang gelombang antara 220 dan 275 nm. Untuk penentuan uji nitrat dilakukan prosedur kerja menentukan kandungan nitrat. Pada prosedur kerja contoh sampel uji dipersiapkan, dengan cara di pipet 50 ml sampel ke dalam gelas piala 100 ml. Kemudian setelah pipet sampel, ditambahkan 1 ml HC 1 1 N ke dalam gelas piala yang berisi sampel. Sesudah ditambahkan HCl, di baca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 220 dan 275 nm.

kesembilan penentuan uji COD. Pada penentuan uji COD ada dua kondisi dalam pengujiannya dimana pada air limbah limbah menggunakan *digestion solution* tinggi sehingga secara titrimetri sedangkan untuk air permukaan menggunakan *digestion solution* rendah secara spektrofotometri. Untuk penentuan ujinya air limbah dan permukaan yaitu sesuai dengan SNI 6989.73.2009 Air dan air limbah-Bagian 73: cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara titrimetri dan SNI 6989-2:2019 Air dan air limbah-Bagian 2: cara uji kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Prinsip uji

kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara titrimetri adalah senyawa organik dan anorganik, terutama organik, dalam contoh uji dioksidasi oleh  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dalam refluks tertutup selama dua jam menghasilkan  $\text{Cr}^{3+}$ . kelebihan kalium dikromat yang tidak tereduksi, dititrasi dengan larutan Ferro Ammonium Sulfat (FAS) menggunakan indikator ferroin. Jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen ( $\text{O}_2\text{mg/L}$ ).

Sedangkan Prinsip uji kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri adalah senyawa organik dan anorganik, terutama organik dalam contoh uji dioksidasi oleh  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  dalam refluks tertutup menghasilkan  $\text{Cr}^{3+}$ . jumlah oksidan yang dibutuhkan dinyatakan dalam ekuivalen oksigen ( $\text{O}_2\text{mg/L}$ ) diukur secara spektrofotometri sinar tampak.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 420 nm dan  $\text{Cr}^{3+}$  kuat mengabsorpsi pada panjang gelombang 600 nm. Untuk nilai COD 100 mg/L sampai dengan 900 mg/L kenaikan  $\text{Cr}^{3+}$  ditentukan pada panjang gelombang 600 nm. Pada contoh uji dengan nilai COD yang lebih tinggi, dilakukan pengenceran terlebih dahulu sebelum pengujian. Untuk nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L penurunan konsentrasi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  ditentukan pada panjang gelombang 420 nm.

Untuk mendapatkan hasil dari kedua kondisi pengujian COD seperti yang diatas dilakukanlah prosedur pengujiannya yaitu disiapkan sampel yang diuji terlebih dahulu dengan cara dipipet 2,5 ml sampel, setelah itu dipipet 1.5 ml *digestion solution* (untuk air limbah menggunakan *digestion solution* tinggi sedangkan air permukaan menggunakan *digestion solution* rendah). sesudah ditambahkan *digestion solution*, selanjutnya dipipet 3.5 ml perak sulfat, lalu

dihomogenkan. Setelah dihomogenkan sampel siap untuk dimasukkan ke alat COD reaktor pada suhu  $150^{\circ}\text{C}$  selama dua jam. Setelah selesai dua jam (untuk COD yang tinggi di titrasi dengan FAS 0.1 N dengan Titik Akhir Titrasi (TAT) merah bata sedangkan COD yang rendah diukur di spektrofotometri pada panjang gelombang 420 nm).

kesepuluh penentuan uji Kesadahan. Pada penentuan uji kesadahan dengan SNI 06-6989.12-2004-Air dan air limbah- Bagian 12: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri. Untuk prinsip cara uji kesadahan adalah garam dinatrium etilen diamin tetra asetat (EDTA) akan bereaksi dengan kation logam tertentu membentuk senyawa kompleks kelat yang larut. Pada pH  $10.0 \pm 0.1$ , ion-ion kalsium dan magnesium dalam contoh uji akan bereaksi dengan indikator Eriochrome Black T (EBT), dan membentuk larutan berwarna merah keunguan, jika  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  ditambahkan sebagai titran, maka ion-ion kalsium dan magnesium akan membentuk senyawa kompleks, molekul indikator terlepas kembali, dan pada titik akhir titrasi larutan akan berubah warna dari merah keunguan menjadi biru. Dari cara ini akan didapat kesadahan total (Ca + Mg). dan untuk cara kedua, kalsium dapat ditentukan secara langsung dengan EDTA bila pH contoh uji dibuat cukup tinggi (12-13), sehingga magnesium akan mengendap sebagai magnesium hidroksida dan pada titik akhir titrasi indikator Eriochrome Black T (EBT hanya akan bereaksi dengan kalsium saja membentuk larutan berwarna biru. Dari cara ini akan didapat kadar kalsium dalam air (Ca). dari kedua cara tersebut dapat dihitung kadar magnesium dengan cara mengurangkan hasil kesadahan total dengan kadar kalsium yang diperoleh, yang dihitung sebagai  $\text{CaCO}_3$ .

Prosedur kerja untuk uji kadar kesadahan total dengan dipersiapkan sampel yaitu diambil 25 ml sampel secara duplo, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian diencerkan dengan aquades sampai volume 50 ml. Sesudah diencerkan, ditambahkan 1 ml sampai dengan 2 ml larutan penyangga pH  $10 \pm 0.1$ . kemudian ditambahkan juga seujung spatula 30 mg sampai dengan 50 mg indikator EBT. Setelah penambahan EBT, dilakukan titrasi dengan larutan baku  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0.01 M secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi biru. Selesai titrasi, dicatat volume larutan baku  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  yang digunakan. Apabila larutan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  yang dibutuhkan untuk titrasi lebih dari 15 ml, maka dilakukan pengenceran untuk contoh uji sampel.

Kesebelas penentuan uji Sulfida. Pada penentuan uji sulfida dengan SNI 06-6989.70: 2009-Air dan air limbah-Bagian 70: Cara uji sulfida dengan biru metilen secara spektrofotometri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah hidrogen sulfida dan logam sulfida yang larut dalam asam bereaksi dengan *N, N-dimethyl-phenylenediamine oxalate* untuk membentuk warna biru yang intensitas serapannya dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV pada panjang gelombang 664 nm. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan konsentrasi sulfida. Untuk mendapatkan hasil dari penentuan uji sulfida dilakukan prosedur kerja untuk kadar sulfida yang dilakukan dengan spektro portable.

Prosedur kerjanya adalah penentuan sulfida dengan alat spektro portable dengan cara di bilas kuvet, dengan aquades. Setelah itu, di isi dengan sampel hingga 10 ml. Kemudian sesudah sampel di isi dengan kuvet, ditambahkan pereaksi 1 sebanyak 0.5 ml kemudian homogenkan, sesudah itu, ditambahkan pereaksi 2 sebanyak 0.5 ml kemudian diinversikan. Sesudah penambahan pereaksi

1 dan 2, diamkan 5 menit. Setelah lima menit, dibaca konsentrasi pada alat spektro portable.

Keduabelas penentuan uji Sulfat. Pada penentuan uji sulfat dengan SNI 06-6989.20-2019 tentang cara uji sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) secara turbidimetri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah ion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dalam suasana asam bereaksi dengan Barium Klorida  $\text{BaCl}_2$  membentuk kristal Barium Sulfat ( $\text{BaSO}_4$ ) yang serba sama. Sinar yang diserap oleh suspensi barium sulfat diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. Untuk mendapatkan hasil uji sulfat pada spektrofotometer, maka dilakukan prosedur kerja penentuan sulfat.

Pada prosedur kerjanya dilakukan persiapan sampel dengan cara dipipet 100 ml sampel, lalu juga disiapkan alat pendukung lainnya seperti buret untuk buffer A dan B. dan juga alat pendukung *hotplate* magnetic stirrer untuk menghomogenkan sampel. Setelah persiapan selesai baru dilakukan analisis sampel dengan ditambahkan 20 ml buffer B (untuk konsentrasi rendah), dan buffer A (untuk konsentrasi tinggi). sesudah ditambahkan buffer, ditambahkan juga 1 sendok  $\text{BaCl}_2$ . setelah penambahan  $\text{BaCl}_2$ , maka langkah selanjutnya langsung hitung waktu selama 1 menit dengan bantuan *hotplate* magnetic stirrer pada kecepatan konstan 500 rpm. Sesudah 1 menit, sampel siap untuk diukur dengan spektrofotometer gelombang 420 nm.

Ketigabelas penentuan uji Warna. Pada penentuan uji warna dengan SNI 6989.80:2011 Bagian 80: Cara uji warna secara spektrofotometer. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah pengukuran warna ditentukan dengan membandingkan warna contoh dengan deret larutan standar platina kobalt yang diketahui

konsentrasinya. Untuk mendapatkan hasil pengukuran warna dilakukan prosedur kerja penentuan warna.

Pada prosedur kerjanya dilakukan persiapan sampel dengan diukur pH contoh uji, bila pH diluar kisaran 4-10, atur pH menjadi 7 dengan penambahan NaOH atau HCl, dicatat bila dilakukan pengaturan pH, selanjutnya saring contoh uji dengan menggunakan kertas saring no 42 (dengan pompa vakum), dimasukkan kedalam erlenmeyer. Sesudah persiapan sampel, untuk tahap selanjutnya dilakukan pengukuran contoh uji dengan cara diukur warna standar dan contoh uji sampel dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 456 nm, sesudah didapatkan hasil pengukuran, maka apabila hasil contoh uji bernilai lebih besar dari warna standar, maka lakukanlah pengenceran pada contoh uji. Kemudian setelah didapatkan hasil yang sesuai, baru dilakukan perhitungan warna contoh uji berdasarkan konsentrasi yang didapat dari kurva standar.

Keempatbelas penentuan uji Fluorida ( $F^-$ ). Pada penentuan uji flourida dengan SNI 06-6989.29-2005- Air dan air limbah- Bagian 29: Cara uji Fluorida ( $F^-$ ) secara spektrofotometri dengan SPADNS (*Sodium 2- Parasulfofenylazo 1,8-Dihidroksi-3,6-Naftalen Disulfonat*) . Untuk prinsip uji flourida adalah flourida bereaksi dengan larutan campuran SPADNS-asam zirkonil menyebabkan berkurangnya warna larutan. Pengurangan warna ini sebanding dengan banyaknya unsur flourida dalam contoh uji yang kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm. Untuk penentuan flourida dari prinsip kerja dapat dilakukan prosedur kerja flourida. Prosedur kerja flourida untuk sampel dipersiapkan contoh uji dengan dipipet 50 ml, dimasukkan ke dalam gelas piala 100 ml. Setelah sampel disiapkan, di tambahkan larutan SPADNS , lalu

homogenkan. Setelah sampel homogen, baca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 570 nm.

Kelimabelas penentuan uji Kadar Minyak dan Lemak. Pada penentuan uji kadar minyak dan lemak sesuai dengan SNI 6989.10-2011-Air dan air limbah-bagian 10: Cara uji minyak nabati dan minyak mineral secara gravimetri. Untuk prinsip dari cara ujinya adalah minyak nabati dan minyak mineral dalam contoh uji air yang diasamkan pH lebih kecil dari 2 diekstraksi dengan n-heksana dalam corong pisah dan untuk menghilangkan air yang masih tersisa digunakan natrium sulfat anhidrat. Ekstrak minyak nabati dan minyak mineral dipisahkan dari pelarut organik secara destilasi. Residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak dan lemak atau jumlah minyak nabati dan mineral. Untuk menentukan minyak mineral, residu yang tertinggal dilarutkan kembali dengan n-heksana ditambahkan secara proposional sejumlah silika gel (biasanya 3 gr silika gel/ 100 mg total minyak dan lemak) untuk menyerap material polar atau minyak nabati. Ekstrak didestilasi lagi untuk memisahkan minyak mineral dari pelarut, residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak mineral. Selisih berat antara minyak dan lemak dengan minyak mineral adalah sebagai minyak nabati.

Pada prosedur kerja penentuan minyak dan lemak, pertama ditimbang terlebih dahulu gelas piala awal/ gelas piala kosong selanjutnya dilakukan persiapan sampel dengan dipipet 250 ml, setelah dipipet masukkan ke dalam labu destilasi, kemudian ditambahkan 30 ml n-hexan, setelah ditambahkan n-hexan, baru dikocok selama 2 menit, sesudah itu didiamkan selama 2 menit. Setelah 2 menit, dimasukkan hasil destilasi ke kertas saring (yang sudah ada gelas piala

sebagai penampung sisa air destilasi dan corong sebagai alat bantu untuk menyaring kertas). setelah itu (ditimbang 10 gr  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), lalu dimasukkan ke dalam kertas saring, kemudian pisahkan air dengan pelarutnya. Setelah dipisahkan, saring pelarut dengan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tadi, lalu filtrat pelarut ditampung di gelas piala yang telah diketahui berat kosongnya. Selanjutnya hasil filtrat yang sudah ditampung di gelas piala dimasukkan ke dalam oven untuk menghilangkan pelarutnya pada suhu  $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  selama 30-45 menit. Setelah sampai 30-45 menit, dimasukkan kedalam desikator selama 30 menit. Sesudah selesai di desikator, ditimbang gelas piala yang berisi filtrat yang sudah kering.

keenambelas penentuan uji Permanganat. Pada penentuan permanganat dengan SNI 06-6989.22-2004-Air dan air limbah- Bagian 22: Cara uji nilai permanganat secara titrimetri. Untuk prinsip dari cara uji permanganat adalah zat organik di dalam air dioksidasi dengan  $\text{KMnO}_4$  direduksi oleh asam oksalat berlebih. Kelebihan asam oksalat dititrasi kembali dengan  $\text{KMnO}_4$ . untuk menentukan uji nilai permanganat dilakukan prosedur kerja untuk permanganat secara titrimetri.

Prosedur kerja penentuan permanganat dengan persiapan pengujian penetapan larutan kalium permanganat  $\text{KMnO}_4$  0,01 N dengan tahapan dipipet aquades 100 ml secara duplo dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Kemudian di panaskan hingga  $70^\circ\text{C}$ . setelah dipanaskan ditambahkan 5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  8 N bebas zat organik. Selanjutnya ditambahkan 10 ml larutan baku asam oksalat 0.01 N menggunakan pipet gondok. Setelah itu di titrasi dengan kalium permanganat 0.01 N sampai warna merah muda dan dicatat volume pemakaian. Setelah dicatat volume pemakaian, dihitung normalitas larutan baku kalium

permanganat. Untuk prosedur pengujian contoh uji nilai permanganat dengan cara dipipet 100 ml contoh uji dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml dan ditambahkan 3 butir batu didih, setelah itu ditambahkan  $\text{KMnO}_4$  0,01 N beberapa tetes ke dalam contoh uji hingga terjadi warna merah muda. setelah itu, ditambahkan 5 ml asam sulfat 8 N bebas zat organik. Dipanaskan di atas pemanas listrik pada suhu  $105^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ , bila terdapat bau  $\text{H}_2\text{S}$ , pendidihan diteruskan beberapa menit. Setelah pemanasan selesai, di pipet 10 ml larutan baku  $\text{KMnO}_4$  0,01 N. dan selesai di pipet, panaskan hingga mendidih selama 10 menit. Kemudian setelah selesai pemanasan 10 menit, pipet 10 ml larutan baku asam oksalat 0,01 N. sesudah itu, titrasi dengan kalium permanganat 0,01 N hingga warna merah muda. Dan terakhir catat volume pemakaian  $\text{KMnO}_4$ .

Ketujuhbelas penentuan uji TDS. Pada penentuan uji TDS (*Total Dissolved Solids*) SNI 6989.27:2019- Air dan air limbah-bagian 27: Cara uji padatan terlarut total (*Total Dissolved Solids*, TDS) secara gravimetri. Untuk prinsip dari cara uji TDS adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan media penyaring. Filtrat yang lolos melalui media penyaring diuapkan sampai kihat lalu dikeringkan pada suhu  $180^\circ\text{C}$  sampai mencapai berat tetap. Untuk mendapatkan berat tetap dari uji TDS, maka terdapat prosedur kerja penentuan uji TDS.

Pada prosedur kerja uji TDS dilakukan persiapan media penyaring dengan cara diletakkan media penyaring pada peralatan filtrasi, kemudian dipasang sistem vakum hidupkan pompa vakum, lalu dibilas media penyaring dengan aquades 20 ml. Lanjutkan penghisapan hingga tiris, setelah tiris matikan pompa vakum. Selesai dari pompa vakum, media penyaring ini, siap digunakan untuk pengujian

padatan terlarut total. Untuk tahap selanjutnya juga disiapkan cawan dengan cara dipanaskan cawan pada suhu  $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam di dalam oven. Sesudah 1 jam di oven, pindahkan cawan dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator. Setelah dingin segera timbang dengan neraca analitik. Untuk selanjutnya ulangi langkah persiapan cawan lagi sampai didapat berat tetap. Sesudah persiapan selesai, baru dilakukan prosedur uji sampel, dengan cara sampel di aduk hingga homogen. setelah sampel homogen, diambil sampel secara kuantitatif dengan volume tertentu, masukkan ke dalam alat penyaring yang telah dilengkapi dengan alat pompa vakum penghisap dan media penyaring, sesudah sampel dimasukkan, operasikan alat penyaring, setelah sampel tersaring, bilas media penyaring 3 kali dengan masing-masing 10 ml aquades, lanjutkan penyaringa dengan sistem vakum hingga tiris. Setelah tiris, pindahkan filtrat ke dalam cawan penguap yang telah mempunyai berat tetap. Lalu dimasukkan cawan penguap berisi padatan terlarut yang sudah kikat ke dalam oven pada suhu  $180^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  minimum 1 jam. Setelah selesai 1 jam dipindahkan cawan penguap dari oven dengan penjepit dan dinginkan dalam desikator. Setelah dingin segera ditimbang dengan neraca analitik. Setelah ditimbang lakukan pengulangan uji pada cawan penguap di oven hingga diperoleh berat tetap.

Kedelapanbelas *Melting Point/* Titik Leleh Sampel CPO. Pada prosedur kerja melting point, dengan cara disiapkan pipa kapiler dan ditandai pipa kapiler pada 1 cm. Setelah itu, diambil sampel dengan pipa kapiler hingga tanda batas. Kemudian diletakkan di lemari pendingin selama  $\pm 8$  jam. Setelah  $\pm 8$  jam dari lemari pendingin, diamati *melting point* pada suhu berapa dengan meletakkan pipa kapiler dalam gelas piala diatas *hotplate*.

Kesembilanbelas *Moisture* sampel pupuk secara gravimetri. Pada penentuan uji *Moisture* sampel pupuk dengan SNI 7763:2018-Pupuk organik padat. Untuk Prinsip dari cara uji kadar air adalah air dalam contoh pupuk organik diuapkan dengan cara pengeringan oven pada suhu 105°C selama 16 jam. Pada prosedur kerja *Moisture*, disiapkan cawan kosong, dimasukkan ke dalam oven cawan kosong, setelah dari oven ditimbang cawan kosong. Kemudian lakukan persiapan cawan kosong secara berulang-ulang hingga berat cawan kosong tetap. Sesudah berat cawan kosong tetap, ditimbang sampel sebanyak 5 gram. Setelah sampel ditimbang, dipanaskan pada oven selama 30 menit dengan suhu 130°C. setelah dari oven, dinginkan dalam desikator 10 menit. Kemudian setelah selesai dari desikator 10 menit, ditimbang dan dicatat beratnya. Untuk tahap selanjutnya lakukan pengerjaan sampel secara berulang-ulang hingga beratnya tetap/ konstan.

Sedangkan di laboratorium batu bara untuk parameter uji yang dilakukan adalah *Moisture*, *Total Moisture*, *Ash*, *Sulfur*, *Ash Fusion Temperature*. Untuk metode uji batu bara mengacu pada dua metode yaitu ASTM dan ISO. Untuk prosedur kerja kedua metode batu bara dapat di jelaskan sebagai berikut:

Pertama penentuan uji *Moisture*. Pada penentuan uji *Moisture* terdapat dua prosedur standar uji analisis yaitu ISO 11722 dan ASTM D3173. Prosedur standar uji analisis tersebut dibuat sebagai acuan untuk menentukan kadar *moisture*. Kadar *moisture* dihitung dari kehilangan berat sampel batu bara yang ditetapkan dari sejumlah berat sampel batu bara yang dipanaskan dalam aliran gas nitrogen pada temperatur antara 105°C dan 110°C hingga bobot konstan. Bobot konstan didapatkan dari uraian kegiatan pada prosedur standar uji analisis *moisture* berdasarkan ISO 11722 dan ASTM D3173.

Prosedur standar uji analisis *moisture* berdasarkan ISO 11722 adalah pengujian sampel dilakukan penimbangan berat cawan kosong beserta tutupnya, kemudian catat beratnya. Sesudah dicatat beratnya, lakukan langkah selanjutnya dengan menimbang sampel batu bara sebanyak 1 gram, ratakan dan timbang ulang, lalu catat beratnya. Setelah catat berat sampel, baru masukkan cawan yang berisi sampel tadi ke dalam *oven* dan panaskan selama minimum 60 menit, dengan aliran gas nitrogen. Keluarkan cawan yang berisi sampel setelah waktunya sudah 60 menit, selanjutnya masukkan kedalam *cooling vessel* yang dialiri gas nitrogen selama 10 menit. Segera timbang sampel batu bara yang sudah 10 menit dari *cooling vessel*. Lakukan prosedur pengerjaan secara berulang hingga beratnya tetap. Sedangkan prosedur standar uji analisis *moisture* berdasarkan ASTM D3173 adalah pengujian sampel dilakukan penimbangan berat cawan kosong beserta tutupnya, kemudian catat beratnya. Sesudah dicatat beratnya, lakukan langkah selanjutnya dengan menimbang sampel batu bara sebanyak 1 gram, ratakan dan timbang ulang, lalu catat beratnya. Setelah catat berat sampel, baru masukkan cawan yang berisi sampel tadi ke dalam *oven* dan panaskan selama 1 jam, dengan alirkan udara kering selama proses pemanasan. Setelah mencapai 1 jam keluarkan cawan berisi sampel tadi, dengan dimasukkan ke dalam desikator selama 15 menit, lalu timbang beratnya setelah 15 menit. Lakukan pengerjaan secara berulang, hingga mendapatkan berat tetap.

Kedua penentuan uji Total *Moisture*. Pada penentuan uji Total *Moisture* terdapat dua prosedur standar uji analisis yaitu ISO 589 dan ASTM D3302. Prosedur standar uji analisis tersebut dibuat sebagai acuan untuk menentukan kadar Total *Moisture*. Total *Moisture* batu bara tujuannya adalah untuk

menentukan kadar Total *Moisture* dalam sampel uji batu bara. Kadar Total *Moisture* didapatkan dari uraian kegiatan pada prosedur standar uji analisis Total *moisture* berdasarkan ISO dan ASTM.

Prosedur standar uji Total *Moisture* ISO 589 untuk pengujian sampel dilakukan metode dua tahap yaitu metode A1 dan A2. sebelum masuk metode A1 dan A2, dilakukan *Moisture* tahap pertama yaitu *free Moisture* dengan cara timbang berat tray kosong lalu catat beratnya. Setelah berat tray kosong dicatat, langkah selanjutnya timbang berat sampel tambah tray, lalu juga catat beratnya. Sesudah penimbangan dicatat, tebarkan dan ratakan sampel di atas tray. Sampel di atas tray yang sudah rata dimasukkan dalam oven dengan temperatur 40°C, hingga bobot konstan. Pada bobot konstan sampel yang dari oven keluarkan dan buat dalam kondisi dan temperatur ruang sebelum dilakukan penimbangan. Penimbangan dilakukan dengan timbang berat sampel tambah tray lalu catat berat akhirnya. Terakhir hitung % ADL.

*Moisture* tahap kedua yaitu metode A1 *Residual Moisture* under nitrogen dengan cara ditimbang cawan kosong dan tutupnya, lalu catat beratnya. Diambil sampel sebanyak 10 gram setelah catat berat kosong cawan tadi, selanjutnya timbang berat sampel dan cawan lalu catat berat tertimbangya. Berat tertimbang sudah dicatat selanjutnya masukkan dalam *oven* pada temperatur 105-110°C yang di aliri dengan gas nitrogen kering selama 2 jam. Keluarkan cawan yang berisi sampel setelah 2 jam tadi, lalu masukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Sesudah di desikator 15 menit selanjutnya timbang beratnya. Untuk selanjutnya lakukan prosedur secara berulang hingga bobot konstan. Terakhir hitung kehilangan berat % *Residual Moisture*. Pada *Moisture* tahap kedua metode A2

*Residual Moisture* in air dengan cara Diambil sampel sebanyak 10 gram setelah catat berat kosong cawan tadi, selanjutnya timbang berat sampel dan cawan lalu catat berat tertimbangya. Berat tertimbang sudah dicatat selanjutnya masukkan dalam oven pada temperatur 105-110°C yang di aliri dengan udara pada kecepatan alir 5 kali volume oven selama 2 jam. Keluarkan cawan yang berisi sampel setelah 2 jam tadi, lalu masukkan ke dalam desikator selama 15 menit. Sesudah di desikator 15 menit selanjutnya timbang beratnya. Untuk selanjutnya lakukan prosedur secara berulang hingga bobot konstan. Terakhir hitung kehilangan berat % *Residual Moisture*. Pada proses selanjutnya metode satu tahap yaitu ada dua adalah metode B1 *Drying under nitrogen* dan metode B2 *Drying in air* dengan prosedur kerja metode B1 *Drying under nitrogen* adalah timbang berat cawan kosong lalu catat beratnya. Kemudian timbang berat sampel dan cawan kosong dan catat beratnya. Selanjutnya tebarkan dan ratakan sampel pada cawan. Selanjutnya masukkan kedalam oven dengan temperatur 105-110°C aliri dengan gas nitrogen selama 3 jam dan panaskan hingga bobotnya konstan. Ketika bobotnya sudah konstan, langkah selanjutnya sampel masukkan ke dalam desikator selama 10 menit. Sesudah 10 menit, timbang berat sampel batu bara dan catat berat sampelnya. Setelah catat beratnya, lalu hitung kehilangan berat sebagai % Total Moisture. Sedangkan untuk metode B2 *Drying in air* sama prosedurnya dengan B1 *Drying under nitrogen* yang membedakannya terdapat pada saat sampel dimasukkan ke dalam oven, yaitu pada B2 *Drying in air* di alirkan dengan udara kering dengan kecepatan alir 5 kali volume oven per jam.

Sedangkan Prosedur standar uji Total *Moisture* ASTM D3302 adalah terdapat *Air-drying loss* pada *gross* sampel metode *Referee* yang terdapat prosedur

A dan B. Pada metode *Referee* prosedur A digunakan jika jumlah *gross Moisture* sampel terlalu banyak air dan basah untuk dikirim ke tempat lain tanpa kehilangan *Moisture* yang terkendali. Untuk prosedur A dilakukan dengan menggunakan lantai yang mulus, bersih dan bebas kontaminasi dari debu dan bahan lainnya, memiliki sirkulasi udara yang baik dan tidak terkena sinar matahari langsung. Kemudian setelah itu, timbang berat tray kosong dan catat beratnya. Sesudah di catat beratnya, lakukan penimbangan dengan sampel, catat beratnya dengan sampel. Langkah selanjutnya tebarkan dan ratakan sampel di atas tray, lalu aduk dan bolak balik setiap 30 menit (pada saat pengadukan harus hati-hati jangan sampai ada partikel batu bara yang hilang) sampai permukaan batu bara terlihat kering. Setelah permukaannya kering, lalu timbang beratnya dan catat. Untuk selanjutnya lakukan prosedur pengeringan dan pengadukan, kemudian setelah itu, timbang setiap 1-2 jam hingga kehilangan berat sampel tidak lebih dari 0.1%/jam. Langkah selanjutnya lakukan equalis sampel dengan temperatur ruang, kemudian setelah temperatur ruang baru dilakukan penimbangan berat akhir. Sesudah penimbangan berat akhir, maka proses selanjutnya hitung % ADL sebagai ADL1. Sedangkan Untuk prosedur B dilakukan dengan penimbangan berat tray kosong dan catat beratnya. Setelah itu, timbang berat sampel tambah tray dan catat beratnya. Sesudah penimbangan, tebarkan dan ratakan sampel di atas tray dengan ketebalan sampel tidak lebih dari dua kali top size batu bara. Kemudian, masukkan kedalam oven dengan temperatur 40°C hingga sampel kelihatan kering. Setelah itu, aduk dan bolak balik sampel setiap 30 menit sampai permukaan batu bara terlihat kering. Sesudah permukaan batu bara terlihat kering, baru timbang berat sampel tambah tray dan catat berat akhir. Langkah selanjutnya lakukan

proses pengeringan dan pengadukan, lalu timbang setiap interval 1-2 jam. Setelah proses tersebut selesai, langkah selanjutnya lakukan *equalis* sampel dengan temperatur ruang, lalu timbang beratnya. Terakhir hitung % ADL sebagai ADL1. untuk penetapan Residual Moisture sama dengan ISO 589.

Ketiga penentuan uji *Ash*. Pada penentuan uji *Ash* terdapat dua prosedur standar uji analisis yaitu ISO 1171 dan ASTM D3174. Prosedur standar uji analisis tersebut dibuat sebagai acuan untuk menentukan kadar abu. Abu adalah residu anorganik yang tersisa setelah membakar batu bara pada kondisi berat sampel, temperatur, waktu, lingkungan dan spesifikasi peralatan yang terkontrol, ditetapkan dengan metode dalam prosedur ISO 1171 dan ASTM D3174.

Prosedur penetapan kadar abu pada sampel batu bara dengan timbang cawan kosong dengan neraca analitik. Lalu catat beratnya setelah ditimbang berat cawan kosongnya, kemudian timbang 1 gram sampel kedalam cawan dan catat beratnya. Setelah itu bawa sampel ke *furnace ash*. Sesudah itu, buka pintu *furnace ash* dan masukkan kedalam *furnace* pada temperatur 15-22°C dengan menggunakan penjepit cawan. Untuk tahap selanjutnya naikkan temperatur *furnace* sampai 500°C dalam kurun waktu 1 jam. Setelah 1 jam, naikkan temperatur (hingga 750°C untuk ASTM D3174 dan 815°C untuk ISO 1171) selama 3 jam. Sesudah 3 jam, lakukan langkah selanjutnya dengan menurunkan suhu *furnace* 500°C, lalu dinginkan di bawah kondisi untuk meminimalisasi kehilangan kadar airnya, kemudian timbang dan catat beratnya.

Keempat penentuan uji Sulfur. Pada penentuan uji sulfur terdapat prosedur standar uji analisis yaitu ASTM D4239. Prosedur standar uji analisis tersebut dibuat sebagai acuan untuk menentukan kadar total sulfur. Sulfur merupakan

bagian dari analisis ultimat batu bara. Untuk prosedur kerja analisis ultimat adalah dengan penyiapan alat instrumen sesuai instruksi kerja, lalu atur temperatur furnace 1350°C (untuk metode A) dan 1150°C (untuk metode B). Sesudah penyiapan alat, baru timbang *combustion boat* kosong dan catat beratnya, setelah itu timbang berat sampelnya dan catat sesudah dicatat, ratakan sampel pada *combustion boat*. Setelah sampel diratakan baru operasikan instrumen dengan memasukkan *combustion boat* ke *furnace*. Lalu operasikan instrumen sesuai instruksi kerja, setelah operasi instrumen selesai, didapatkan nilai sulfur. Setelah itu keluarkan *combustion boat* dari *furnace* menggunakan *boat puller* dan letakkan di atas tray tahan panas hingga *combustion boat* dingin.

kelima penentuan uji *Ash Fusion Temperature*. Pada penentuan uji *Ash Fusion Temperature* terdapat prosedur standar uji analisis yaitu ASTM D1857. Prosedur standar uji analisis tersebut dibuat sebagai acuan untuk menentukan kadar *Ash Fusion Temperature*. Untuk prosedur kerja *Ash Fusion Temperature* dengan pengujian atmosfer pereduksi dan pengoksidasi. Dengan langkah pertama prosedur kerja pada persiapan sampel menjadi abu yaitu disiapkan sampel sesuai ASTM, setelah itu ditimbang batu bara 3-5 gram pada cawan, kemudian ratakan dan sebar batu bara pada cawan. Setelah itu, tempatkan cawan pada *furnace* pada temperatur ruang dan secara bertahap panaskan hingga mencapai temperatur 500°C pada akhir 1 jam pertama. Selanjutnya lakukan pemanasan hingga mencapai temperatur akhir 750°C dalam 1 jam. Lalu lanjutkan pemanasan hingga mencapai temperatur akhir 950°C setelah itu turunkan pemanasan pada temperatur 750°C hingga bobot konstan. Terakhir dinginkan cawan dan pindahkan ke dalam *mortar agate*. Setelah itu, tumbuk abu sampel hingga lolos ayakan. Setelah

sampel lolos ayakan, langkah selanjutnya lakukan pencetakan sampel dengan disiapkan abu, lalu diambil abu yang disiapkan untuk diletakkan dalam cawan abu, selanjutnya diteteskan larutan dextrin yang sudah dibuat dengan pipet tetes sampai sampel menjadi liat, sesudah liat langsung di cetak sampel pakai cetakan piramida alat *furnace* Carbolite Gero CAF G5 dengan cara dibentuk menjadi piramid sambil ditekan-tekan, Setelah dibentuk piramid, dikeluarkan sampel dan diletakkan diubin sampel dan pembawa sampel.

Untuk tahap selanjutnya pengujian sampel dengan alat *furnace* yaitu dimana siapkan pengujian atmosfer pereduksi dengan diatur komposisi alir gas dalam *heating chamber* dengan mengatur regulator gas fraksi volume CO 60% dan fraksi  $40 \pm 5\%$ . lalu atur kecepatan alir gas pada *flowmeter* sehingga dicapai kecepatan 1.3 sampai 1.5 volume *furnace* per menit. Salanjutnya tabung gas CO/CO<sub>2</sub> dijaga temperatur tabung di atas temperatur kritis dimana CO<sub>2</sub> dalam bentuk cair dan terpisah. Sedangkan pada uji atmosfer pengoksidasi diatur aliran udara yang didapat selama proses pengujian dalam *furnace* dan dipertahankan selama pengujian. Selanjutnya atur kecepatan alir gas pada *flowmeter* sehingga dicapai kecepatan 1.3 sampai 1.5 volume *furnace* per menit. Setelah pengujian atmosfer pereduksi dan pengoksidasi selesai langkah selanjutnya pengujian pada atmosfer pereduksi dengan cara tempatkan piramida yang akan diuji dalam *furnace* pada temperatur tidak lebih dari 400°C pada *furnace*. Jika temperatur di bawah dari 400°C, lalu segera naikkan temperatur sampai temperatur yang diinginkan sebelum mengatur gas atmosfer pereduksi. Setelah itu atur kenaikan panas sebesar  $8 \pm 3^\circ\text{C}/\text{menit}$  pertahankan kenaikan ini selama pengujian. Sedangkan untuk

atmosfer pengoksidasi prosedurnya sama dengan pereduksi yang membedakannya dari gas yang dipakai.

Untuk analisis sampel yang sudah dijelaskan sebelumnya merupakan parameter yang sering dilakukan di laboratorium lingkungan dan batu bara. Pada kedua laboratorium tersebut yang sering dianalisis adalah sampel hariannya sedangkan untuk parameter khusus dilakukan oleh Analis di laboratorium tersebut. Untuk laboratorium lingkungan menganalisis sampel CPO (*Crude Palm Oil*), minyak untuk parameternya yaitu FFA (*Free Fatty Acid*), moisture, PV (*Peroxide Value*), IV (*Iodine Value*), DOBI (*Deterioration of Bleachability Index*) dilakukan oleh Analis di laboratorium lingkungan karena sampelnya *urgent* sedangkan untuk batu bara ada parameter ultimat yang belum pernah ikut serta dalam mengerjakannya.

#### **3.2.4 Penerapan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)**

Setiap laboratorium harus menerapkan sistem K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja), hal ini bertujuan untuk keselamatan dan kesehatan karyawan, dan untuk menghindarkan dari kecelakaan kerja. Penerapan K3 ini juga dapat memberikan rasa aman pada karyawan dan menguntungkan bagi instansi. Berikut sistem K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) yang diterapkan di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang ada enam adalah pertama Tersedia simbol, gambar, atau kalimat larangan pada area berbahaya (terkait dengan pertimbangan teknis, keselamatan, dan kesehatan kerja). Kedua Setiap larutan yang berbahaya di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang memiliki simbol bahaya serta tersedianya bahan untuk tumpahan kimia. Apabila terjadi tumpahan berupa asam atau basa dinetralkan terlebih dahulu. Jika bahan asam maka dinetralkan dengan

basa dan sebaliknya. Ketiga Penyimpanan bahan kimia berbahaya yang aman dan sesuai ditempatnya seperti tersedianya lemari penyimpanan bahan kimia padat dan cair. Dan juga tersedianya lemari asam dan basa.

Keempat Pada laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang disediakan ruangan khusus dan lemari khusus untuk penyimpanan bahan kimia. Penyimpanan bahan kimia disimpan sesuai tempat yang aman untuk bahan tersebut, apabila bahan itu disimpan di tempat gelap maka disediakan ruangan tertutup, jika bahan itu harus disimpan tempat yang tidak ada kadar air maka diletakkan dalam desikator. Jika bahan itu harus disimpan pada suhu dingin maka disediakan lemari pendingin/kulkas khusus. Selanjutnya yang kelima Tata letak dan pemeliharaan peralatan laboratorium yang tepat dan aman terutama alat gelas dan instrumen yang tersambung dengan panel listrik. Dan terakhir keenam Penempatan peralatan PT SUCOFINDO cabang Padang telah aman hal ini dibuktikan dengan mudahnya tempat peralatan dan sumber listrik yang aman dari air sehingga meminimalisir konsleting listrik.

Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) yang lengkap pada saat melakukan analisa. Setiap analis yang melakukan pengujian menggunakan APD yang sesuai dengan pengujiannya. Hal ini bisa dibuktikan dengan pemakaian jas laboratorium dan masker ketika melakukan analisa, ketika pengambilan cawan pada oven pada analisis kadar air maka analis menggunakan sarung tangan kain untuk mengambil sampel tersebut, dan masih banyak lagi.

Tersedia kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) untuk pertolongan pertama jika terjadi kecelakaan kerja. Kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) di laboratorium diletakkan di tempat yang mudah

dilihat dan dijangkau oleh pekerja laboratorium. Pada kotak P3K (Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan) berisi peralatan keselamatan apabila terjadi cedera ringan seperti betadine, hansaplast, minyak kayu putih dan obat-obatan.

Pada PT SUCOFINDO cabang Padang terdapat asuransi bagi karyawan saat terjadi kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja yang mungkin bisa terjadi kapan saja, sehingga setiap karyawan di PT SUCOFINDO cabang Padang memiliki asuransi. Salah satu asuransi yang diterapkan di PT SUCOFINDO cabang Padang adalah asuransi kecelakaan kerja untuk biaya rumah sakit. Selain asuransi untuk kecelakaan kerja PT SUCOFINDO cabang Padang juga melaksanakan pemeriksaan diri (*Medical Check Up*). Dimana pemeriksaan diri (*Medical Check Up*) dilakukan Setiap sekali setahun pada seluruh karyawan PT SUCOFINDO cabang padang yang bertujuan untuk memaksimalkan kinerja kerja karyawan.

Tersedianya jalur evakuasi dan alat pemadam kebakaran pada tempat yang mudah dijangkau. Pada setiap ruangan di PT SUCOFINDO cabang Padang memiliki denah evakuasi apabila terjadi bencana alam, dimana denah itu mencangkup tentang posisi ruangan dan jalur evakuasi/keluar pada PT SUCOFINDO Padang. Apabila terjadinya bencana alam seperti gempa terdapat tombol merah yang mudah dijangkau sehingga seluruh karyawan PT SUCOFINDO menyelamatkan diri ke tempat evakuasi. Pada jalur evakuasi memiliki alat pemadam yang berada ditempat yang mudah dijangkau dengan prosedur pemakaian alat tersebut. Pemakaian alat pemadam kebakaran seperti APAR (Alat Pemadam Api Ringan) dilakukan juga pelatihan kepada seluruh karyawan di PT SUCOFINDO cabang Padang untuk mengantisipasi dan melatih seluruh karyawan di PT SUCOFINDO cabang Padang untuk bisa mengatasi

terjadinya kebakaran.

### **3.2.5 Penerapan QC dan QA**

*Quality Control* (QC) merupakan pengendalian, pemantauan, pemeriksaan yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem manajemen mutu berjalan dengan baik dan benar. Penerapan *Quality Control* di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang ada tiga. Tiga penerapan QC tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pertama melakukan pengukuran blanko di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang. Pada PT SUCOFINDO cabang Padang terdapat dua laboratorium yaitu laboratorium lingkungan dan batu bara. Pada laboratorium lingkungan, setiap parameter analisis air selalu melakukan pengukuran blanko terlebih dengan alat instrumen maupun konvensional. Sedangkan laboratorium batu bara juga sama selalu melakukan pengukuran blanko terlebih dahulu.

Kedua setiap pengukuran sampel dilakukan pengukuran duplo di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang. Pada PT SUCOFINDO cabang Padang terdapat dua laboratorium yaitu laboratorium lingkungan dan batu bara. Pada laboratorium lingkungan, Setiap pengukuran sampel air selalu dilakukan pengukuran duplo. Sedangkan laboratorium batu bara juga sama selalu melakukan pengukuran sampel secara duplo.

Ketiga melakukan pengukuran standar di dua laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang. Dua laboratorium tersebut Pertama pada laboratorium lingkungan, pembuatan deret standar dilakukan sekali seminggu. Sedangkan untuk standar yang ada di laboratorium lingkungan menggunakan *spike* yang dilakukan setiap melakukan pengujian analisis sampel. Sedangkan

kedua pada laboratorium batu bara, menggunakan standar ACIRS yang dilakukan sekali seminggu sedangkan untuk standar yang ada di laboratorium batu bara menggunakan *inhouse* yang dilakukan setiap melakukan pengujian analisis sampel.

*Quality Assurance* (QA) merupakan bagian dari manajemen mutu yang difokuskan pada pemberian keyakinan bahwa persyaratan mutu akan dipenuhi. Penerapan *Quality Assurance* (QA) di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang yaitu ada empat. Empat penerapan QA tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

Pertama pengukuran sampel mengacu pada Instruksi Kerja pada laboratorium lingkungan dan batu bara. Untuk instruksi kerja laboratorium lingkungan pengukuran sampel mengacu pada SNI (Standar Nasional Indonesia) dan APHA (*American Public Health Association*). Sedangkan laboratorium batu bara, pengukuran sampel mengacu pada ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan ISO (*International Standardization Organization*).

Kedua dilakukan validasi dan verifikasi metode pada laboratorium lingkungan dan batu bara. Pada laboratorium lingkungan dan batu bara di PT SUCOFINDO cabang Padang sudah terakreditasi oleh KAN (Komite Akreditasi Nasional). Dimana KAN (Komite Akreditasi Nasional) bisa melakukan uji banding antar laboratorium, sehingga laboratorium lingkungan dan batu bara bisa ikut menjadi peserta ketika dilakukan uji banding antar laboratorium. Dimana uji banding yang sering dilakukan adalah uji banding antar laboratorium PT SUCOFINDO seluruh indonesia yang sudah terakreditasi. Karena laboratorium lingkungan dan batu bara di PT SUCOFINDO cabang Padang sudah terakreditasi,

maka untuk validasi dan verifikasi metode sering dilakukan supaya meningkatkan efisiensi dan ketepatan hasil dari pengujian.

Ketiga alat dan instrumen yang digunakan di kalibrasi secara rutin untuk laboratorium lingkungan dan batu bara. Pada laboratorium lingkungan dan batu bara di PT SUCOFINDO cabang Padang untuk alat dan instrumen dilakukan kalibrasi satu kali dalam setahun. Sedangkan untuk alat instrumen seperti spektrofotometri uv-vis dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) penentuan alat tersebut di kalibrasi yaitu dari nilai linearitas. Dimana nilai linearitas dari kurva deret standar. Jika kurva tidak sesuai dengan hasil deret standar, maka alat harus di kalibrasi ulang.

Keempat dilakukan pelatihan terhadap analis di PT SUCOFINDO cabang Padang. PT SUCOFINDO cabang Padang sudah memiliki analis yang sudah bersertifikasi. Sehingga untuk menyakinkan sertifikat analis tersebut, maka analis ikut serta dalam programkan pelatihan terhadap analis yang biasanya dilakukan oleh PT SUCOFINDO di seluruh indonesia. Dan biasanya PT SUCOFINDO cabang Padang memfasilitasi analis untuk ikut dalam program pelatihan analis.

### **3.2.6 IPAL dan Analisis Mutu Limbah**

Untuk penanganan dan pengolahan limbah di laboratorium PT SUCOFINDO Padang, telah disediakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Adapun parameter uji kualitas air limbah yang biasa dilakukan di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang yaitu seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), (*Total Suspended Solid*) TSS, logam berat seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), seng (Zn), raksa (Hg) dan lainnya. Karakteristik Air limbah yang dihasilkan oleh laboratorium PT SUCOFINDO

cabang Padang terbagi tiga yaitu pertama air limbah yang berasal dari sisa pencucian peralatan laboratorium yang mengandung logam-logam terlarut, sisa-sisa detergen, dan bahan-bahan kimia lainnya. Selanjutnya yang kedua air limbah dari laboratorium yang boleh dialirkan ke IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) hanya air sisa pencucian peralatan pada bilasan ke 2. Dan terakhir ketiga sisa larutan analisis dan bilasan cucian pertama dipisahkan sendiri menjadi limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Dari karakteristik air limbah yang dihasilkan oleh laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang, maka menyediakan sistem pengolahan air limbah. Sistem pengolahan air limbah laboratorium di PT SUCOFINDO Padang terdapat lima sistem pengolahan air limbah. Lima sistem pengolahan air limbah di PT SUCOFINDO cabang Padang dapat dijelaskan sebagai berikut

Pertama Bak Penampung yaitu air limbah bersumber dari kegiatan laboratorium setelah melalui saluran-saluran tertutup masuk ke dalam unit pengumpul air limbah yaitu bak penampung. bak penampung ini terdapat pompa yang berfungsi untuk memompakan limbah cair yang telah terkumpul agar bisa melewati kolam-kolam *treatment* karena penyaluran air secara gravitasi tidak memungkinkan. Agar bak penampung terjaga kebersihannya, maka pada bagian akhir bak penampung dipasang saringan. Untuk bak penampungnya bisa dilihat pada (gambar 3.15) di bawah.



Gambar 3. 15 Bak Penampung Air Limbah PT SUCOFINDO Padang

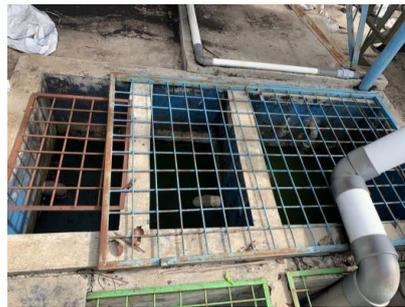
Kedua Pengaduk Statis yaitu proses setelah limbah terkumpul pada bak penampung, selanjutnya dilakukan pengaduk statis. Dimana pengaduk statis ini berfungsi untuk mencampurkan air limbah dengan larutan bahan kimia (asam dan basa) yang digunakan untuk menetralisasi pH air limbah yang akan masuk ke bak klarifikasi (sedimentasi). pH yang diharapkan adalah antara 6-8. Asam dan basa yang digunakan untuk netralisasi adalah asam sulfat ( $H_2SO_4$ ), sedangkan basa yang digunakan adalah natrium hidroksida (NaOH). Untuk pengaduk statis bisa dilihat pada (gambar 3.16) di bawah.



Gambar 3. 16 Pengaduk Stastis Penetralsir pH Air Limbah

Ketiga Tangki Klarifikasi/Sedimentasi adalah proses pengolahan limbah cair secara fisika yang menggunakan gaya gravitasi dari sistem pengadukan statis sebelumnya. Dari pengadukan statis terjadi pemisahan partikel padatan

tersuspensi yang terbentuk dari dalam air. Maka dari pemisahan tersebut terjadi proses pengendapan lumpur. Proses pengendapan lumpur yang terjadi yaitu air yang telah terpisah dari lumpur akan masuk ke unit saringan pasir dan saringan karbon, sedangkan lumpur akan masuk ke bak lumpur. Untuk tangki klarifikasi/sedimentasi bisa dilihat pada (gambar 3.17) di bawah.



Gambar 3. 17 Unit Klarifikasi/Sedimentasi

Keempat Saringan Pasir dan Saringan Karbon yaitu Pada tahap selanjutnya air limbah dari unit klarifikasi akan masuk ke unit saringan pasir dan selanjutnya ke unit saringan karbon. Unit saringan pasir dan saringan karbon dilengkapi dengan 2 unit pompa sentrifugal. Unit saringan pasir berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang tidak terlarut pada air limbah yang berasal dari sisa-sisa kotoran yang keluar dari unit klarifikasi. Sedangkan unit saringan karbon berfungsi sebagai penyaring zat-zat organik yang tersisa di air limbah meliputi warna, bau, dan juga menyerap sisa-sisa *chlor* bebas. Saringan pasir dan saringan karbon dipasang secara seri dan untuk itu digunakan pompa sentrifugal yang dioperasikan secara otomatis menggunakan WLC (*Water Level Control*). Air limbah hasil filtrasi dari unit saringan pasir dan saringan karbon akan masuk ke bak *outlet*. Untuk Saringan Pasir dan Saringan Karbon bisa dilihat pada (gambar 3.18) di bawah.



Gambar 3. 18 Saringan Pasir dan Saringan Karbon

Kelima Bak *Outlet* yaitu Pada tahap sistem pengolahan air limbah terakhir adalah bak *outlet*. Bak ini merupakan titik penataan kualitas air limbah atau *outlet* IPAL. Air limbah hasil olahan ini akan dialirkan ke parit (lingkungan) dengan kualitas yang telah aman untuk badan air. Kualitas yang telah aman tersebut sesuai dengan standar baku mutu limbah Peraturan Menteri LHK No. 6 tahun 2021 yaitu total pH air berada di angka minimal 6 dan maksimal 9. Untuk baku mutu di PT SUCOFINDO adalah pH 7 untuk dialirkan ke lingkungan. Untuk bak *outlet* bisa dilihat pada (gambar 3.19) di bawah.



Gambar 3. 19 Bak *Outlet*

### 3.2.7 Manajemen Mutu Laboratorium

Penerapan manajemen mutu di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang sudah mengikuti ISO/IEC 17025: 2017 diantaranya yaitu ada Sembilan. Sembilan penerapan manajemen mutu laboratorium di laboratorium adalah pertama Bangunan dan fasilitas laboratorium memenuhi persyaratan umum. Fasilitas laboratorium yang memenuhi seperti tersedianya tempat untuk menganalisa bagi analis. Fasilitas bangunan untuk ruangan instrumen dan lainnya. Dan laboratorium memantau, mengendalikan dan mencatat kondisi lingkungan di laboratorium seperti kelembapan di laboratorium.

Kedua ukuran laboratorium disesuaikan dengan jenis dan volume kegiatan, jumlah peralatan, dan personil laboratorium. Setiap ruang laboratorium sudah disesuaikan dengan ukuran di laboratorium untuk alat-alat instrument. Dan untuk kegiatan di laboratorium sudah disesuaikan dengan ukuran di ruang laboratorium. Ketiga tata ruang laboratorium diatur sesuai dengan jenis kegiatan dan untuk mencegah kontaminasi. Keempat tersedia ruang khusus untuk ruang instrumen, tempat pengambilan sampel, tempat menimbang bahan uji, tempat menyimpan pelarut dan pereaksi, dan ruang sampel pertinggal. Kelima limbah dan residu ditampung dalam wadah terpisah. Setelah ditampung selanjutnya masukkan ke dalam Gudang limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Keenam Dilengkapi AC untuk pemantauan suhu. Pemantauan suhu dilakukan setiap hari dipantau dan cek suhu di laboratorium dan dijaga juga kelembaban. Kelembaban adalah parameter penting yang perlu dikontrol di laboratorium hal ini berkontribusi pada reproduktifitas hasil analisis. Ketujuh Dilengkapi lemari asam dengan sistem penghisap udara. Dengan tersedianya sistem penghisap udara, maka akan

mengurangi paparan gas berbahaya dan beracun. Kedelapan Peralatan yang dipakai di laboratorim sudah terkalibrasi. Kalibrasi alat dilaksanakan setiap sekali setahun. Atau jika hasil Analisis yang didapat tidak sesuai kurva kalibrasi maka alat tersebut harus di kalibrasi ulang. Dan terakhir kesembilan Pengendalian dokumen meliputi tiga cara. Tiga cara pengendalian dokumen tersebut adalah pertama surat masuk diteruskan ke manager admin. Selanjutnya kedua surat diteruskan ke manager mutu. Dan ketiga hasil laporan analisis diteruskan ke penyelia laboratorium setelah itu manager teknis melakukan verifikasi hasil pengujian, selanjutnya kepala laboratorium melakukan penerbitan lembar hasil pengujian, kemudian diteruskan ke manager admin, lalu hasil analisis berupa sertifikat lembar hasil pengujian diserahkan kepada *customer*.

### **3.2.8 Validasi Metode Uji**

Untuk mendapatkan validitas data hasil pengujian parameter kualitas lingkungan, maka laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang melakukan validasi/verifikasi metode pengujian yang dilakukan oleh personil yang kompeten dengan menggunakan peralatan ukur yang telah dikalibrasi serta sumber daya laboratorium yang mendukung dan juga penggunaan metode yang valid. Tujuan dilakukan validasi/verifikasi metode pengujian di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang adalah proses mendapatkan informasi penting untuk menilai kemampuan sekaligus keterbatasan sumber daya laboratorium yang tersedia, dan memperkirakan dengan pasti tingkat kepercayaan data yang dihasilkan. Acuan metode validasi/verifikasi pengujian yang dilakukan adalah berdasarkan Intruksi Kerja Metode (IKM), parameter, ruang lingkup, dan rentang pengujian.

Pada PT SUCOFINDO cabang padang validasi perlu dilakukan laboratorium

lingkungan dan batu bara terhadap metode prosedur non standar, metode yang dikembangkan di laboratorium dan metode standar yang dimodifikasi. Dengan metode prosedur tersebut, validasi metode mempunyai parameter sebagai berikut presisi, akurasi, Limit Of Detection (LOD), Limit Of Quantitation (LOQ), Sensitivitas. Sedangkan verifikasi metode adalah metode prosedur standar yang sudah ditetapkan di laboratorium lingkungan dan batu bara yaitu pada laboratorium lingkungan terdapat dua metode adalah SNI (Standar Nasional Indonesia) dan APHA (*American Public Health Association*). sedangkan laboratorium batu bara, pengukuran sampel mengacu pada ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan ISO (*International Standardization Organization*). Untuk parameter verifikasi metode di laboratorium adalah presisi, akurasi, linearitas, dan *Method Detection Limit* (MDL).

Sedangkan Pada verifikasi metode pada beberapa kasus seperti pada parameter *Ash Fusion Temperature* dilakukan parameter verifikasi metodenya hanya dua adalah presisi dan akurasi karena nilai *Ash Fusion Temperature* tersebut diambil dari nilai di CRM (*Certified Reference Material*). Pada akurasi menggunakan metode perbandingan karena standar yang digunakan CRM (*Certified Reference Material*), maka membandingkan hasil yang diperoleh dengan standar yang diuji dengan standar yang di CRM (*Certified Reference Material*). Sedangkan pada presisi Karena nilai dari CRM tidak terdapat *repeatability* dan *reproducibility* yaitu hasil *repeatability* dan *reproducibility* dibandingkan dengan uji horwitz. maka pada kedua parameter tersebut dilakukan uji t pada akurasi dan uji f pada presisi. Untuk parameter lainnya pada verifikasi metode *Ash Fusion Temperature* seperti linearitas tidak dilakukan karena untuk

mendapatkan hasil sampel menggunakan kalibrasi suhu di alat. Sedangkan untuk *Method Detection Limit* (MDL) tidak dilakukan karena nilai *Method Detection Limit* (MDL) tersebut harus memenuhi empat syarat yaitu pertama nilai  $CV < 0,67$  sehingga tidak memenuhi syarat karena nilai uji horwitz tidak didapatkan. Maka untuk syarat selanjutnya tidak dapat dilakukan.

## **BAB IV TUGAS KHUSUS**

### **4.1 Latar Belakang**

Batu bara merupakan bahan bakar fosil yang terbentuk dari endapan organik. Batu bara juga menjadi salah satu sumber energi yang digunakan selain minyak bumi. Batu bara yang ada di Indonesia digunakan untuk kebutuhan pembangkit tenaga listrik dan sebagai bahan bakar. Batu bara yang bagus digunakan sebagai bahan bakar adalah yang memiliki nilai kalori yang sangat tinggi. Nilai kalori batu bara bervariasi tergantung pada kadar abu, kadar air, dan jenis batu baranya. (Sepfitrah, 2016).

Batu bara Indonesia diperkirakan banyak diproduksi dari cadangan batu bara lignit rendah kalori (*low rank lignite*) dan sub-bituminus yang nilai kalornya 3.700 kcal/kg sampai 4.200 kcal/kg. Menurut Ewart *et al.* (2009), meskipun batu bara Indonesia yang berperingkat rendah memiliki kadar abu dan sulfur yang sangat rendah (rata-rata kandungan sulfur Indonesia di bawah 1%) namun memiliki total kandungan air yang cukup tinggi, yaitu lebih besar dari 40 %. Padahal kadar air yang tinggi pada batu bara dapat menyebabkan masalah selama penanganan batu bara termasuk transportasi, penyimpanan, penggilingan, dan pembakaran.

Di Indonesia batu bara banyak dimanfaatkan sebagai bahan bakar, seperti bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Akan tetapi penggunaan batu bara peringkat rendah pada pembangkit listrik dapat menyebabkan beberapa masalah, seperti penurunan efisiensi pembakaran akibat kandungan air batu bara yang tinggi, penurunan efisiensi penukar kalor pada *boiler* akibat terjadinya

*slagging* (kerak), dan *fouling* (pengotor). Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu dilakukan analisis khusus untuk batu bara yaitu *Ash Fusion Temperature* (AFT).

*Ash Fusion Temperature* (AFT) merupakan titik leleh abu batu bara. Abu batu bara biasanya akan meleleh pada saat harga AFT-nya lebih rendah dari temperatur *boiler* tepatnya *furnace exit gas temperature* (FEGT) yang ditetapkan. Akibatnya, abu batu bara berpotensi membentuk *slagging* yang menyebabkan penurunan efisiensi *boiler*. Penurunan ini menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi industri. Oleh karena itu, dibutuhkan nilai AFT batu bara yang tinggi melebihi temperatur *furnace exit gas temperature* (FEGT).

Hasil pengujian dari nilai *Ash Fusion Temperature* (AFT) yang dinyatakan dalam temperatur dan berbagai kondisi pelelehan adalah reduksi dan oksidasi dengan temperatur pelelehan abu menjadi empat kategori yaitu *Initial Deformation Temperature* (IDT), *Softening Temperature* (ST), *Hemispherical Temperature* (HT), dan *Fluid Temperature* (FT). Alat yang digunakan untuk menentukan empat kategori *Ash Fusion Temperature* (AFT) di laboratorium batu bara PT SUCOFINDO cabang Padang adalah menggunakan *Furnace Carbolite Gero CAF G5*. *Furnace Carbolite* mempunyai prinsip operasi tungku yaitu tungku biasanya disuplai dan diprogram untuk beroperasi antara titik setel yang telah ditentukan sebelumnya (suhu awal 400°C) dan 1500°C pada kecepatan ramp 7°C/menit. Untuk prinsip operasi yang sudah diprogram tersebut, terdapat perekaman gambar otomatis sehingga hasil pengujian lebih akurat pada empat kategori *Ash Fusion Temperature* adalah pertama *Initial Deformation Temperature* (IDT), kedua

*Softening Temperature* (ST), ketiga *Hemispherical Temperature* (HT), dan keempat *Fluid Temperature* (FT).

AFT (*Ash Fusion Temperature*) merupakan parameter khusus batu bara. Akan tetapi, belum banyak yang melakukan analisis rutin untuk parameter ini, disebabkan karena analisis *proximate* dan *ultimate* sudah mewakili kualitas batu bara. Padahal AFT (*Ash Fusion Temperature*) juga perlu diperhitungkan untuk penentuan kualitas batu bara. Penentuan kualitas batu bara pada nilai AFT (*Ash Fusion Temperature*) perlu dilakukan verifikasi metode pada pengujian AFT (*Ash Fusion Temperature*) dengan prosedur standar ASTM D1857 menggunakan CRM (*Certificate Reference Material*) ACIRS-A1-2016.

Verifikasi metode ASTM D1857 pada pengujian *Ash Fusion Temperature* menggunakan CRM (*Certificate Reference Material*) ACIRS-A1-2016. Pada ACIRS-A1-2016 terdapat nilai benar, standar deviasi, ketidakpastian dan jumlah laboratorium. Selain itu, ACIRS-A1-2016 melakukan pemantauan stabilitas dari nilai benar yang ditetapkan dan dipantau oleh ACIRS. Karena pemantauan tersebut, dipilihlah ACIRS-A1-2016 pada parameter analisis verifikasi. Untuk parameter analisis verifikasi yang dilakukan adalah presisi dan akurasi. Pada presisi dan akurasi terdapat *repeatability* dan *reproducibility*. Namun pada nilai CRM (*Certificate Reference Material*) ACIRS-A1-2016 tersebut tidak terdapat *repeatability* dan *reproducibility*. Sehingga pada parameter analisisnya melakukan uji statistik yaitu pada akurasi menggunakan uji t sedangkan pada presisi menggunakan uji f. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk mengambil judul **“verifikasi metode uji *Ash Fusion Temperature* (AFT) dengan menggunakan tungku *Carbolite GERO CAF G5* berdasarkan ASTM D1857”**.

## 4.2 Batasan Masalah

Agar tugas khusus ini lebih terarah, maka penulis memberi batasan masalah terhadap verifikasi metode uji *Ash Fusion Temperature* (AFT) dengan menggunakan tungku *Carbolite GERO CAF G5* berdasarkan ASTM D1857. Untuk parameter verifikasi pada akurasi menggunakan uji t sedangkan presisi menggunakan uji f.

## 4.3 Tujuan Tugas Khusus

Adapun tujuan dari pelaksanaan tugas khusus yang dilakukan adalah untuk mengetahui hasil verifikasi metode prosedur standar ASTM D1857 pada pengujian *Ash Fusion Temperature* (AFT) dalam standar ACIRS- A1-2016 adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil hipotesis statistik terhadap akurasi menggunakan uji t pada empat kondisi *Ash Fusion Temperature* (AFT) dengan ACIRS-A1-2016.
2. Untuk mengetahui hasil hipotesis statistik terhadap presisi menggunakan uji f pada empat kondisi *Ash Fusion Temperature* (AFT) dengan ACIRS-A1-2016.
3. Untuk memastikan bahwa metode prosedur standar ASTM D1857 pada *Ash Fusion Temperature* ini dapat digunakan untuk pengujian dan analisis rutin di laboratorium batu bara PT SUCOFINDO cabang Padang.

## 4.4 Tinjauan Kepustakaan

### 4.4.1 Analisis Kualitas batu bara

Analisis batu bara digunakan untuk mengetahui data-data mengenai karakteristik dari batu bara sehingga dapat memenuhi sesuai dengan kebutuhan. Analisis batu bara untuk bahan bakar dapat digolongkan menjadi dua yaitu pertama analisis dasar untuk batu bara (analisis *Proximate* dan analisis *Ultimate*).

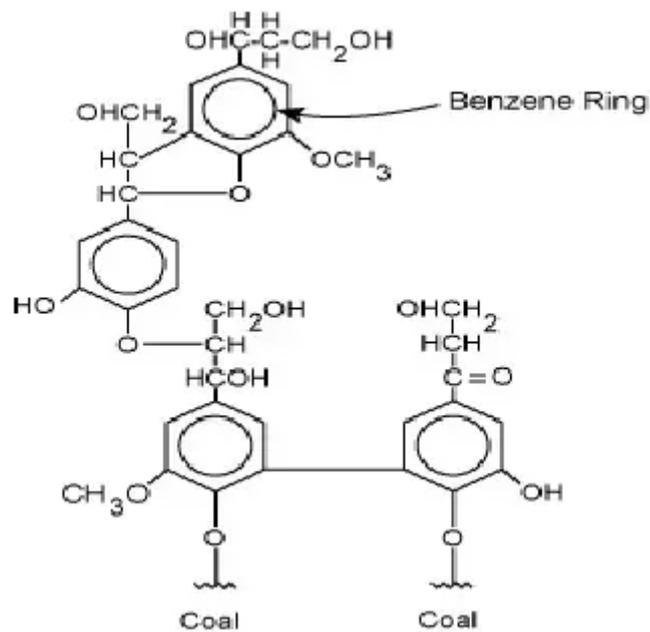
Pada Analisis *Proximate* merupakan analisis dasar batu bara dalam penentuan kadar air (*Moisture*), zat terbang (*Volatile Matter*), abu (*Ash*), dan karbon padat (*Fixed Carbon*) sedangkan Analisis *Ultimate* merupakan analisis dasar batu bara dalam penentuan unsur karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, dan *Sulfur*. Dan kedua analisis khusus untuk batu bara (*ash fusion temperature*, *ash analysis*, indeks hardgrove (tingkat kemudahan batu bara untuk digerus), indeks abrasi, klor, dan sebagainya). Selain menentukan analisis batu bara tersebut, terdapat sifat fisika dan kimia pada batu bara.

Batu bara memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk. Untuk proses pembatubaraan akan menghasilkan perubahan parameter batu bara, baik yang berupa sifat fisik maupun kimia. Tingkat pembatubaraan disebut sebagai peringkat batu bara (rank). Peringkat batu bara dari yang terendah adalah gambut, lignit, sub-bituminus, bituminus, antrasit, dan meta-antrasit. Proses dan reaksi kimia yang terjadi selama pembatubaraan dapat dilihat pada skema berikut:

Tabel 4. 1 Skema Proses dan Reaksi Kimia Pembatubaraan

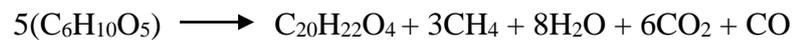
	Material	Proses parsial	Reaksi kimia utama
Diagenesis	Vegetasi yang membusuk		
	↓	Penggambutan	Penguraian sesuai siklus hidup bakteri dan jamur
	Gambut		
Metagenesis	↓	Lignifikasi	Oksidasi udara, diikuti dengan dekarboksilasi dan dehidrasi
	Lignit		
	↓	Bituminisasi	Dekarboksilasi dan disproporsi hydrogen
	Batubara bituminus		
	↓	Pra-antrasitasi	Kondensasi menjadi sistem lingkaran aromatik kecil
	Semi-antrasit		
↓	Antrasitasi	Kondensasi sistem lingkaran aromatik kecil menjadi lebih besar, dehidrogenisasi	
Antrasit			
↓	Grafitisasi	Karbonifikasi	
Meta-antrasit			

Menurut Sukandarrumidi (2006) Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pembatubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hydrogen dan oksigen. Analisis unsur memberikan rumus formula empiris seperti  $C_{137}H_{97}O_9NS$  untuk bituminus dan  $C_{240}H_{90}O_4NS$  untuk antrasit. Untuk rumus bangun batu bara dapat dilihat dibawah.



Gambar 4. 1 rumus bangun batu bara

Pada reaksi pembentukan batu bara dapat diperlihatkan sebagai berikut:



Cellulosa                      lignit      metana      air

#### 4.4.2 Ash Fusion Temperature (AFT)

*Ash Fusion Temperature* (AFT) adalah analisis yang dapat menggambarkan sifat pelelehan abu batu bara yang diukur dengan mengamati perubahan bentuk.

Dimana contoh abu yang telah dicetak dibentuk berupa piramid, selama pemanasan bertahap. Pemanasan bertahap dilakukan analisis biasanya pada dua kondisi pemanasan, yaitu kondisi oksidasi dan kondisi reduksi. Pada kondisi reduksi, pemanasan dilakukan dalam tabung pembakaran yang dialiri oleh campuran 50% gas hidrogen dan 50% gas karbon dioksida, sedangkan pada kondisi oksidasi, pemanasan dilakukan dalam tabung pembakaran yang dialiri oleh 100% gas karbon dioksida (Hidayat, 2018).

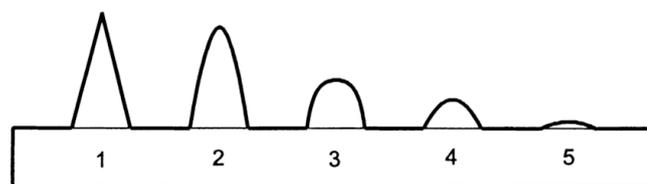
Menurut Rr Handayani (2018), Pengamatan sifat pelelehan ini umumnya dilakukan pada suhu 900°C sampai dengan 1600°C. Pengamatan dicatat dan dilaporkan pada saat contoh abu batu bara meleleh dan berubah menyerupai profil standar yang telah tersedia (lihat lampiran gambar 4.1). Analisis yang dilakukan pada kondisi oksidasi umumnya mendapatkan hasil yang lebih tinggi daripada yang dilakukan pada kondisi reduksi. Hal ini tergantung dari kandungan komponen tertentu dalam abu tersebut, sebagai contoh komponen besi oksida yang mempunyai efek pelelehan yang berbeda pada kondisi oksidasi dengan pada kondisi reduksi.

*Ash Fusion Temperature* (AFT) oksidasi atau reduksi yang dapat dipakai untuk memprediksi permasalahan yang mungkin timbul pada suatu instalasi, tergantung dari bentuk operasi itu sendiri. Sebagai contoh, dalam kasus pabrik penghasil gas, dimana kondisi reduksi terjadi di ruang pembakaran maka *Ash Fusion Temperature* (AFT) reduksilah yang cocok untuk dilakukan, sebaliknya pada dasar *fixed bed furnace*, dimana udara pembakaran mengalir dari bawah ke atas, kondisinya ialah oksidasi, sehingga *Ash Fusion Temperature* (AFT) oksidasilah yang cocok. Dalam kasus pembakaran *pulverized fuel* (bahan bakar

yang dihaluskan), keadaannya berbeda dan tidak menentu. Pada nyala pembakaran, sebagian besar kondisinya reduksi, sedangkan diluar nyala pembakaran kondisinya agak oksidasi tergantung dari banyaknya kelebihan udara yang dialirkan (Harminuke Eko, 2018).

Abu batu bara biasanya akan meleleh pada saat harga *Ash Fusion Temperature* (AFT) lebih rendah dari temperatur *boiler* tepatnya *furnace exit gas temperature* (FEGT) yang ditetapkan. Akibatnya, abu batu bara berpotensi membentuk *slagging* yang menyebabkan penurunan efisiensi *boiler*. Efisiensi boiler merupakan tingkat unjuk kerja yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang diserap oleh fluida kerja didalam boiler dengan masukkan energi kimia dari bahan bakar. Karena efisiensi boiler tersebut hal yang sangat penting di boiler sehingga penurunannya menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi industri . Oleh karena itu, dibutuhkan nilai *Ash Fusion Temperature* (AFT) batu bara yang tinggi melebihi *temperature furnace exit gas temperature* (FEGT). Pengukuran temperatur leleh abu dilakukan dengan memanaskan abu batu bara yang dibentuk kerucut di dalam suatu tungku. Menurut Harminuke Eko (2018), temperatur pelelehan abu ini dibagi ke dalam empat kategori, yaitu pertama *Intial Deformation Temperature* (IDT) (suhu deformasi awal) adalah Temperatur pada saat pertama terjadinya pembulatan dari ujung atau tepi bahan uji saat meleleh. Kedua *Softening Temperature* (ST) (suhu pelunakan) adalah Temperatur dimana kerucut telah meleleh menjadi bulat dengan ketinggian sama dengan lebarnya. Ketiga *Hemispherical Temperature* (HT) (suhu setengah bola) adalah Temperatur dimana kerucut telah meleleh menjadi bentuk hemispherical dengan ketinggian menjadi setengah lebar dasarnya. Dan keempat *Fluid Temperature* (FT) (suhu

fluida) Temperatur dimana seluruh abu telah meleleh dengan ketinggian maksimal 1/16 inci / 0,159 cm

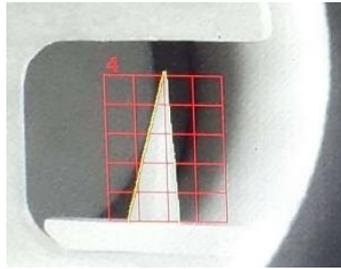


1		Cone before heating
2	IDT	Initial Deformation Temperature
3	ST	Softening Temperature (H=W)
4	HT	Hemispherical Temperature (H=1/2W)
5	FT	Fluid Temperature

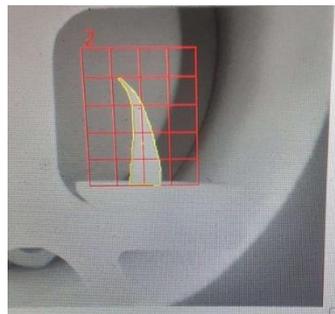
Gambar 4. 2 Temperatur Pelelehan Abu dan Bentuknya

Sumber : <https://s.id/temperaturpelelehanabubatu bara>

Pada pembacaan empat kategori *Ash Fusion Temperature* dibantu pada fitur grid gambar alat tungku *Carbolite Gero CAF G5* (dapat dilihat pada gambar 4.3 sampai 4.7). Untuk fitur grid gambar bisa diatur sesuai posisi dan skala setiap grid. Cara kerja gridnya adalah diposisikan untuk mengidentifikasi empat kategori *Ash Fusion Temperature* untuk analisis otomatis. Analisis otomatis untuk mengidentifikasi empat kategori *Ash Fusion Temperature* dengan analisis memperhatikan perubahan empat kategori *Ash Fusion Temperature* (sesuai gambar 4.1). pada empat kategori *Ash Fusion Temperature* dapat dilihat pada gambar di bawah dimulai dari gambar sebelum kerucut dipanaskan, selanjutnya masuk keempat *Ash Fusion Temperature* yaitu *Intial Deformation Temperature*, *Softening Temperature*, *Hemispherical Temperature*, dan *Fluid Temperature*.



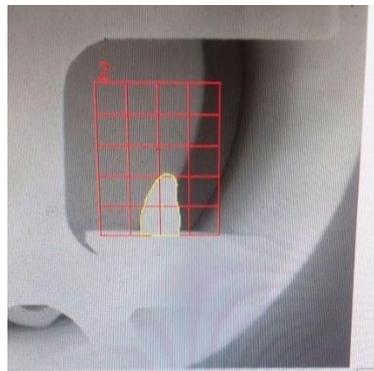
Gambar 4. 3 *cone before heating*



Gambar 4. 4 *Intial Deformation Temperature*



Gambar 4. 5 *Softening Temperature*



Gambar 4. 6 *Hemispherical Temperature*



Gambar 4. 7 *Fluid Temperature*

#### 4.4.3 Metode Standar Analisis *Ash Fusion Temperature* (AFT)

Metode standar adalah suatu cara atau metode analisis dan pengujian (*testing and analysis*) yang telah diuji dengan seksama baik dari segi ketelitiannya, kesederhanaan peralatannya, maupun dari aspek-aspek lainnya. Metode ini kemudian dibakukan untuk digunakan sebagai pedoman atau standar analisis dan pengujian. Prosedur baku ini disesuaikan dengan keadaan dan sifat batu bara di negara yang bersangkutan. Karena cara analisis dan pengujian yang berbeda-beda, maka *Internasional Standarization for Organization* (ISO) telah berusaha untuk mengembangkan cara yang dapat dipakai di seluruh dunia. Di dunia batu bara, pada dasarnya terdapat dua jenis standar nasional dan standar internasional. Pada *Ash Fusion Temperature* (AFT) menggunakan metode standar internasional yaitu *American Society for Testing and Materials* (ASTM D 1857), dimana metode ini dibuat sebagai acuan untuk prosedur pengujian *Ash Fusion Temperature* (AFT).

#### 4.4.4 Tungku Uji Peleburan Abu *Carbolite Gero CAF G5*

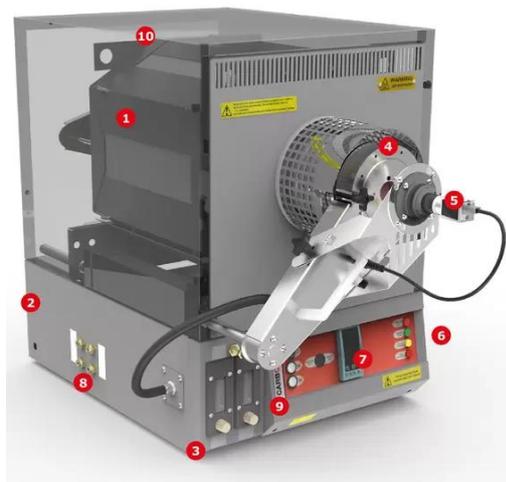
CAF G5 adalah tungku yang dirancang untuk menguji daya lebur abu, dan secara opsional, penentuan biomassa atau pengujian bahan bakar padat yang semakin populer. Perekaman gambar digital otomatis dan berkelanjutan CAF G5

memungkinkan teknisi laboratorium melakukan tugas lain saat pengujian sedang berlangsung, meninjau hasilnya nanti. CAF G5 sangat meningkatkan kualitas gambar yang direkam dan hasil pengujian yang meningkatkan efisiensi di laboratorium. Untuk itu Pada fitur standar terdapat Perangkat lunak analisis yang dapat digunakan dalam mode otomatis atau manual sepenuhnya, tersedianya fungsi zoom perangkat lunak untuk memungkinkan analisis pascauji yang akurat dari masing-masing sampel dengan resolusi yang lebih baik, terdapat program pengontrol suhu diatur dalam perangkat lunak, untuk sistem pencahayaan terintegrasi tabung kerja opsional saat menguji suhu deformasi awal yang rendah dari sampel, insulasi ringan memungkinkan pendinginan cepat yang memungkinkan beberapa pengujian diselesaikan pada siang hari, Pengambilan sampel gambar digital otomatis dengan frekuensi gambar yang direkam diatur oleh preferensi pelanggan, dari setiap kenaikan 1°C hingga setiap 20 °C. interval maksimum untuk analisis otomatis adalah 5°C.

Pada pelengkap standar terdapat pembawa sampel, ubin sampel, alat pemuatan sampel, cetakan benda uji (abu batu bara), dan alarm CO berpemilik pemasangan eksternal. Pada tungku uji peleburan abu CAF G5 dengan detail teknis dilihat ke dalamnya yaitu:

1. Tungku tabung 1600 °C dengan elemen SiC (*Silicon Carbide*) integral
2. Tautan eksternal ke PC (*Personal Computer*) dan perangkat lunak tersemat
3. Pengukur aliran untuk pengoksidasi, pengurangan aliran gas (tergantung pada persyaratan standar)
4. Tabung kerja diameter dalam 79 mm memungkinkan lebih dari 6 sampel
5. Kamera digital untuk perekaman gambar yang cepat dan akurat

6. Segel kedap gas untuk penggunaan gas yang efisien dan keselamatan operator
7. Pemrograman suhu otomatis dengan beberapa kontrol PID (*Proportional Integral Derivative*)
8. Saluran masuk gas untuk mengurangi, mengoksidasi dan membersihkan gas
9. Sakelar pemilihan gas pengoksidasi atau pereduksi
10. Lampu terintegrasi tabung kerja untuk digunakan saat menguji suhu deformasi awal yang rendah.



Gambar 4. 8 Bagian Dalam Alat CAF G5

Sumber : <https://s.id/bagiandalamatcarbomiteCAF5>

Prinsip operasi dari tungku adalah tungku biasanya disuplai atau diprogram untuk beroperasi antara titik setel yang telah ditentukan sebelumnya (suhu awal ASTM D1857 400°C) sampai 1500°C pada kecepatan ramp 7°C/menit. Suhu target diatur ke 1600°C untuk menghindari pengoperasian tungku pada suhu tinggi yang tidak perlu. Untuk cara pengoperasian tungkunya ada enam adalah sebagai berikut pertama buka pintu tungku untuk memeriksa apakah jendela silika bersih. Sedikit kabut harus dihilangkan sebelum digunakan.

Jika diabaikan, kabut ini dengan cepat menebal dan menjadi tidak mungkin dihilangkan. Kedua hidupkan pasokan gas ‘pengoksidasi’, ‘pereduksi’, dan ‘gas pembersih’. Ketiga nyalakan pasokan listrik tungku, kipas pendingin akan bekerja. operasikan sakelar instrumen untuk mengaktifkan sistem kontrol. Tungku akan mulai memanaskan hingga suhu awal dan tabung kerja akan dibersihkan dengan gas pembersih selama 5 menit. Keempat saat tungku telah mencapai suhu awalnya, buka pintu tungku dan ayunkan keluar dari tabung kerja untuk memungkinkan akses. Kelima setelah sampel berada di posisinya pada pembawa sampel, dan pintu tungku terbuka, ambil alat pemuatan sampel dan dengan lengan pemuatan yang sepenuhnya diekstraksi, letakkan garpu alat pemuatan di bawah cabang bawah pembawa sampel, dan dengan hati-hati angkat ke permukaan tabung kerja. (setelah sekitar satu menit, perlahan-lahan masukkan sampel ke dalam tabung dengan kecepatan sekitar 25 mm/menit untuk melakukan kontak dengan selubung termokopel kontrol). Dan keenam tutup pintu tungku dan kencangkan menggunakan dua baut ayun.

Pengoperasian perangkat lunak CAF telah dirancang untuk memaksimalkan alur kerja operator dengan menggunakan tab proses di sepanjang bagian atas jendela perintah di sisi kiri layar. Untuk tampilan layarnya melalui tiga area operasi yaitu pertama konfigurasi. Konfigurasi di pilih tab ‘konfigurasi’ untuk menyiapkan parameter pengujian dengan klik tombol ‘pengaturan suhu’ untuk membuka jendela. Parameter suhu pengujian dapat dimasukkan dan disimpan menggunakan jendela. Kedua Tes untuk menentukan nama pengujian, memulai pengujian, dan memilih jenis analisis. Dan ketiga Analisis untuk meninjau data tes menganalisis dan menyimpan hasilnya.

Untuk perangkat lunak analisis otomatis CAF G5 menyertakan paket perangkat lunak baru yang menawarkan pilihan analisis sampel secara otomatis atau manual. Profil sampel adalah diidentifikasi oleh *grid* individu untuk setiap benda uji. Saat menggunakan opsi analisis otomatis perangkat lunak mengidentifikasi empat titik lebur profil seperti yang didefinisikan dalam standar abu batu bara dan membuat data grafis dari berbagai faktor bentuk termasuk tinggi, lebar, luas, keliling, rasio faktor bentuk, dan rasio tinggi/lebar. Pengguna dapat memilih data mana dari faktor-faktor ini yang ingin ditampilkan pada grafik. Perangkat lunak secara otomatis mengisi tabel hasil dan menyimpan gambar titik deformasi (*Initial Deformation Temperature* (IDT), *Softening Temperature* (ST), *Hemispherical Temperature* (HT), dan *Fluid Temperature* (FT) dan menawarkan fungsi laporan tercetak.

Tabel 4. 2 Pilihan Gas Tungku CAF G5

Bahan Abu	Standar tes	Gas Reduksi	Gas Pengoksidasi	Bersihkan Gas
batu bara & Kokas	ASTM D1857-04	CO + CO <sub>2</sub>	Udara	N <sub>2</sub>

Sumber : <https://s.id/CarboliteGeroCAFG5>

Untuk mengatur pilihan gas pada alat yaitu bisa dilihat pada tabel 4.1 yang mengacu pada ASTM D1857, adalah saluran gas N<sub>2</sub> sudah diatur sebelumnya untuk memungkinkan aliran N<sub>2</sub> ke dalam tabung kerja sebesar 6 liter/menit, gas atmosfer pengoksidasi dan pereduksi memiliki aliran yang dapat diatur melalui pengukur aliran di bagian depan tungku. Untuk laju aliran gasnya pada kondisi reduksi dan oksidasi adalah 1,3 m<sup>3</sup>/menit hingga 1,5 m<sup>3</sup>/menit. Sedangkan volume tabung kerja CAF G5 adalah 2,16 liter jika memperhitungkan volume sumbat

insulasi. Oleh karena itu laju alir  $1,3 \text{ m}^3/\text{menit}$  sama dengan  $2,8 \text{ liter}/\text{menit}$ . Namun gas akan mengembang dengan suhu tinggi di dalam tungku. Jika suhu sekitar gas adalah  $20^\circ\text{C}$  dan suhu tungku adalah  $400^\circ\text{C}$ . Maka menurut Hukum Boyle ( $PV=kT$ ) memberikan rasio volume 2,3. Jadi kesimpulannya  $2,8 \text{ liter}/\text{menit}$  pada  $400^\circ\text{C}$  sama dengan  $1,2 \text{ liter}/\text{menit}$  pada  $20^\circ\text{C}$ . Sedangkan untuk mengatur laju alir gas tersebut, dilakukan secara otomatis oleh pengontrol tungku yaitu ketika sakelar instrumen dihidupkan. Sistem kontrol akan membuka katup solenoid gas ‘pembersihan’ dan membersihkan tabung kerja selama 5 menit, setelah itu sistem akan beralih ke mode ‘siaga’ dan indikator ‘siaga’ hijau akan menyala. Dimana ‘siaga’ hijau akan menyala dengan sistem yang sudah ditetapkan yaitu  $815^\circ\text{C}$ . setelah itu selama pengujian lampu kuning ‘pengujian sedang berlangsung’ akan menyala pada panel kontrol dan indikator hijau ‘mode siaga’ akan padam (Verder, 2022).

#### **4.4.5 Kalibrasi**

Menurut Hadi A (2018), Kalibrasi merupakan proses verifikasi bahwa suatu akurasi alat ukur sesuai dengan rancangannya. Kalibrasi biasa dilakukan dengan membandingkan suatu standar yang terhubung dengan standar nasional maupun internasional dan bahan-bahan acuan tersertifikasi. Tujuan kalibrasi adalah untuk mencapai ketertelusuran pengukuran. Sedangkan manfaat kalibrasi adalah sebagai berikut pertama untuk mendukung sistem mutu yang diterapkan di berbagai industri pada peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki. Kedua dengan melakukan kalibrasi, bisa diketahui seberapa jauh perbedaan (penyimpangan) antara harga benar dengan harga yang ditunjukkan oleh alat ukur.

Pada kegiatan industri dan penelitian peranan kalibrasi merupakan salah satu tolok ukur jaminan mutu suatu produk/penelitian, sehingga semua alat ukur dan bahan ukur harus dilakukan kalibrasi secara periodik, sesuai dengan persyaratan standar atau spesifikasi teknis yang berlaku. Penentuan kebenaran tersebut dilakukan dengan cara membandingkan nilai tersebut dengan standar ukur yang bisa ditelusuri menggunakan standar nasional maupun internasional. Kalibrasi perlu dilakukan, mengingat hasil pengukuran yang tidak konsisten dapat berpengaruh pada kualitas produk. Oleh karena itu, industri- industri besar kerap kali melakukan kalibrasi demi menjaga kualitas produk dan kepuasan konsumen terhadap perusahaan (Hadi A, 2018).

Di Indonesia, kalibrasi terdiri atas dua yaitu pertama kalibrasi teknis, yakni kalibrasi alat ukur yang tidak memiliki hubungan langsung dengan perniagaan. Kalibrasi ini dikerjakan oleh laboratorium kalibrasi yang telah diakreditasi KAN. Kedua kalibrasi legal, yakni kalibrasi alat ukur yang erat kaitannya dengan dunia perdagangan. Kalibrasi ini dikerjakan oleh Direktorat Metrologi Disperindag. Pada uji *Ash Fusion Temperature* (AFT) dikalibrasi sesuai standar yang digunakan yaitu pada ASTM D-1857 menggunakan kawat emas dan nikel untuk pemeriksaan temperatur tungku CAF G5, yaitu pada emas titik lelehnya 1063°C dan nikel titik lelehnya 1452°C. Pada uji AFT di laboratorium batu bara PT SUCOFINDO cabang Padang dilakukan kalibrasi alat sekali dua tahun dan untuk memeriksa tungku CAF G5 menggunakan kawat emas.

#### 4.4.6 Hipotesis penelitian

Hipotesis merupakan dugaan sementara atau jawaban sementara terhadap rumusan masalah atau pertanyaan penelitian yang masih harus diuji kebenarannya. Menurut Dantes (2012) hipotesis adalah praduga yang harus diuji melalui data yang didapat dengan penelitian, jadi karena hipotesis sifatnya masih menduga, maka hipotesis harus uji. Pada hipotesis penelitian sebelum diuji secara statistik, harus terlebih dahulu ditulis dalam bahasa matematika yang disebut dengan hipotesis statistik. Ketut (2002) menyebutkan “Hipotesis statistik adalah dugaan tentang parameter suatu populasi”. hipotesis statistik terbagi kedalam dua bagian yaitu hipotesis nol dan hipotesis alternatif.

##### 1. Hipotesis nol ( $H_0$ )

Hipotesis nol adalah hipotesis yang tidak ada perbedaan, tidak berefek, tidak ada pengaruh, makanya hipotesis nol juga disebut hipotesis nihil, hipotesis yang tidak ada apa-apanya (nihil). menurut Ketut (2002),  $H_0$  selalu dirumuskan dengan tanda sama dengan (=), sehingga menspesifikasi suatu nilai tunggal artinya tanda “=” akan memberikan satu nilai.

##### 2. Hipotesis alternatif ( $H_1$ )

Hipotesis alternatif atau hipotesis kerja adalah hipotesis yang menyatakan hubungan antara variabel. Suharsimi (2010). Hipotesis alternatif ( $H_1$ ) adalah lawan dari hipotesis nol, yaitu hipotesis yang menyatakan ada perbedaan, ada efeknya, ada pengaruh atau ada hubungan, ada apa-apanya dengan berbagai alternatif. Hipotesis alternatif ( $H_1$ ) dirumuskan dengan relasi “>”, “<”, dan “≠”.

Berdasarkan perumusan hipotesis nol ( $H_0$ ) dan hipotesis alternatif ( $H_1$ ) di atas, ada tiga kemungkinan pasangan hipotesis statistik, yaitu:

## 1. Uji pihak kanan

$$H_0 = \mu_1 \leq \mu_0$$

$$H_1 = \mu_1 \geq \mu_0 \quad (4.1)$$

Kriteria pengujian jika uji t adalah  $t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima begitu pula pada uji f, dimana  $f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

## 2. Uji pihak kiri

$$H_0 = \mu_1 \geq \mu_0$$

$$H_1 = \mu_1 \leq \mu_0 \quad (4.2)$$

Kriteria pengujian jika uji t adalah  $t_{hitung} \geq -t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima begitu pula pada uji f, dimana  $f_{hitung} \leq -f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

## 3. Uji dua pihak

$$H_0 : \mu_1 = \mu_0$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0 \quad (4.3)$$

Kriteria pengujian jika uji t adalah  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima begitu pula pada uji f, dimana  $-f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq +f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima.

Untuk melakukan pengujian hipotesis diperlukan beberapa langkah yaitu:

## 1. Menentukan formulasi hipotesis

Para ahli statistik menyebutkan ada dua hipotesis dalam suatu pengujian adalah hipotesis nol dan hipotesis alternatif. Maka  $H_0$  dan  $H_1$  dapat diformulasikan dalam bentuk hipotesis statistik yang sudah dijelaskan sebelumnya.

## 2. Menentukan taraf nyata uji hipotesis

Langkah berikutnya adalah menetapkan taraf nyata yang merupakan besarnya batas toleransi dalam menerima kesalahan hasil hipotesis terhadap nilai parameter populasinya. Taraf nyata dilambangkan dengan  $\alpha$ . semakin tinggi taraf nyata yang

digunakan semakin rendah penolakan terhadap hipotesis nol. Besar taraf nyata ini tergantung pada keberanian pembuat keputusan terhadap besar toleransi kesalahan. Biasanya taraf nyata yang sering digunakan adalah sebesar 1% (0,01), 5% (0,05), dan 10% (0,1).

### 3. Menentukan kriteria pengujian

Dalam membuat keputusan apakah  $H_0$  diterima atau ditolak maka nilai  $\alpha$  tabel dibandingkan dengan nilai uji statistiknya. Kriteria penerimaan atau penolakan  $H_0$  adalah  $H_0$  diterima jika nilai uji statistik lebih kecil atau lebih besar dari nilai positif atau negatif dari  $\alpha$  tabel atau nilai uji statistik berada di luar nilai kritis.  $H_0$  ditolak jika nilai statistik lebih besar atau lebih kecil dari nilai positif atau negatif dari  $\alpha$  tabel atau nilai uji statistik berada didalam nilai kritis (Wardani, 2020).

#### **4.4.7 Verifikasi Metode *Ash Fusion Temperature* (AFT)**

Verifikasi metode adalah suatu aktivitas validasi metode yang hanya terdapat pada beberapa karakteristik performa saja. laboratorium wajib memastikan karakteristik performa yang diinginkan. Bagian analisis bisa berfungsi sebagai landasan untuk mengkontruksi proses verifikasi (Hadi A, 2010). Menurut R Arya dan M Daffa (2022), Pada proses verifikasi metode *Ash Fusion Temperature* (AFT) terdapat beberapa parameter analisis yang harus dilakukan yaitu uji akurasi, uji presisi, adapun penjelasan mengenai hal tersebut adalah sebagai berikut :

##### a. Uji Akurasi

Akurasi atau kecermatan adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Terkadang masalah dalam menentukan akurasi adalah ketidaktahuan terhadap nilai yang sebenarnya. Untuk

mengatasi masalah tersebut terdapat metode perbandingan. Metode perbandingan dilakukan dengan mengukur kadar analit dalam sampel dan kemudian membandingkan hasil perolehannya dengan standar pembanding yang telah diketahui kadarnya secara pasti. Untuk standar yang digunakan CRM *Certified Reference Material* ACIRS-A1-2016

Pada uji *Ash Fusion Temperature* (AFT) cara penentuan akurasinya menggunakan metode perbandingan, dengan cara menggunakan uji t satu sampel dua arah. Uji t adalah uji statistik yang digunakan untuk menguji kebenaran atau kepalsuan hipotesis nol. Pada hipotesis nol pengujian dilakukan untuk menentukan standar ACIRS-A1-2016. Karena pengujian ini digunakan nilai benar dari standar maka untuk itu harus dibuat hipotesisnya terlebih dahulu dengan kriteria pengujian statistik dua arah, setelah didapatkan barulah dicari  $t_{hitung}$  dengan dibandingkan dengan  $t_{tabel}$ . Untuk mencari  $t_{hitung}$  dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Rumus uji t untuk satu sampel

$$t_{hitung} = \frac{x - \mu}{SD / \sqrt{n}} \quad (4.4)$$

Keterangan:

t = koefisien

x = mean sampel

$\mu$  = mean populasi

SD = Standar Deviasi sampel

n = banyak sampel

b. Uji Presisi

Presisi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian hasil uji individual. Diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata, jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu keterulangan (*repeatability*) dan ketertiruan (*reproducibility*). pada pengujian AFT (*Ash Fusion Temperature*) dua kategori ini tidak dapat di CRM (*Certified Reference Material*) sehingga pengujian dilakukan menggunakan uji f.

Metode analisis uji f adalah uji yang mengukur besarnya perbedaan *Standar Deviasiantara* kedua atau beberapa kelompok. Sebelum menentukan uji f harus dibuat hipotesis terlebih dahulu dengan menentukan uji statistiknya pada penelitian menggunakan uji dua pihak. Dimana uji dua pihak sama dengan uji dua arah pada uji f. setelah dibuat hipotesis baru ditentukan nilai f hitung, dengan cara membandingkan Standar Deviasi CRM (*Certified Reference Material*) terukur dengan Standar Deviasiyang benar di CRM (*Certified Reference Material*). Untuk menentukan nilai f hitung dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$f \text{ hitung} = \frac{S1^2}{S2^2} \quad (4.5)$$

Dimana :

$S_1$  = Standar Deviasi CRM terukur

$S_2$  = Standar Deviasiyang benar di CRM (*Certified Reference Material*)

#### **4.4.8 Standar ACIRS-A1-2016**

Standar ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Samplss*) adalah standar yang digunakan untuk verifikasi metode, karena standar tersebut sudah divalidasi dan memiliki sertifikat hasil analisis. Standar ACIRS yang digunakan

pada verifikasi metode kali ini yaitu ACIRS-A1-2016, yang mana setiap tahunnya standar ini diganti untuk mengecek alat sekalian untuk analisisnya dan untuk standar ACIRS pengujian setiap bulan pada hasil analisisnya direkap per tahun agar mengetahui hasil suatu analisis yang dilakukan dan kualitas alat yang digunakan (Mark B, 2016). Pada ACIRS-A1-2016 terdapat nilai benar, standar deviasi, ketidakpastian dan jumlah laboratorium. Untuk melihat nilai tersebut terdapat pada lampiran 5 pada Tabel L5.1 nilai empat kategori *Ash Fusion Temperature*

## **4.5 Metodologi Penelitian**

### **4.5.1 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain adalah Abu batu bara dan larutan dekstrin.

### **4.5.2 Alat**

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini antara lain *Furnace AFT Carbolite Gero CAF G5*, *cone mold* (cetakan kerucut), *sample tile* (ubin sampel), *sample carrier* (pembawa sampel), *sample loading tool* (alat pemuat sampel), pipet tetes, cawan abu.

### **4.5.3 Prosedur Kerja**

#### **4.5.3.1 Preparasi Abu batu bara**

Disiapkan bahan standar ACIRS-A1-2016 berupa abu batu bara. abu batu bara yang sudah siap selanjutnya diletakkan dalam cawan abu. Setelah abu batu bara dalam cawan abu, selanjutnya ditetaskan satu kali larutan dekstrin. Larutan dekstrin yang sudah tetaskan ke dalam cawan abu dibuat menjadi liat. Setelah itu, abu batu bara yang sudah liat dimasukkan ke dalam cetakan piramid. Piramid yang

sudah tercetak dengan cara ditekan-tekan menjadi bentuk piramid. Setelah bentuk piramidnya siap, maka selanjutnya dikeluarkan piramid dari cetakan. Sesudah piramid keluar dari cetakan, selanjutnya diletakkan pada ubin sampel dan pembawa sampel piramid tersebut.

#### **4.5.3.2 Disiapkan Alat**

##### **a. Disiapkan uji atmosfer pereduksi**

Pada *heating chamber* (ruang pemanas) diatur komposisi alir gas. Untuk regulator gas CO dan CO<sub>2</sub> dipisahkan sambungan input CO dan CO<sub>2</sub>. Selanjutnya laju aliran gas tersebut diatur pada alat yang mengacu ASTM D1857 yaitu 1,2 liter/menit pada 20°C.

##### **b. Disiapkan uji atmosfer pengoksidasi**

Pada *heating chamber* (ruang pemanas) diatur alir udara. Selanjutnya laju aliran udara tersebut diatur pada alat mengacu ASTM D1857 yaitu 1,2 liter/menit pada 20°C.

#### **4.5.3.3 Pembuatan Larutan *Dextrin* 1%**

Ditimbang 1 gram *Dextrin* kemudian dilarutkan dan ditera dengan aquadest dalam labu ukur 100 mL hingga tanda batas kemudian dihomogenkan.

#### **4.5.3.4 Pengujian Pada Atmosfer Reduksi dan Oksidasi**

Sebelum masukkan piramid ke dalam tungku, maka harus dihidupkan pasokan gas CO/CO<sub>2</sub> untuk atmosfer reduksi, udara untuk atmosfer oksidasi, dan N<sub>2</sub> gas 'pembersihan'. Setelah pasokan gas menyala, langkah selanjutnya di tempatkan piramid yang akan uji ke dalam tabung tungku, dengan cara saat tungku telah mencapai suhu awalnya yaitu 20°C (pada ASTM D1857 400°C=20°C), Setelah suhu awal tungku sesuai, maka langkah selanjutnya dibuka

pintu tungku dan ayunkan keluar dari tabung kerja untuk memungkinkan akses. Setelah akses untuk tabung tungku siap, maka selanjutnya diambil pembawa pembawa sampel dengan bantuan alat pemuat sampel. Alat pemuat sampel dilakukan dengan cara garpu alat pemuat letakkan pada bawah pembawa sampel secara hati-hati angkat ke permukaan tabung tungku. Setelah pembawa sampel berada di tabung tungku, selanjutnya tunggu sekitar satu menit, lalu perlahan-lahan dimasukkan pembawa sampel ke dalam tabung dengan kecepatan sekitar 25 mm/menit untuk melakukan kontak dengan selubung termokopel kontrol sampai pembawa sampel berada pada posisi yang tepat. Setelah sampel berada pada posisinya, dibiarkan  $\pm 10$  menit agar piramid terbakar sebelum menutup pintu. Selanjutnya ditutup pintu tungku dan kencangkan menggunakan dua baut ayun. Setelah itu, tunggu  $\pm 2$  jam untuk mendapatkan hasil *Ash Fusion Temperature*. Kemudian terakhir, diamati interval pengambilan gambar untuk empat kategori *Ash Fusion Temperature* tersebut.

#### **4.5.3.5 Penentuan Nilai Akurasi**

Pada akurasi Pengujian contoh dilakukan sebanyak 10 kali. Pada akurasi ini standar yang digunakan yaitu ACIRS-A1-2016 dimana pada sertifikat standar ini tidak terdapat *repeatability* dan *reproducibility* sehingga pada akurasi menggunakan uji t. Pada uji t cara penentuan akurasinya menggunakan *Certified Reference Material* atau ACIRS. ACIRS adalah analisis data yang valid hanya dapat dihasilkan dari analisis yang mempunyai ketertelusuran ke suatu standar internasional atau nasional yang diakui berdasarkan ketentuan ISO/IEC 17025:2005. Salah satu metode ataupun teknik dalam penelusuran standarisasi adalah sebuah hasil analisis sampel menggunakan ACIRS.

Hasil yang diperoleh menggunakan standar ACIRS dengan pengujian hipotesis kriteria pengujian dua pihak/dua arah menggunakan rumus uji t untuk satu sampel. Dari rumus tersebut didapat hasil t hitung yang dibandingkan dengan t tabel. Untuk t tabel cara mendapatkan hasilnya dengan menentukan batas kritis yang memperhatikan tingkat signifikansi yang digunakan 5% dan juga nilai dari banyaknya sampel (n) digunakan untuk menentukan derajat bebasnya (db). Dengan mendapatkan nilai batas kritis t tabel, maka akan didapatkan hasil pengujian  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$ .

#### 4.5.3.6 Penentuan Nilai Presisi

Pada presisi Pengujian contoh dilakukan sebanyak 10 kali, kemudian diukur nilai *Intial Deformation Temperature* (IDT), *Softening Temperature* (ST), *Hemispherical Temperature* (HT), dan *Fluid Temperature* (FT). Pada presisi standar yang digunakan yaitu ACIRS-A1-2016 dimana pada sertifikat standar ini tidak terdapat *repeatability* dan *reproducibility* sehingga pada presisi menggunakan uji f. Pada uji f cara penentuan akurasinya menggunakan rumus uji f dengan ANOVA (*Analysis Of Standar Deviasi*) yang digunakan adalah ANOVA dua arah. Sedangkan untuk menentukan batas kritis f tabel dengan memperhatikan taraf signifikansi 0.05 dan juga banyaknya sampel (n) digunakan untuk menentukan derajat bebas (df) ACIRS terukur (db1 ) dan ACIRS di sertifikat (df2). Dengan mendapatkan nilai batas kritis f tabel, maka akan didapatkan hasil pengujian dengan  $-f_{\text{tabel}} \leq f_{\text{hitung}} \leq f_{\text{tabel}}$ .

#### 4.5.3.7 Uji hipotesis

Dibuat hipotesis dalam bentuk kalimat diubah menjadi hipotesis statistik, pada hipotesis tersebut kriteria pengujiannya dua pihak. Dimana kriteria pengujian pada akurasi dengan pengujian atmosfer pereduksi dan oksidasi yaitu:

$H_0 : \mu_1 = \text{Hasil rata-rata nilai suhu Sertifikat ACIRS}$

$H_1 : \mu_1 \neq \text{Hasil rata-rata nilai suhu Sertifikat ACIRS}$

Untuk hasil dari kriteria pengujian dua pihak ini adalah  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima begitupun sebaliknya.

Sedangkan kriteria pengujian pada presisi dengan pengujian atmosfer pereduksi dan oksidasi yaitu:

$H_0 : \mu_1 = \text{nilai Standar Deviasi Sertifikat ACIRS}$

$H_1 : \mu_1 \neq \text{nilai Standar Deviasi Sertifikat ACIRS}$

Untuk hasil dari kriteria pengujian dua pihak ini adalah  $-f_{\text{tabel}} \leq f_{\text{hitung}} \leq f_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima begitupun sebaliknya. Jadi dari hipotesis kalimat tersebut dibuatlah hipotesis statistik untuk uji t dan uji f pada *Ash Fusion Temperature* AFT suhu reduksi dan oksidasi. Pada hipotesis uji t dan uji f terdapat hasilnya ada t tabel dan f tabel untuk menentukan tersebut, batas kritis pada uji t tabel dan f tabel tingkat signifikansi yang digunakan 5%. selanjutnya banyaknya sampel digunakan untuk menentukan derajat bebas (db) atau df, maka dari hasil batas kritis tersebut didapatkan t tabel dan f tabel.

## 4.6 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.6.1 Hasil

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data hasil hipotesis statistik suhu reduksi dan oksidasi pada empat kategori *Ash Fusion Temperature*.

Masing-masing hasil tersebut, dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 3 Hipotesis Statistik Uji t Satu Sampel Dua Arah Suhu Reduksi AFT

No	Uji dua pihak	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$	$H_0 : \mu_1 = 1257$	$H_0 : \mu_1 = 1287$	$H_0 : \mu_1 = 1309$	$H_0 : \mu_1 = 1367$
2.	$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0$	$H_1 : \mu_1 \neq 1257$	$H_1 : \mu_1 \neq 1287$	$H_1 : \mu_1 \neq 1309$	$H_1 : \mu_1 \neq 1367$
3.	Kriteria uji	$-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{table}}$			
4	Hasil	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima

Tabel 4. 4 Data Hasil Uji t AFT Suhu Reduksi

No.	Nilai hasil uji t	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	Mean terukur (x)	1256,2	1286,3	1306,6	1367,1
2.	Mean CRM ( $\mu$ )	1257	1287	1309	1367
3.	SD	5,25	5,48	9,31	12,84
4.	$\sqrt{n}$	3,16	3,16	3,16	3,16
5.	$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}}$	0,482	0,404	0,815	0,025
6.	$t_{\text{table}}$	2,262	2,262	2,262	2,262
7.	Hasil	$0,482 \leq 2,262$	$0,404 \leq 2,262$	$0,815 \leq 2,262$	$0,025 \leq 2,262$

Tabel 4. 5 Hipotesis Statistik Uji t Satu Sampel Dua Arah Suhu Oksidasi AFT

No	Uji dua pihak	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$	$H_0 : \mu_1 = 1349$	$H_0 : \mu_1 = 1383$	$H_0 : \mu_1 = 1398$	$H_0 : \mu_1 = 1429$
2.	$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0$	$H_0 : \mu_1 \neq 1349$	$H_0 : \mu_1 \neq 1383$	$H_0 : \mu_1 \neq 1398$	$H_0 : \mu_1 \neq 1429$
3.	Kriteria uji	$-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq +t_{\text{tabel}}$			
4	Hasil	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima

Tabel 4. 6 Data Hasil Uji t AFT Suhu Oksidasi

No.	Nilai hasil uji t	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	Mean terukur (x)	1349,4	1381,8	1397,8	1426,9
2.	Mean CRM ( $\mu$ )	1349	1383	1398	1429
3.	SD	9,91	4,10	6,03	9,00
4.	$\sqrt{n}$	3,16	3,16	3,16	3,16
5.	$t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}}$	0,128	0,925	0,10	0,74
6.	$t_{\text{tabel}}$	2,262	2,262	2,262	2,262
7.	Hasil	$0,128 \leq 2,262$	$0,925 \leq 2,262$	$0,10 \leq 2,262$	$0,74 \leq 2,262$

Tabel 4. 7 Hipotesis Statistik Uji f Satu Sampel Dua Arah Suhu Reduksi AFT

No	Uji dua pihak	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$	$H_0 : \mu_1 = 18$	$H_0 : \mu_1 = 13$	$H_0 : \mu_1 = 17$	$H_0 : \mu_1 = 34$
2.	$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0$	$H_0 : \mu_1 \neq 18$	$H_0 : \mu_1 \neq 13$	$H_0 : \mu_1 \neq 17$	$H_0 : \mu_1 \neq 34$
3.	Kriteria uji	$-f_{\text{tabel}} \leq f_{\text{hitung}} \leq +f_{\text{tabel}}$			
4	Hasil	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima

Tabel 4. 8 Data Hasil Uji f Suhu Reduksi AFT

No.	Nilai hasil uji f	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	SD terukur	5,25	5,48	9,31	12,84
2.	SD CRM	18	13	17	34
3.	$f_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	0,08	0,18	0,30	0,14
4.	$f_{table}$	2,15	2,14	2,15	2,14
5.	Hasil	$0,085 \leq 2,153$	$0,18 \leq 2,14$	$0,30 \leq 2,15$	$0,14 \leq 2,14$

Tabel 4. 9 Hipotesis Statistik Uji f Satu Sampel Dua Arah Suhu Oksidasi AFT

No	Uji dua pihak	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$	$H_0 : \mu_1 = 18$	$H_0 : \mu_1 = 8$	$H_0 : \mu_1 = 9$	$H_0 : \mu_1 = 17$
2.	$H_1 : \mu_1 \neq \mu_0$	$H_0 : \mu_1 \neq 18$	$H_0 : \mu_1 \neq 8$	$H_0 : \mu_1 \neq 9$	$H_0 : \mu_1 \neq 17$
3.	Kriteria uji	$-f_{table} \leq f_{hitung} \leq +f_{table}$			
4	Hasil	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima	$H_0 : \mu_1 = \mu_0$ Diterima

Tabel 4. 10 Data Hasil Uji f Suhu Okidasi AFT

No.	Nilai hasil uji f	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1.	SD terukur	9,91	4,10	6,03	9,00
2.	SD CRM	18	8	9	17
3.	$f_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	0,30	0,26	0,449	0,280
4.	$f_{table}$	2,17	2,18	2,17	2,17
5.	Hasil	$0,30 \leq 2,17$	$0,26 \leq 2,18$	$0,449 \leq 2,17$	$0,280 \leq 2,17$

#### 4.6.2 Pembahasan

Pada verifikasi metode yang dilakukan terdapat dua parameter uji yaitu akurasi dan presisi. Untuk parameter akurasi menggunakan metode perbandingan rata-rata yang terukur dengan nilai benar yang ada di ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Sampless*), sehingga hasilnya melakukan uji t sedangkan untuk parameter presisi tidak terdapat nilai *repeatability* dan *reproducibility*. Karena tidak terdapat nilai tersebut, maka presisi menggunakan metode perbandingan pada SD (Standar Deviasi) yang terukur dengan SD (Standar Deviasi) ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Sampless*) sehingga presisi menggunakan uji f.

Pada penentuan uji t dan f terlebih dahulu ditentukan uji hipotesisnya. Uji hipotesis yang dijelaskan pada tabel hasil adalah mempunyai kriteria pengujian dua arah. Kriteria pengujian dua arah yaitu menghasilkan kesimpulan hipotesis nol diterima. Untuk hasil uji t hipotesisnya diterima ketika hasil rata-rata *Ash Fusion Temperature* sama dengan ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Sampless*) sedangkan pada presisi hipotesisnya diterima ketika SD (Standar Deviasi) sama dengan ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Sampless*).

Setelah uji hipotesis ditentukan, selanjutnya hasil uji empat kategori *Ash Fusion Temperature* yaitu pada hasil uji t untuk menentukan hasil t hitung dan t tabel dimana pada t tabel harus menentukan batas kritis untuk tingkat signifikansi 5% , dan derajat bebasnya (db), kemudian tentukan nilai t tabel dari tabel uji t (lampiran 4 tabel uji t dan f). Setelah nilai t tabel didapatkan, lalu bandingkan t hitung dengan t tabel dengan kriteria pengujian dua pihak. Uji dua pihak hasilnya yaitu untuk empat kategori *Ash Fusion Temperature* pada tabel hasil 4.4 dan 4.6

adalah  $t \text{ hitung} \leq t \text{ tabel}$ . Sehingga hasil hipotesis nol diterima. Sedangkan pada presisi hasil  $f \text{ hitung}$  dari nilai SD (Standar Deviasi) terukur dengan SD (Standar Deviasi) ACIRS (*Australian Coal Industry Reference Sampless*) dibagi. Setelah diketahui  $f \text{ hitung}$ , maka untuk  $f \text{ tabel}$  dari menentukan batas kritis dari taraf signifikansi 5%, setelah itu tentukan derajat bebasnya dengan mencari nilai  $db_1$  dan  $db_2$ . Kemudian, cari nilai  $f \text{ tabel}$  dari tabel uji  $f$  (lampiran 4 tabel uji  $t$  dan  $f$ ). Setelah nilai  $f \text{ tabel}$  didapatkan, lalu bandingkan  $f \text{ hitung}$  dengan  $f \text{ tabel}$  dengan kriteria pengujian dua pihak. Uji dua pihak hasilnya yaitu untuk empat kategori *Ash Fusion Temperature* pada tabel hasil 4.8 dan 4.10 adalah  $f \text{ hitung} \leq f \text{ tabel}$ . Sehingga hasil hipotesis nol diterima.

## **4.7 Penutup**

### **4.7.1 Kesimpulan**

1. Hasil akurasi menggunakan ACIRS-A1-2016 pada empat kondisi *Ash Fusion Temperature* dapat diterima hipotesis statistiknya.
2. Hasil presisi menggunakan ACIRS-A1-2016 pada empat kondisi *Ash Fusion Temperature* dapat diterima hipotesis statistiknya.
3. Metode ASTM D1857 pada penentuan *Ash Fusion Temperature* ini, dapat digunakan di laboratorium batu bara PT SUCOFINDO cabang padang untuk pengujian dan analisis rutin.

### **4.7.2 Saran**

Sebaiknya untuk analisis *Ash Fusion Temperature* berikutnya dilakukan verifikasi metode prosedur standar uji *Ash Fusion Temperature* berdasarkan ISO 540 : 2008 (E) : *Hard coal and coke-Determination of ash-fusibility*.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukannya Kuliah Kerja Praktik (KKP) di laboratorium PT SUCOFINDO cabang Padang pada 01 Agustus 2022 – 31 Maret 2023, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari delapan kompetensi yang ditetapkan kampus, PT SUCOFINDO cabang Padang telah menerapkan delapan kompetensi diantaranya meliputi pengenalan perusahaan, teknik sampling, analisis sampel, penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), penerapan QC dan QA, IPAL dan analisis mutu limbah, manajemen mutu laboratorium dan validasi metode uji.
2. Mahasiswa dapat memahami berbagai proses pengujian dan standar mutu yang digunakan terhadap analisis sampel uji selama KKP di PT SUCOFINDO Padang.
3. Pada KKP tahap 2 Mahasiswa sudah menyelesaikan delapan kompetensi. dan mendapatkan judul dari pembimbing lapangan untuk verifikasi metode prosedur standar ASTM D1867 pada uji *Ash Fusion Temperature*
4. Dalam pelaksanaan KKP ini mahasiswa mendapatkan banyak pengetahuan secara nyata dalam menerapkan ilmu yang diperoleh di bangku kuliah, sehingga dapat dipraktikkan secara maksimal dan optimal ketika melaksanakan KKP.

## 5.2 Saran

Setelah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Praktik (KKP), penulis mencoba untuk memberikan beberapa saran kepada pihak industri dan pihak Perguruan Tinggi yang sekiranya dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan guna kemajuan dimasa mendatang, diantaranya:

1. PT SUCOFINDO cabang Padang dapat mempertahankan komitmennya dalam bidang pengujian serta dapat mempertahankan dan meningkatkan kerja sama dengan dunia pendidikan dan teknologi untuk kemajuan bersama.
2. Sebaiknya pelaksanaan Kuliah Kerja Praktik berikutnya mahasiswa dikasih kesempatan untuk mencoba semua parameter uji analisis sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, U. 2006. *Kinerja Sistem Lumpur Aktif pada Pengolahan Limbah Cair*. Surabaya.
- Aditya, 2010. Analisis Hubungan Stres Kerja, Kompensasi Langsung dan Komitmen Organisasi pada Perusahaan Distribusi Peralatan Kesehatan Nasional. *Jurnal Kewarganegaraan*.
- Agrahari and Youan, Permatasari, D. I. (2020). Pengujian aplikasi menggunakan metode load testing dengan apache jmeter pada sistem informasi pertanian. *JUSTIN (Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi)*, 8(1), 135-139.
- Alegre et al, Lana, M. C. D., & Indrawati, K. R. (2021). Peranan kualitas persahabatan dan kecerdasan emosional pada kebahagiaan remaja. *Jurnal Psikologi Udayana*, 8(1), 95-108.
- Araujo, Isharyadi, F., Sitanggang, A. B., Faridah, D. N., & Andarwulan, N. (2019). VERIFIKASI METODE PENGUJIAN DENSITAS CRUDE PALM OIL MENGGUNAKAN STANDAR ISO 6883: 2017. *Jurnal Standardisasi*, 21(2), 161-169.
- Armstrong, dan Kotler, Lubis, A. A. 2008. Pengaruh Harga Dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Surat Kabar Pada PT. Suara Barisan Hijau Harian Orbit Medan. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 16(2).
- Arya, R dan Daffa, M. 2022. *Verifikasi Metode General Analisis batu bara*. [https://s.id/VerifikasiMetodeGenaralAnalisisbatu bara](https://s.id/VerifikasiMetodeGenaralAnalisisbatu%20bara). Diakses tanggal 25 Januari 2023.
- Assauri, Hilary, D., & Wibowo, I. 2012. Pengaruh Kualitas Bahan Baku Dan Proses Produksi Terhadap Kualitas Produk Pt. Menjangan Sakti. *Jurnal Manajemen Bisnis Krisnadwipayana*, 9(1), 19-26.
- ASTM D1857/D1857M-18: *Standard Test Method for Fusibility of Coal and Coke Ash*.
- Azwar, HANAFI, A. I. 2023. ANALISIS PATAHNYA CRANE KAPAL MV. PANCARAN 1 5505 PADA SAAT PROSES MUAT (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).
- Barthos, Basir. 2012. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Beg et al, Jayadi, L. (2022). Analysis of Salicylic Acid in Face Creams Circulating in the Big Market Malang City. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*, 6(1), 14-20.

- Betz et al, Simamora, A. N., Dinarti, D., & Sudarsono, S. 2020. Validasi Metode Analisis Zeatin Menggunakan Teknik Ultra High Performance Liquid Chromatography (UHPLC) sebagai Instrumen Studi Kultur In vitro Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 28(1), 15-28.
- Cahyono, Jasin, F. M. 2022. BAB 2 STUDI KARAKTERISTIK LIMBAH. *Proses Pengolahan Limbah*, 17.
- Cambridge Dictionaries, Hanifuddin, M. 2011. *Konsolidasi Demokrasi Dan Performa Komunikatif: Studi atas Peran Komisi Pemberantasan Korupsi dalam Konsolidasi Demokrasi Indonesia Pasca Reformasi* (Bachelor's thesis, FISIP UIN Jakarta).
- Dantes, N., & Sulastri, M. 2014. Korelasi konsep diri dan sikap religiusitas terhadap kecenderungan perilaku menyimpang dikalangan siswa pada kelas XI SMA Negeri 4 Singaraja tahun ajaran 2013/2014. *Jurnal Ilmiah Bimbingan Konseling Undiksha*, 2(1).
- Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi. 2006. *Undang- Undang No.1 Tahun 1970 tentang Keselamatan*. Jakarta: Depnakertrans.
- Ewart et al, SIREGAR, S. 2011. *Menuju Sustainable Development (Solusi Sustainable Growth)*.
- Fauzi, A. 2011. Etika Bisnis Islam Dalam Transaksi Jual Beli di Pasar Tradisional Ngronggo Kota Kediri. *Jurnal At-Tamwil: Kajian Ekonomi Syariah*, 2(2), 139-152.
- Gasperz, Vincent. 2006. *Total Quality Management*. PT Gramedia Utama. Jakarta.
- Greenberg. Paul. 2010. *CRM at the speed of light : Social CRM Strategies, Tool, and Techniques for Engaging Your Customer. (4th edition)*. NewYork: McGraw-Hill, Inc.
- Gumustas et al, ASWAL HARIYANTO, Y. A. N. T. O. 2019. VERIFIKASI PENENTUAN ANGKA BAKTERI *Escherichia coli* DENGAN SAMPEL YANG DI-SPIKE MENGGUNAKAN METODE Colony Forming Unit (CFU) (Doctoral dissertation, Stikes Perintis Padang).
- Hadi, A. 2018. *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian & Laboratorium Kalibrasi ISO/IEC 17025: 2017*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hadi, Anwar 2018, *Pemahaman dan Penerapan ISO/IEC 17025: 2005*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Hasibuan, N. A. (2010). Analisis Struktur Organisasi Terhadap Kinerja Sekretariat Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Kabupaten Buleleng. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 408-421.
- HIDAYAT, K., Handayani, R., & Eko, H. 2018. ANALISIS KUALITAS BATUBARA UMPAN TERHADAP POTENSI SLAGGING PADA BOILER DI PLTU KEBANG AGUNG 2X 135 MW PT. CHD KABUPATEN LAHAT PROVINSI SUMATERA SELATAN (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- ICH, Suoth, E. J. 2022. ANALISIS SEDIAAN FARMASI. Penerbit Lakeisha. International Labour Organization (ILO). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana untuk Produktivitas*. Jakarta: *International Labour Organization*. 2013.
- ISO 17025: 2017 klausul 3.8 tentang verifikasi metode persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian.
- ISO 17025:2017 tentang sebuah persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian.
- Kansil. 2001. *Hukum Perusahaan Indonesia*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Keller, dan Kotler, Sahetapy, J. P. 2013. Diferensiasi produk, strategi merek, pengaruhnya terhadap keputusan pembelian meubel UD Sinar Sakti Manado. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 1(3).
- Keputusan Kementerian Perindustrian dan Perdagangan RI No. 231/MPP/Kep/7/1997 pasal 1 tentang prosedur impor limbah.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja R.I. No. Kep. 463/MEN/1993 tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja.
- Ketut, Zaki, M., & Saiman, S. 2021. Kajian tentang Perumusan Hipotesis Statistik Dalam Pengujian Hipotesis Penelitian. *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 4(2), 115-118.
- Khadijah, K., & Amelia, N. 2012. Asesmen perkembangan kognitif anak usia 5-6 tahun. *Al-Athfaal: Jurnal Ilmiah Pendidikan Anak Usia Dini*, 3(1), 69-82.
- Kholmi, M. 2013. Pendampingan Penyusunan Pelaporan Keuangan Pada Kelompok Usaha Kecil Dan Menengah Brosem Semeru. *Jurnal Pengabdian Dan Peningkatan Mutu Masyarakat (Janayu)*, 1(1), 60-74.
- Kinichi, dan Kreitner. 2003. *Perilaku Organisasi*. Jakarta: Salemba Empat.

- Komaruddin, Septiani, Y., Aribbe, E., & Diansyah, R. 2020. Analisis Kualitas Layanan Sistem Informasi Akademik Universitas Abdurrah Terhadap Kepuasan Pengguna Menggunakan Metode Sevqual (Studi Kasus: Mahasiswa Universitas Abdurrah Pekanbaru). *Jurnal Teknologi Dan Open Source*, 3(1), 131-143.
- Kruve et al, Arikalang, T. G. 2018. Optimasi dan validasi metode analisis dalam penentuan kandungan total fenolik pada ekstrak daun gedi hijau (*Abelmoschus manihot* L.) yang diukur dengan spektrofotometer UV-vis. *PHARMACON*, 7(3).
- Maisaldi, Rohima, A. 2012. ANALISIS DAN PENERAPAN QUALITY CONTROL (QC) DAN QUALITY ASSURANCE (QA) PADA PELAKSANAAN PROYEK GEDUNG (Studi Kasus: Telkom University Landmark Tower Kabupaten Bandung) (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Margono, Ul'fah Hernaeny, M. P. 2004. Populasi Dan Sampel. *Pengantar Statistika*, 1, 33.
- Mark, B. 2016. *Certification Report ACIRS-A1-2016 Fly Ash Reference Material*. <https://s.id/SertifikatACIRS-A1-2016>. Diakses tanggal 17 Januari 2023.
- Marwati, S. 2013. Pemanfaatan limbah bonggol pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. *Jurnal Sains Dasar*, 2(1).
- Mulyadi, WULAN, F. N. 2013. Prosedur Pemberian Pinjaman Kredit Cepat Aman (KCA) pada Kantor Cabang Perum Pegadaian Kelas III Bangil Pasuruan (Doctoral dissertation, STIE Perbanas Surabaya).
- Peris-Vicente et al, Utami, A. R. (2017). Verifikasi Metode Pengujian Sulfat Dalam Air dan Air Limbah Sesuai SNI 6989.20: 2009. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 2(1), 19-25.
- Ravisankar et al, Puspitasari, A. D., Sumantri, S., & Pawae, P. N. A. 2017. VALIDASI METODE PENETAPAN KADAR ASIKLOVIR DALAM SEDIAAN SALEP MENGGUNAKAN KROMATOGRAFI CAIR KINERJA TINGGI (KCKT). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(2).
- Riyanto. 2019. *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesusai dengan ISO/IEC 17025 laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Sepfitrah, Aziz, M. A., Wahyuni. 2022. KARAKTERISASI BATUBARA LOW-RANK ASAL JAMBI DAN BEBERAPA DAERAH DI INDONESIA SEBAGAI BAHAN BAKU PUPUK HUMAT. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 18(1), 1-11.
- SNI ISO 9001:2015-Sistem Manajemen Mutu- Persyaratan.

- Sugiyono, Anggraini, D. 2020. Relasi Kompensasi dengan Produktivitas kerja Studi Kasus PT. Asuransi Jiwasraya (Persero). *BISMA Cendekia*, 1(1), 15-22.
- Sugiyono, Dewi. 2020. PENGARUH CITRA DESTINASI WISATA KAMPUNG BLEKOK DALAM MENENTUKAN MINAT BERKUNJUNG KEMBALI TERHADAP KEPUASAN PENGUNJUNG SEBAGAI VARIABEL INTERVENING. In *PROSIDING SEMINAR NASIONAL UNARS* (Vol. 1, No. 1, pp. 220-226).
- Sugiyono, Pertiwi, I. N., Sumarno, S., & Dwi, A. 2017. Pengaruh Model Make A Match Berbantu Media Kartu Bergambar terhadap Kemampuan Membaca dan Menulis. *Mimbar PGSD Undiksha*, 7(3).
- Suharsimi, Irawan, M. R. N. 2016. Pengaruh modal usaha dan penjualan terhadap laba usaha pada perusahaan penggilingan padi UD. Sari Tani Tenggerejo Kedungpring Lamongan. *Jurnal Penelitian Ekonomi dan Akuntansi (JPENSI)*, 1(2), 8-Halaman.
- Suharto, Sari, R. P. 2017. Peranan Pengendalian Internal terhadap Penilaian Kinerja Proyek (Studi Kasus pada PT. Chiwa Indonesia di Bandung) (Doctoral dissertation, Universitas Widyatama).
- Sukandarrumidi, Astuti, W., & Kurniawan, B. 2015. Adsorpsi Pb<sup>2+</sup> Dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom Dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 27-33.
- Sumarni, Murti. 1997. *Pengantar Bisnis (Dasar-dasar Ekonomi Perusahaan)*. Yogyakarta: Liberty.
- Tarwaka. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- TRANSMIGRASI, Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan. REPUBLIK INDONESIA NOMOR PER/08/MEN/VII/2010 ALAT PELINDUNG DIRI.
- Verder, C. G. 2022. *Petunjuk Pemasangan, Pengoperasian dan Pemeliharaan TungkuFusiAbubatubara1600°C-CAFG5*. <https://s.id/CarboliteGeroCAFG5>. diakses tanggal 02 Maret 2023.
- Wagiyono, NASIONAL, D. P. 2003. MENGAMBIL CONTOH BAHAN PADATAN, CAIRAN DAN SEMIPADAT.
- Wardani, D. K. (2020). *Pengujian Hipotesis (deskriptif, komparatif dan asosiatif)*. LPPM Universitas KH. A. Wahab Hasbullah.
- Wibisono, Dermawan. 2006. *Manajemen Kinerja*. Jakarta: Erlangga.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Data Ash Fusion Temperature Suhu Reduksi

No.	<i>Deformation °C</i>	<i>Spherical °C</i>	<i>Hemispherical °C</i>	<i>Flow °C</i>
1	1252	1281	1314	1350
2	1256	1280	1305	1355
3	1247	1278	1296	1370
4	1252	1286	1299	1379
5	1260	1290	1307	1384
6	1259	1294	1294	1360
7	1253	1288	1318	1349
8	1265	1284	1320	1369
9	1260	1289	1313	1375
10	1258	1293	1300	1380
Rata-rata x	1256,2	1286,3	1306,6	1367,1
SD terukur	5,25	5,48	9,31	12,84

(Lanjutan)

**Lampiran 2. Data Ash Fusion Temperature Suhu Oksidasi**

No.	<i>Deformation</i> °C	<i>Spherical</i> °C	<i>Hemispherical</i> °C	<i>Flow</i> °C
1	1339	1380	1389	1419
2	1343	1378	1394	1415
3	1335	1380	1390	1420
4	1355	1377	1396	1425
5	1359	1382	1400	1418
6	1353	1385	1395	1430
7	1340	1384	1405	1428
8	1347	1377	1402	1435
9	1360	1389	1407	1439
10	1363	1386	1400	1440
Rata-rata x	1349.4	1381.8	1397.8	1426.9
SD terukur	9.91	4.10	6.03	9.00

(Lanjutan)

### Lampiran 3. Perhitungan *Ash Fusion Temperature* suhu reduksi

#### 3.1 Perhitungan IDT *Initial Deformation temperature* (reduksi)

Pembagian pada perhitungan IDT dengan kondisi suhu reduksi ada dua perhitungan sebagai berikut:

##### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0$  :  $\mu_1$  = hasil rata-rata reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS

$H_1$  :  $\mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS

2. Hipotesis statistik

$H_0$  :  $\mu_1 = 1257$

$H_1$  :  $\mu_1 \neq 1257$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1256,2$ ,  $\mu = 1257$ , SD terukur = 5,25,  $n_1 = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,

$$db_1 = (10-1=9)$$

Dijawab:

$$\begin{aligned} t_{hitung} &= \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}} \\ &= \frac{1256,2 - 1257}{5,25 / \sqrt{10}} \\ &= \frac{-0,8000}{1,6586} \\ &= -0,4823 \end{aligned}$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,4823$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $- t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,482 \leq +2,262$ .

Jadi kesimpulannya

$H_0$  :  $\mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
diterima

$H_1$  :  $\mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

ditolak

**b. Perhitungan uji f**1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*)  
ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*)  
ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 18$

$H_1 : \mu_1 \neq 18$

Diketahui :SD CRM terukur = 5,25, SD CRM = 18, db1 =9, n2=37, df2=(37-1=36)

Dijawab :

$$\begin{aligned} f_{hitung} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\ &= \frac{5.25^2}{18^2} \\ &= \frac{27.51}{324} \\ &= 0.085 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ ,  $f_{tabel} = db1 =9$  dan  $df2=36$  ; maka  $f_{tabel}$  dari F9;36 adalah 2,15. Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $- f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,158 \leq 0,085 \leq +2,158$ .

Jadi kesimpulannya :

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
ditolak

**3.2 Perhitungan ST Softening Temperature (reduksi)**

Pembagian pada perhitungan ST dengan kondisi suhu reduksi ada dua perhitungan sebagai berikut:

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

**a. Perhitungan uji t**1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat $H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS $H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

 $H_0 : \mu_1 = 1287$  $H_1 : \mu_1 \neq 1287$ Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1286,3$ ,  $\mu = 1287$ , SD terukur = 5,48,  $n_1 = 10$ ,  $\alpha = 0.05$ ,

$$db_1 = (10-1=9)$$

Dijawab:

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}} \\
 &= \frac{1286.3 - 1287}{5.48 / \sqrt{10}} \\
 &= \frac{-0.7}{1.73} \\
 &= -0.404
 \end{aligned}$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,404$ untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262.Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $- t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,404 \leq +2,262$ 

Jadi kesimpulannya :

 $H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS diterima $H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS ditolak**b. Perhitungan uji f**1.3  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat $H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS $H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

2.3 Hipotesis Statiik

 $H_0 : \mu_1 = 13$  $H_1 : \mu_1 \neq 13$

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

Diketahui : SD CRM terukur = 5,48 , SD CRM = 13, db1 =9, n2=38, df2=(38-1=37)

Dijawab :

$$\begin{aligned} f_{hitung} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\ &= \frac{5.48^2}{13^2} \\ &= \frac{30.01}{169} \\ &= 0.18 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ ,  $f_{tabel} = db1 =9$  dan  $df2=37$  ; maka dari  $F_{9;37}$  adalah 2,14. Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $- f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,14 \leq 0,18 \leq +2,14$ .

Jadi kesimpulannya:

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi ST (*Softening Temperature*) ACIRS ditolak

### 3.3 Perhitungan HT *Hemispherical Temperature* (reduksi)

Pembagian pada perhitungan HT dengan kondisi suhu reduksi ada dua perhitungan sebagai berikut:

#### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 1309$

$H_1 : \mu_1 \neq 1309$

Diketatui: Rata-rata  $x = 1306.6$ ,  $\mu = 1309$ , SD terukur =9.31,  $n1= 10$ ,  $a = 0.05$ ,

$db1 = (10-1=9)$

Dijawab:  $t_{hitung} = \frac{x - \mu}{SD / \sqrt{n}}$

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1306.6 - 1309}{9.31 / \sqrt{10}} \\
 &= \frac{-2.4}{2.94} \\
 &= -0.815
 \end{aligned}$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0.815$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0.05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2.262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2.262 \leq 0,815 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS ditolak

### **b. Perhitungan uji f**

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 17$

$H_1 : \mu_1 \neq 17$

Diketahui :

SD CRM terukur = 9.31, SD CRM = 17,  $db_1 = 9$ ,  $n_2 = 37$ ,  $df_2 = (37 - 1) = 36$

Dijawab :

$$\begin{aligned}
 f_{hitung} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\
 &= \frac{9.31^2}{17^2} \\
 &= \frac{86.71}{289} \\
 &= 0.300
 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0.05$ ,  $f_{tabel} = db_1 = 9$  dan  $df_2 = 36$ ; maka dari  $F_{9;36}$

adalah 2.15. Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2.15 \leq 0,300 \leq +2,15$ .

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

Jadi kesimpulannya :

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS ditolak

### 3.4 Perhitungan FT *Fluid Temperature* (reduksi)

Pembagian pada perhitungan FT dengan kondisi suhu reduksi ada dua perhitungan sebagai berikut:

#### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 1367$

$H_1 : \mu_1 \neq 1367$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1367,1$ ,  $\mu = 1367$ , SD terukur = 12,84,  $n_1 = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,  
 $df = (10-1=9)$

Dijawab:

$$\begin{aligned} t_{hitung} &= \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}} \\ &= \frac{1367,1 - 1367}{12,84 / \sqrt{10}} \\ &= \frac{0,1}{4,06} \\ &= 0,025 \end{aligned}$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,025$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,025 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya

(Lanjutan sambungan lampiran 3)

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS ditolak

**b. Perhitungan uji f**

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 34$

$H_1 : \mu_1 \neq 34$

Diketahui :

SD CRM terukur = 1284, SD CRM = 34, db1 =9, n2=38, db2 =(38-1=37)

Dijawab :

$$\begin{aligned} f_{hitung} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\ &= \frac{12.84^2}{34^2} \\ &= \frac{164.99}{1156} \\ &= 0.143 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ , F tabel = db1 =9 dan db2 =37 ; maka dari F9;37 adalah 2.14. Kriteria pengujian dua arah: "Jika - f tabel  $\leq$  f hitung  $\leq$  f tabel maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2.14 \leq 0,143 \leq +2,14$ .

Jadi kesimpulannya

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi reduksi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS ditolak

(Lanjutan)

## Lampiran 4. Perhitungan *Ash Fusion Temperature* Suhu Oksidasi

### 4.1 Perhitungan IDT *Initial Deformation temperature* (oksidasi)

Pembagian pada perhitungan IDT dengan kondisi suhu oksidasi ada dua perhitungan sebagai berikut:

#### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0$  :  $\mu_1$  = hasil rata-rata oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS

$H_1$  :  $\mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS

2. Hipotesis statistik

$H_0$  :  $\mu_1 = 1349$

$H_1$  :  $\mu_1 \neq 1349$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1349,4$ ,  $\mu = 1349$ , SD terukur = 9,91,  $n_1 = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,  $df_1 = (10-1=9)$

Dijawab:  $t_{hitung} = \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}}$

$$= \frac{1349,4 - 1349}{9,91 / \sqrt{10}}$$

$$= \frac{0,4000}{3,1348}$$

$$= 0,128$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,128$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262. Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,128 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya

$H_0$  :  $\mu_1$  = hasil rata-rata oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
diterima

$H_1$  :  $\mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
Ditolak

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

### **b. Perhitungan uji f**

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*)  
ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*)  
ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 18$

$H_1 : \mu_1 \neq 18$

Diketahui : SD CRM terukur = 9,91 , SD CRM = 18, db1 =9, n2=35, db2 =(35-1=34)

$$\begin{aligned} \text{Dijawab : } f_{\text{hitung}} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\ &= \frac{9.91^2}{18^2} \\ &= \frac{98.27}{324} \\ &= 0.303 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ , F tabel = db1 =9 dan db2 =34 ; maka dari F9;34 adalah 2,17. Kriteria pengujian dua arah: "Jika - f tabel  $\leq$  f hitung  $\leq$  f tabel maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,17 \leq 0,303 \leq +2,17$ .

Jadi kesimpulannya

$H_0 : \mu_1 =$ Standar Deviasi oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi IDT (*Initial Deformation temperature*) ACIRS  
ditolak

### **4.2 Perhitungan ST Softening temperature (oksidasi)**

Pembagian pada perhitungan ST dengan kondisi suhu oksidasi ada dua perhitungan sebagai berikut:

#### **a. Perhitungan uji t**

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 1383$

$H_1 : \mu_1 \neq 1383$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1381,8$ ,  $\mu = 1383$ , SD terukur = 4,10,  $n = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,

$$db1 = (10-1=9)$$

$$\text{Dijawab: } t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}}$$

$$= \frac{1381,8 - 1383}{4,10 / \sqrt{10}}$$

$$= \frac{-1,2000}{1,2979}$$

$$= -0,925$$

Jadi hasil  $t_{\text{hitung}} = 0,925$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{\text{tabel}}$  adalah 2,262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,925 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS ditolak

### **b. Perhitungan uji f**

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 8$

$H_1 : \mu_1 \neq 8$

Diketahui :

SD CRM terukur = 4,10, SD CRM = 8,  $db1 = 9$ ,  $n2=34$ ,  $db2 = (34-1=33)$

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

$$\begin{aligned}
 \text{Dijawab : } f_{\text{hitung}} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\
 &= \frac{4.10^2}{8^2} \\
 &= \frac{16.84}{64} \\
 &= 0.263
 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ ,  $f_{\text{tabel}} = db1 = 9$  dan  $db2 = 33$  ; maka dari  $F_{9;33}$  adalah 2,18. Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-f_{\text{tabel}} \leq f_{\text{hitung}} \leq f_{\text{tabel}}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,18 \leq 0,263 \leq +2,18$ .

Jadi kesimpulannya

$H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi ST (*Softening Temperature*) ACIRS ditolak

#### 4.3 Perhitungan HT *Hemispherical Temperature* (oksidasi)

Pembagian pada perhitungan HT dengan kondisi suhu oksidasi ada dua perhitungan sebagai berikut:

##### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statistik

$H_0 : \mu_1 = 1398$

$H_1 : \mu_1 \neq 1398$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1397,8$ ,  $\mu = 1398$ , SD terukur = 6,03,  $n = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,

$$db1 = (10-1=9)$$

$$\text{Dijawab: } t_{\text{hitung}} = \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}}$$

$$= \frac{1397.8 - 1398}{6.03 / \sqrt{10}}$$

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

$$= \frac{-0.2}{1.91}$$

$$= -0.10$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,10$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika -  $t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,10 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya

$H_0: \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS diterima

$H_1: \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS ditolak

### **b. Perhitungan uji f**

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0: \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

$H_1: \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statistik

$H_0: \mu_1 = 9$

$H_1: \mu_1 \neq 9$

Diketahui : SD CRM terukur = 6,03, SD CRM = 9,  $db_1 = 9$ ,  $n_2 = 35$ ,  $db_2 = (35 - 1 = 34)$

Dijawab :  $f_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$$= \frac{6.03^2}{9^2}$$

$$= \frac{36.40}{81}$$

$$= 0.449$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0.05$ ,  $f_{tabel} = db_1 = 9$  dan  $db_2 = 34$ ; maka dari  $F_{9;34}$  adalah 2.17. Kriteria pengujian dua arah: "Jika -  $f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,17 \leq 0,449 \leq +2,17$ .

Jadi kesimpulannya

$H_0: \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS diterima

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

$H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi HT (*Hemispherical Temperature*) ACIRS ditolak

#### 4.4 Perhitungan FT *Fluid Temperature* (oksidasi)

Pembagian pada perhitungan FT dengan kondisi suhu oksidasi ada dua perhitungan sebagai berikut:

##### a. Perhitungan uji t

1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

$H_0 : \mu_1 = 1429$

$H_1 : \mu_1 \neq 1429$

Diketahui: Rata-rata  $\bar{x} = 1426,9$ ,  $\mu = 1429$ , SD terukur = 9,00,  $n = 10$ ,  $\alpha = 0,05$ ,  
 $df = (10-1=9)$

Dijawab:

$$\begin{aligned} t_{hitung} &= \frac{\bar{x} - \mu}{SD / \sqrt{n}} \\ &= \frac{1426,9 - 1429}{9,00 / \sqrt{10}} \\ &= \frac{-2,1}{2,85} \\ &= -0,74 \end{aligned}$$

Jadi hasil  $t_{hitung} = 0,74$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$  dengan  $df = 9$ , maka diperoleh  $t_{tabel}$  adalah 2,262.

Kriteria pengujian dua arah: "Jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima".

Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,262 \leq 0,74 \leq +2,262$

Jadi kesimpulannya :

$H_0 : \mu_1 =$  hasil rata-rata oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS diterima

$H_1 : \mu_1 \neq$  hasil rata-rata oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS ditolak

(Lanjutan sambungan lampiran 4)

**b. Perhitungan uji f**1.  $H_0$  dan  $H_1$  dalam kalimat $H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS $H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi FT (*Fluid Temperature*) ACIRS

2. Hipotesis Statiik

 $H_0 : \mu_1 = 17$  $H_1 : \mu_1 \neq 17$ 

Diketahui :

SD CRM terukur = 9,00, SD CRM = 17, db1 =9, n2=35, db2 = (35-1=34)

Dijawab :

$$\begin{aligned}
 f_{hitung} &= \frac{S1^2}{S2^2} \\
 &= \frac{9.00^2}{17^2} \\
 &= \frac{80.99}{289} \\
 &= 0.280
 \end{aligned}$$

Untuk taraf signifikansi  $\alpha=0,05$ , F tabel = db1 =9 dan db2 =34 ; maka dari F9;34 adalah 2,17. Kriteria pengujian dua arah: "Jika -  $f_{tabel} \leq f_{hitung} \leq f_{tabel}$  maka  $H_0$  diterima". Ternyata hasil yang didapat adalah  $-2,17 \leq 0,280 \leq +2,17$ .

Jadi kesimpulannya :

 $H_0 : \mu_1 =$  Standar Deviasi oksidasi FT (*Fluid Temperature*)ACIRS diterima $H_1 : \mu_1 \neq$  Standar Deviasi oksidasi FT (*Fluid Temperature*)ACIRS ditolak

(Lanjutan)

**Lampiran 5. Keterangan singkatan rumus perhitungan uji t dan uji f**

No.	Keterangan
1.	SD terukur = Standar Deviasi dari ACIRS percobaan
2.	SD CRM = Standard Deviasi yang didapat dari sertifikat ACIRS
3.	n1 = Jumlah data percobaan uji ACIRS
4.	n2 = Jumlah data percobaan sertifikat ACIRS
5.	$\mu$ = <i>true value</i> , nilai benar dari sertifikat ACIRS
6.	db1 = derajat bebas dari pengurangan Jumlah data percobaan uji ACIRS
7.	db2 = derajat bebas dari pengurangan Jumlah data percobaan sertifikat ACIRS
8.	H <sub>0</sub> = hipotesis nol
9.	H <sub>1</sub> = hipotesis alternatif

(Lanjutan)

## Lampiran 6. Gambar Pengamatan uji *Ash Fusion Temperature*

### 6.1 persiapan standar ACIRS



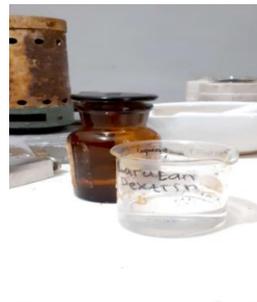
Disiapkan abu batu bara



diambil abu batu bara dan letakkan dalam cawan abu



Abu batu bara sudah diliatkan



diambil larutan dextrin untuk meliatkan abu



Dimasukkan ke cetakan piramid sampai padat



piramid yang diuji verifikasi AFT selesai



(Lanjutan sambungan lampiran 6)

## 6.2 Pengujian *Ash Fusion Temperature* AFT



Dibuka aliran gas suhu reduksi dan oksidasi



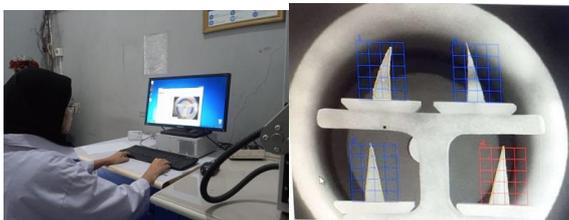
Diatur komputer untuk pengujian reduksi dan oksidasi



Dimasukkan piramid ke tungku *Carbolite Gero CAF G5*



Piramid diletakkan pada alat pemuatan sampel



Dicatat hasil uji *Ash Fusion Temperature* dengan bantuan grid gambar

(Lanjutan)

## Lampiran 7. Tabel Uji t dan Uji f

Tabel L7.1 nilai dalam distribusi uji t tabel untuk satu/dua pihak

NILAI-NILAI DALAM DISTRIBUSI t						
$\alpha$ untuk uji dua pihak ( <i>two tail test</i> )						
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01
$\alpha$ untuk uji satu pihak ( <i>one tail test</i> )						
dk	0,25	0,10	0,005	0,025	0,01	0,005
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	0,727	1,486	2,015	2,571	3,365	4,032
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,165
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	0,695	1,356	1,782	2,178	2,681	3,055
13	0,692	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	0,691	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	0,690	1,341	1,753	2,132	2,623	2,947
16	0,689	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921
17	0,688	1,333	1,743	2,110	2,567	2,898
18	0,688	1,330	1,740	2,101	2,552	2,878
19	0,687	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787
25	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617
$\infty$	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576

(Lanjutan sambungan lampiran 7)

**Tabel L7.2 Tabel F Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilitas = 0,05**

df penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05

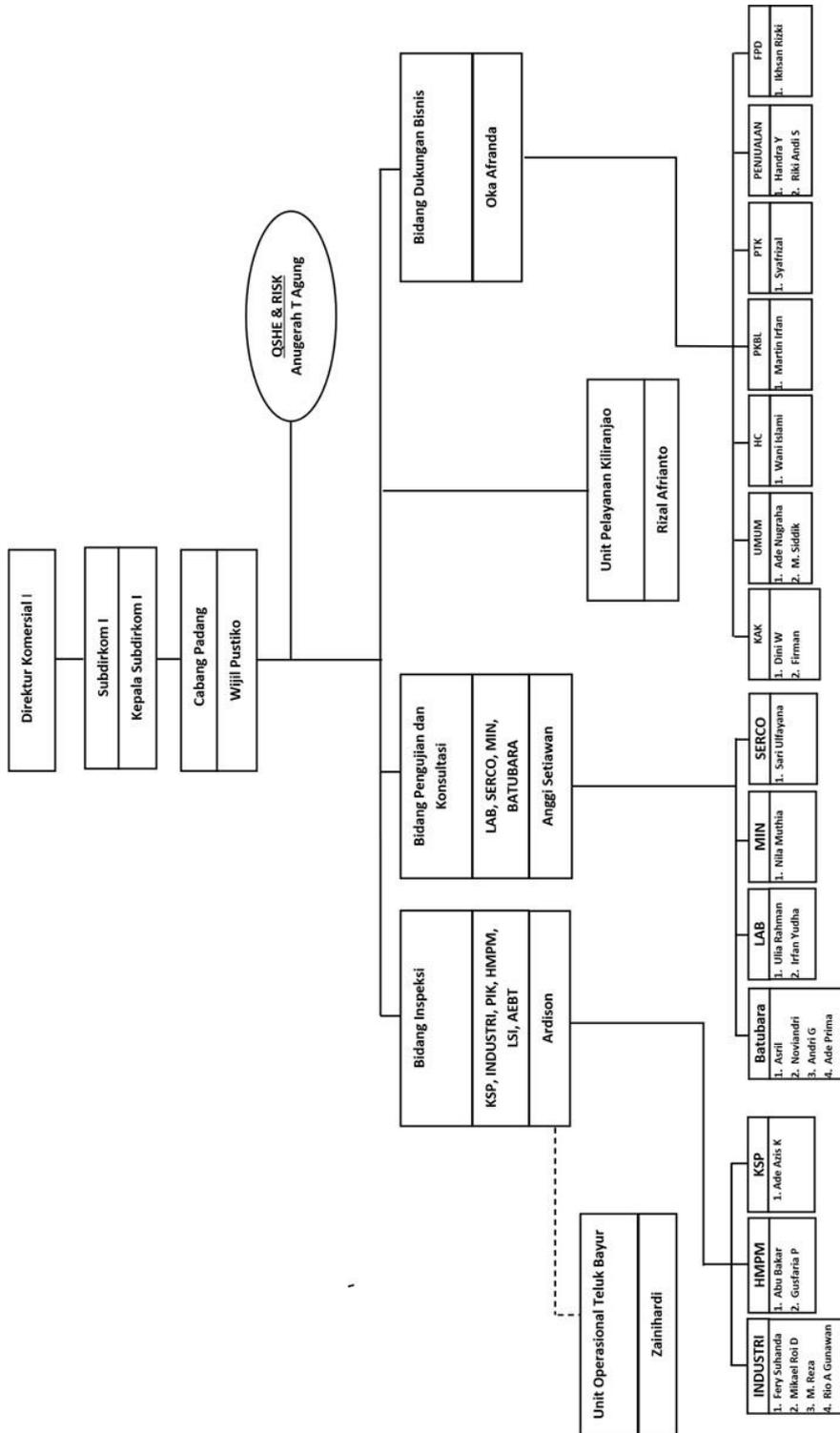
(Lanjutan)

**Lampiran 8. Tabel Nilai Empat Kategori AFT****Tabel L8.1 Tabel Nilai Empat Kategori Ash Fusion Temperature berdasarkan ASTM D1857**

	Properti Nilai <sub>1</sub>	Standar Deviasi <sub>2</sub>	Diperluas Ketakpastian <sub>3</sub>	Jumlah laboratorium
Suhu Reduksi				
<i>Deformation °C</i>	1257	18	7	37
<i>Spherical °C</i>	1287	13	5	38
<i>Hemispherical °C</i>	1309	17	7	37
<i>Flow °C</i>	1367	34	14	38
Suhu Oksidasi				
<i>Deformation °C</i>	1349	18	8	35
<i>Spherical °C</i>	1383	8	3	34
<i>Hemispherical °C</i>	1398	9	4	35
<i>Flow °C</i>	1429	17	7	35

(Lanjutan)

Lampiran 9. Struktur Organisasi



(Lanjutan)

**Lampiran 10. Standar uji ASTM D1857**

PROSEDUR STANDAR UJI ASH FUSION TEMPERATURE  
(AFT) SAMPEL ABU BATUBARA DAN KOKAS  
BERDASARKAN ASTM D1857



yang sama, sampel diambil secara acak dari kuantitas tunggal bahan yang homogen, dengan tingkat kepercayaan 95%.

10.2. Batas reproducibility (R)  
Nilai di bawah dimana perbedaan nilai absolut antara dua hasil pengujian yang dilakukan pada laboratorium yang berbeda, menggunakan sampel yang diambil secara acak dari kuantitas tunggal bahan yang homogen, dengan tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 1. Batas untuk Repeatability dan Reproducibility untuk Temperatur Leleh dari Abu Batubara dan Kokas

	°F	°C
Batas Repeatability (r)	50	30
Batas Reproducibility (R)		
Reducing Atmosphere		
Initial deformation temperature, IT	125	70
Softening temperature, ST	100	55
Hemispherical temperature, HT	100	55
Fluid temperature, FT	150	85
Oxidizing Atmosphere		
Initial deformation temperature, IT	100	55
Softening temperature, ST	100	55
Hemispherical temperature, HT	100	55
Fluid temperature, FT	100	55

11. LAMPIRAN

11.1. Formulir Determination of Ash Fusion Temperature FOR/COAL-OPS/033

11.2. Formulir Uji Kinerja Furnace AFT FOR/COAL-OPS/065