

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 *Finecoal*

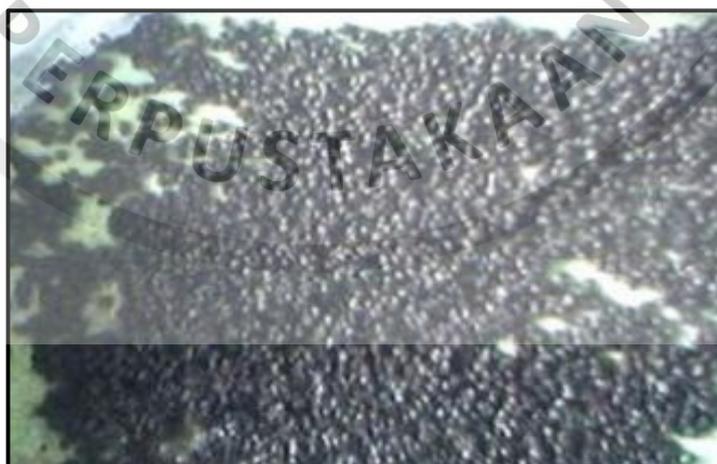
*Finecoal* adalah residual hasil proses produksi batubara yang terbuang bersama lumpur kedalam kolam pengendapan ataupun *tailing dam*. *Finecoal* atau batubara halus memiliki ukuran <200 mesh. Karakteristik kimia *finecoal* sama dengan batubara pada umumnya, namun perbedaannya hanya terletak pada karakter fisiknya saja, dimana *finecoal* memiliki ukuran yang sangat kecil.

Pembentukan batubara terbagi dua tahap yaitu tahap penggabutan (akibat proses biokimia) dan tahap pematubaraan. Proses pematubaraan akan menghasilkan batubara dengan berbagai peringkat sesuai dengan tingkat kematangan bahan organiknya yaitu *lignit-subbituminous*, semi-antrasit, antrasit dan meta-antrasit. Bahan organik batubara (*maceral*) berjumlah sekitar 75% dan sisanya adalah *mineral matter*. Kehadiran mineral berpengaruh terhadap kualitas batubara terutama parameter abu, sulfur dan nilai panas sehingga dapat membatasi penggunaan batubara (Finkelman, 1993). Umumnya mineral utama adalah lempung dan kuarsa sedangkan mineral minor adalah karbonat, sulfida dan sulfat (Edy Nursanto dkk, 2011). Lempung dominan dijumpai pada batubara, sekitar 60 - 80% dari total *mineral matter*. Mineral lempung yang umum terdapat dalam batubara adalah kaolinite, illite dan montmorilonit (Ranton Bustin, 1989). *Mineral matter* pada batubara dapat diartikan sebagai mineral - mineral dan material organik lain yang berasosiasi dengan batubara, yang terdiri dari tiga golongan yaitu mineral dalam bentuk partikel diskrit dan kristalin pada batubara, unsur atau senyawa dan biasanya tidak termasuk unsur nitrogen dan sulfur, dan senyawa

anorganik yang larut dalam air pori batubara dan air permukaan batubara. *Mineral matter* pada batubara dapat berasal dari unsur an-organik pada tumbuhan-tumbuhan pembentuk batubara atau disebut *inherent* mineral serta mineral yang berasal dari luar atau endapan, kemudian berpindah ke dalam cekungan pengendapan batubara melalui air atau angin, disebut *extraneous* atau *adventitious mineral matter*.

Keterdapatannya *finecoal* dianggap menjadi masalah dalam industri pertambangan, baik dalam proses produksi, maupun lingkungan baik itu yang terdapat di kolam pengendapan maupun yang sudah dialirkan ke sungai. Namun *finecoal* bisa memiliki nilai tambah untuk suatu perusahaan bila *finecoal* tersebut dimanfaatkan dengan baik. Salah satu pemanfaatan *finecoal* adalah dijadikan campuran dalam beton, maupun campuran pada proses pembuatan semen.

Terdapat beberapa pengujian yang harus dilakukan untuk mengetahui karakteristik *finecoal* bila akan dimanfaatkan, diantaranya adalah Analisis gravimetri, *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), Spectrofotometri, Analisis proksimat, Analisis *ultimate*, Analisis Aglomerasi (Gambar 3.1).

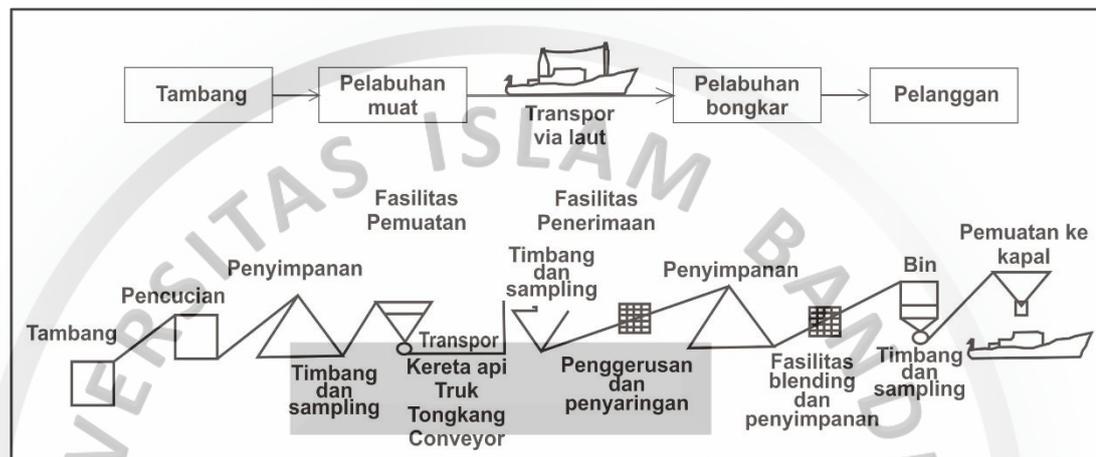


Sumber : Isyatun Rodliyah & Ngurah Radhi, 2008

**Gambar 3.1**  
**Finecoal Hasil Aglomerasi**

### 3.2 Proses Terbentuknya *Finecoal*

Pada industri pertambangan terdapat skema rantai yang disebut dengan *chain coal*, skema tersebut dimulai dari proses produksi batubara hingga batubara dimanfaatkan (Gambar 3.2).

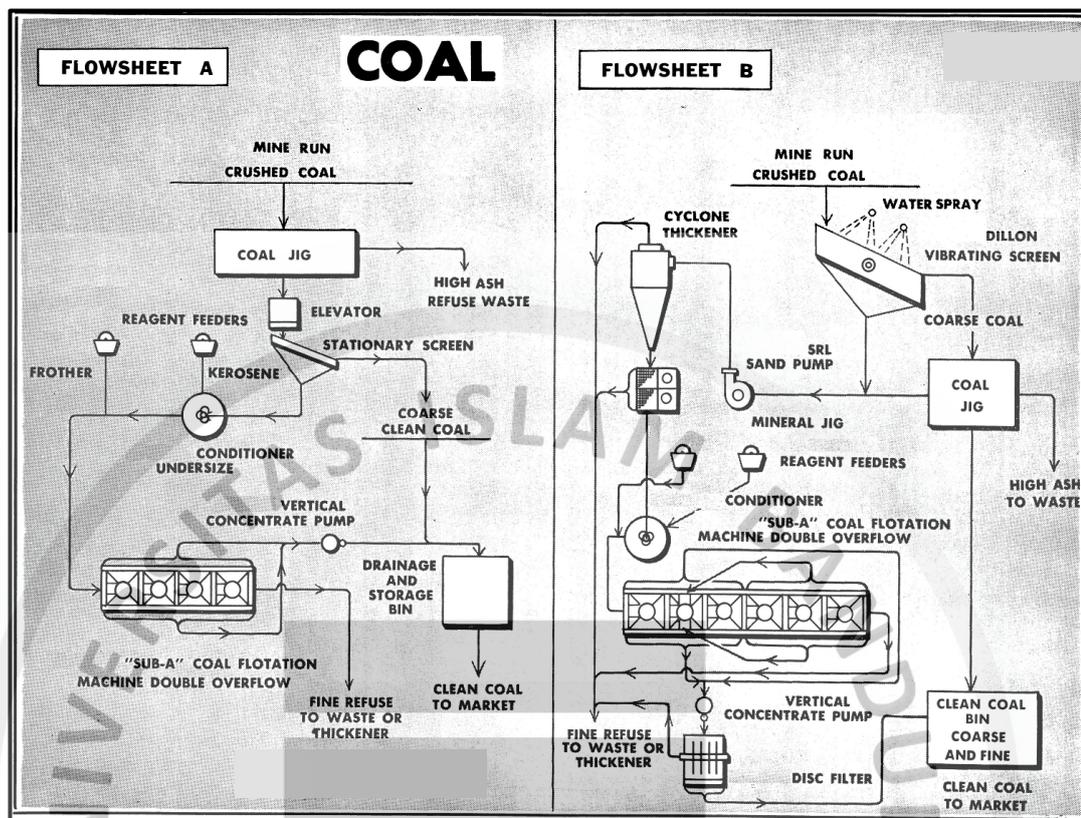


Sumber : Muchjidin, 2006

**Gambar 3.2**  
**Skema Coal Chain**

Batubara hasil penambangan akan diolah pada *preparation plant* dengan tujuan untuk mengontrol kualitas mutu batubara agar memenuhi spesifikasi ekspor batubara. Pada *preparation plant* terdapat dua tempat pengolahan yaitu *crushing plant* dan *washing plant*. Batubara untuk dipasarkan memiliki kriteria ukuran tertentu, sehingga akan dilakukan pengecilan ukuran pada *crushing plant*, batubara yang telah mengalami pengecilan ukuran kemudian akan dipisahkan antara batubara bersih (*clean coal*) dengan batubara kotor. Batubara kotor akan dicuci terlebih dahulu pada *washing plant*, sehingga akan menghasilkan *washed coal* atau *clean coal*. (Gambar 3.3).

Pada proses pencucian tersebut terdapat *losses* batubara sekitar 20%, dan akan menjadi *finecoal* yang bercampur dengan lumpur. *Finecoal* beserta lumpur kemudian akan dialirkan dan diendapkan pada *setling pond* dan dialirkan ke aliran sungai.



Sumber: Jan Drzymala, 1989

Gambar 3.3  
Diagram Alir Proses Pencucian Batubara

### 3.3 Pemisahan *Fincoal*

Ketersediaan *fincoal* yang berada di *tailing dam* bercampur dengan material lain yang terbawa pada saat proses pencucian batubara. Untuk melakukan suatu pengujian baik itu pengujian sifat fisik maupun sifat kimia pada *fincoal* diperlukan proses pemisahan antara *fincoal* dengan material lainnya. Salah satu metode pemisahan *fincoal* adalah aglomerasi minyak-batubara.

Salah satu cara untuk mengambil batubara halus adalah dengan teknologi aglomerasi yaitu membuat batubara halus berkumpul membentuk aglomerat yang berukuran relatif besar. Selanjutnya karena aglomerat batubara tersebut memiliki densitas  $<1$  maka dapat terapung dan mudah dipisahkan dari air. Dengan demikian, air menjadi bersih dan relatif bebas dari *sludge* batubara. Oleh karena itu, teknologi aglomerasi selain dapat mencegah pencemaran lingkungan, juga dapat mengambil

batubara halus dengan kualitas yang baik (Isyatun Rodliyah, 2008). Metode aglomerasi digunakan untuk pemisahan partikel yang memiliki hidrofobik berbeda. Hidrofobik adalah sifat material yang mencirikan kemampuannya untuk dibasahi dengan cairan dihadapan fase gas (Tabel 3.1).

Tabel 3.1  
Nilai Hidrofobilitas Material ( $\theta$ )

<b>Strongly hydrophobic</b>		<b>Hydrophobic</b>		<b>Hydrophobic weakly</b>		<b>Hydrophilic <math>\theta = 0</math></b>
<b>Material</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b>Material</b>	<b><math>\theta</math></b>	<b>Material</b>	<b><math>\theta</math></b>	
<i>Paraffin</i>	90+	<i>Sulfides</i>	44-0	<i>Fluorite</i>	10-13	<i>Gypsum</i>
<i>Teflon</i>	90+	<i>Silicon carbide</i>	27,6	<i>Arsenic</i>	9,3	<i>Ferrosilicon</i>
<i>Sulfur</i>	63,2	<i>Coal</i>	26	<i>Perovskite</i>	9	<i>Dolomite</i>
<i>Mercury</i>	45,6	<i>Indium</i>	25	<i>Scheelite</i>	9	<i>Magnetite</i>
<i>Germanium</i>	39,7	<i>Iodargyrite</i>	23,5	<i>Diamond</i>	7,9	<i>Halite</i>
<i>Silicon</i>	35,4	<i>Cassiterite</i>	22-	<i>Tin</i>	7,5	<i>Brawn coal</i>
<i>Talc</i>	35,2	<i>Silver</i>	14	<i>Boric Acid</i>	6,4	<i>Kaolinite</i>
		<i>Ilmenite</i>	14	<i>Graphite</i>	6,2	<i>Hematite</i>
		<i>Molybdenite</i>	5,9+	<i>Pbj<sub>2</sub></i>	6	<i>Quartz</i>
				<i>Gold</i>	5	<i>Calcite</i>
				<i>Barite</i>	5	<i>Anhydrite</i>
				<i>Corundum</i>	4	<i>Bones</i>
				<i>HgO</i>	3,3	<i>Tourmaline</i>
				<i>HgJ<sub>2</sub></i>	3	<i>Vegetables</i>
				<i>Copper</i>	3	<i>Iron</i>

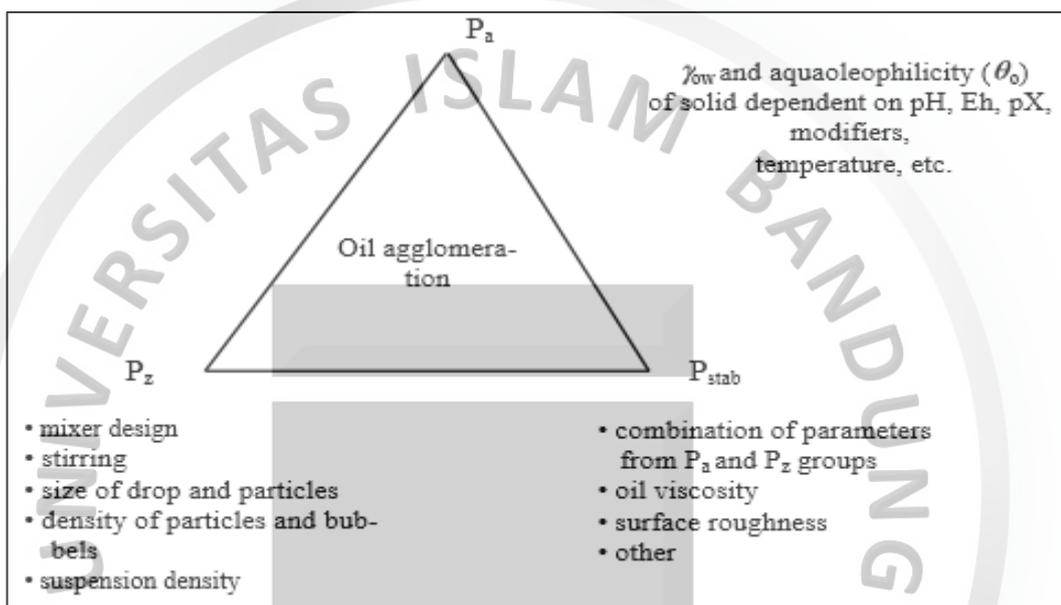
Sumber: Jan Drzymala, 1989

Agregasi partikel tersuspensi dalam cairan yang tidak larut dalam air disebut sebagai aglomerat. Untuk menghasilkan aglomerat, pada umumnya dilakukan dengan cara berikut:

1. Minyak ditambahkan ke dalam air sehingga menyebabkan dispersi minyak.
2. Pada saat yang sama, masukkan batubara ke dalam dispersi minyak sehingga akan menyebabkan pembentukan aglomerat minyak-batubara.
3. Aglomerat dapat dipisahkan dari suspensi cair dengan dekantasi, menyedot, atau penyaringan. Cara yang paling umum adalah penyaringan dengan *screener*.

Terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi aglomerasi minyak-batubara yaitu parameter yang mempengaruhi dispersi minyak terhadap batubara, parameter yang bertanggung jawab atas adhesi minyak dan batubara, dan faktor-

faktor yang mempengaruhi stabilitas aglomerasi minyak-batubara. Sistem aglomerasi bersifat interaktif karena beberapa parameter mempengaruhi lebih dari satu subproses aglomerasi, sedangkan yang lainnya merupakan kombinasi dari parameter yang berbeda. Parameter yang mempengaruhi aglomerasi minyak-batubara ditunjukkan dalam segitiga sistem interaksi aglomerasi (Gambar 3.4).



Sumber: Jan Drzymala, 1989

**Gambar 3.4**  
**Triangulation Of Oil Agglomeration System**

Dari hasil pemisahan *finecoal* menggunakan aglomerasi minyak-batubara dapat ditentukan *material balance*, *metallurgical balance*, dan persentase perolehan *finecoal* yang terdapat dalam *sludge coal* yang dimasukkan ke dalam alat (% *recovery*). Adapun rumus – rumus yang digunakan, diantaranya adalah:

- *Material balance*

$$F = C + T \dots\dots\dots(1)$$

- *Metallurgical balance*

$$F.f = C.c + T.t \dots\dots\dots(2)$$

- *Recovery*

$$R = \frac{C.c}{F.f} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: F = Berat *feed* (gr)

f = Kadar *feed* (%)

C = Berat konsentrat (gr)

c = Kadar konsentrat (%)

T = Berat *tailing* (gr)

t = Kadar *tailing* (%)

### 3.4 **Tailing Dam**

*Tailing dam* adalah bendungan yang secara alamiah atau dengan sengaja dibuat untuk menampung limbah tambang yang berasal dari proses pengolahan bijih/batubara. Tujuan utama *tailing dam* adalah untuk menampung limbah tambang, dengan tujuan sekunder untuk melindungi sumber daya air. Pembuatan tanggul merupakan metode umum yang digunakan untuk menangani *tailing*. Dengan demikian diperlukan struktur tanggul yang stabil, berjangka panjang dan ekonomis. Menurut *U.S Environmental Agency, 1994*, *tailing dam* dapat didesain untuk memenuhi fungsi sebagai berikut:

1. Sedimentasi suspensi material padat.
2. Penguapan logam berat dalam bentuk hidroksida.
3. Pengumpulan permanen *tailing*.
4. Penyamaan kualitas air limbah.
5. Stabilisasi konstituen teroksidasi.
6. Penyimpanan dan proses stabilisasi daur ulang air.

Secara umum, *design tailing dam* dibuat menggunakan informasi seperti karakteristik *tailing*, material konstruksi yang tersedia, faktor lingkungan tertentu seperti topografi, geologi, hidrologi dan biaya.

### 3.4.1 Karakteristik Material *Tailing*

Komposisi *tailing*, berat jenis lumpur, dan distribusi ukuran butir menjadi penilaian dalam penggunaan *tailing* sebagai bahan konstruksi tanggul. Dengan memperhatikan *property fisic tailing* (seperti Indeks propertis, gradasi, berat jenis, dan plastisitas) material *tailing* dapat digolongkan sebagai tanah. Namun perlu diperhatikan bahwa *tailing* telah menerima perlakuan yang berbeda dari tanah alami, sebagai contoh *tailing* telah melalui proses segregasi. Nilai permeabilitas *tailing* juga akan berbeda ke arah horizontal dan vertikalnya, karena *tailing* terdeposit dan tersedimentasi lapisan per lapisan.

*Tailing* dapat bersifat asam ataupun basa, hal ini tergantung pada reaksi kimia yang terjadi. Oksidasi sulfida, terutama *phirite*, *phyrotite* dapat menghasilkan kondisi asam, kombinasi antara *metal sulfide* dan air akan menghasilkan hidroksid logam dan asam sulfat. Sehingga analisis perlu dilakukan untuk mencegah permasalahan berkaitan dengan kualitas air dan aliran rembesan.

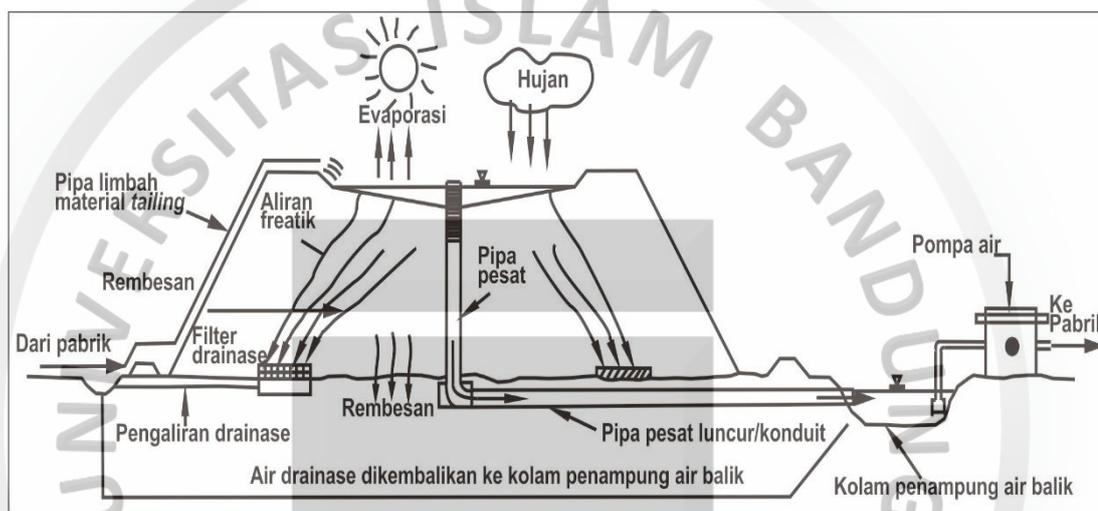
### 3.4.2 Faktor Lokasi *Tailing Dam*

Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menentukan lokasi untuk *tailing dam*, diantaranya adalah:

1. Volume *tailing* dan area yang dibutuhkan untuk menampung air limpasan.
2. Pertimbangan ekonomi seperti jumlah dan biaya pengadaan material, kontrol air, dan metode pemindahan *tailing*.
3. Kondisi lingkungan seperti pengendalian kontaminasi air tanah dan air permukaan, dan habitat lingkungan hidup.
4. Kondisi topografi yang terkait dengan pengaliran *slurry tailing* (gravitasi atau sistem pompa).

### 3.4.3 Sistem Pengendalian Air

Pada dasarnya air yang berada pada area *tailing dam* berasal dari air hujan yang jatuh di *tailing dam*, air limpasan yang masuk ke *tailing dam*, serta dari sistem pembuangan limbah pengolahan. Pengendalian air yang berada di *tailing dam* terbagi kedalam 3 cara yang umum dilakukan, yaitu sistem *decant*, sistem *overflow*, dan gabungan keduanya (Gambar 3.5).



Sumber: Dirjen Sumberdaya Air, Departemen Pekerjaan Umum, 2004

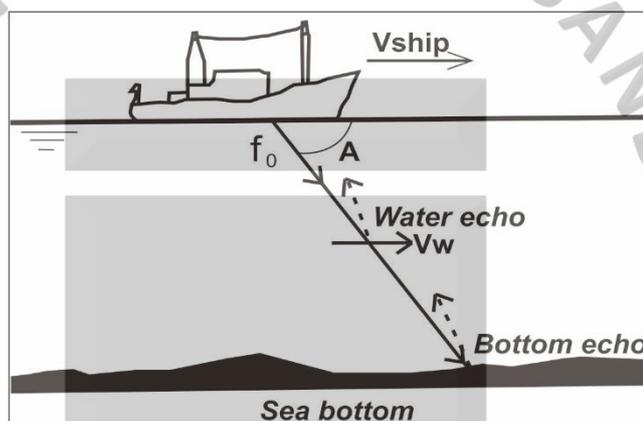
**Gambar 3.5**  
**Ilustrasi Sistem Pengendalian Air Limbah Tambang**

Sistem *decant* atau sistem pengeluaran akan mengeluarkan air yang tertampung di *tailing dam* dalam kurun waktu tertentu. Air akan dikeluarkan menggunakan pipa *outlet* menuju kolam penampung air balik yang berada di lokasi tambang tersebut, sehingga air dapat dialirkan menuju sungai/laut. Cara ini memerlukan pengendalian yang ketat terhadap kualitas air dan terakumulasinya air dalam jumlah besar.

Dalam sistem *overflow* atau sistem tertutup, air yang telah diendapkan dari material tersuspensi akan digunakan kembali untuk berbagai keperluan, seperti untuk menyiram jalan ataupun untuk kebutuhan air dalam pabrik pengolahan. Cara ini memerlukan perhatian khusus terhadap volume material yang mengendap, bila volume sudah melebihi kapasitas *tailing dam* maka diperlukan pengerukan material.

### 3.5 Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP)

*Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) adalah metode pengukuran dengan menggunakan arus hidrostatis yang mirip dengan sonar. ADCP biasanya digunakan untuk mengukur topografi bawah permukaan air, sedimentasi bawah permukaan air, suhu air, dan kecepatan arus air pada rentang kedalaman menggunakan efek doppler dengan cara menyebarkan frekuensi suara seperti sonar dan menangkapnya kembali dari hasil pantulan partikel yang berada di bawah permukaan air (Nendaryono dkk, 2019).



Sumber: Edi Kusmanto dkk, 1996

Gambar 3.6

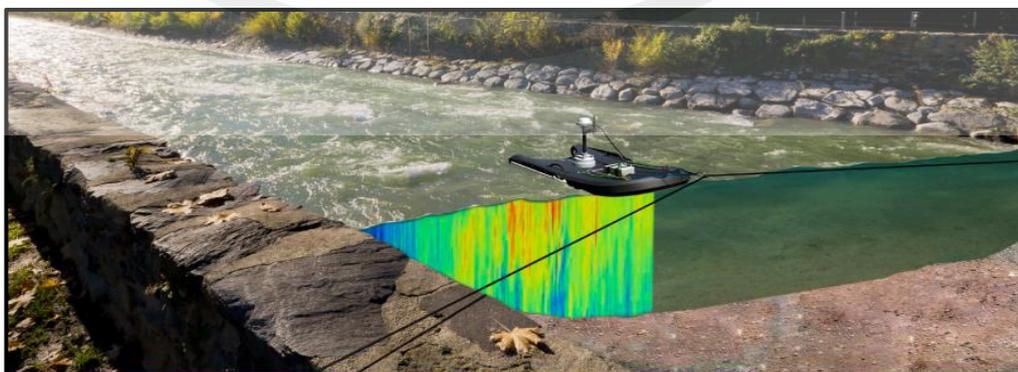
Ilustrasi Gelombang Sonar *Acoustic Doppler Current Profiler*

Prinsip kerja ADCP adalah mentransmisikan gelombang sonar ke dalam perairan kemudian menerima pantulan dari partikel di dalam perairan (Gambar 3.6), informasi yang didapat tersebut dianalisa menggunakan teori efek doppler. Efek doppler menjelaskan mengenai perubahan frekuensi gelombang yang dipantulkan oleh benda yang bergerak. Jika benda bergerak mendekat, maka gelombang sonar tersebut akan semakin tinggi frekuensinya dibandingkan dengan frekuensi asalnya. Jika benda tersebut menjauhi maka gelombang tersebut akan semakin rendah. Besarnya perbedaan frekuensi tersebut sebanding dengan kecepatan relatif antara ADCP dan partikel. Besarnya perbedaan nilai tersebut kemudian dikonversikan ke dalam bentuk komponen kecepatan arus.

Sistem ADCP terdiri dua bagian yaitu *profiler* dan kontrol. Bagian *profiler* meliputi beberapa komponen, yaitu komponen *transducer*, sensor suhu, kompas dan komponen elektronik pengolah sinyal. Bagian kontrol meliputi komponen *power supply*, komponen komunikasi elektronik, komputer dan perangkat lunak untuk mengontrol kinerja ADCP dan pengolahan data. Pengoperasian ADCP selalu dibarengi dengan program komputer yang mengontrol *profiler*, perekaman data dan analisa data. Analisa data yang umum dilakukan pada saat pengoperasian alat meliputi perata-rataan pengukuran untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Penampilan data secara langsung di monitor komputer dalam bentuk grafik sangat membantu dalam pemahaman sistem arus yang diukur pada saat itu juga (Edi Kusmanto, 1996).

### 3.6 *River Surveyors M9*

*River Surveyor M9* adalah alat yang dibuat oleh perusahaan Sontek, alat ini menggunakan metode ADCP yang menggabungkan dengan sistem perahu tanpa awak dan dikontrol oleh perangkat lunak atau *software* yang bekerja. *River Surveyors M9* dapat bekerja dengan teknologi kabel, alat ini dapat mengirimkan data yang diperoleh melalui gelombang langsung ke dalam *software* yang bekerja hingga jarak 80 m (Nendaryono dkk, 2019).



Sumber : SonTek RiverSurveyors Manual Book, 2010

**Gambar 3.7**  
**Alat RiverSurveyors**

Menurut Nendaryono dkk, terdapat beberapa keunggulan alat *River Surveyors* diantaranya adalah:

1. Multi frekuensi

Beberapa frekuensi akustik menyatu dengan kontrol *bandwidth* yang membuat pengukuran berkelanjutan untuk ADCP. Sebuah mikrokontroler deterministik secara otomatis membagi skema akustik yang tepat saat menyeberangi sungai. Sehingga akan fokus pada teknik pengukuran.

2. Penyesuaian ukuran sel secara otomatis

Saat berpindah ke kedalaman yang lebih dalam, ukuran sel secara otomatis menyesuaikan untuk mengoptimalkan kinerja dan resolusi. Sehingga alat akan mengukur terus menerus dalam kondisi sungai yang berbeda-beda.

3. Sinar vertikal

Sinar vertikal frekuensi rendah, memperluas jangkauan kedalaman maksimum dan memberikan pengukuran debit sungai dan survei batimetrik secara maksimal. Sinar vertikal juga akan mengatasi selama kondisi ekstrim seperti aliran sedimen tinggi dan banjir.

4. GPS, sistem daya, dan sistem komunikasi yang terintegrasi

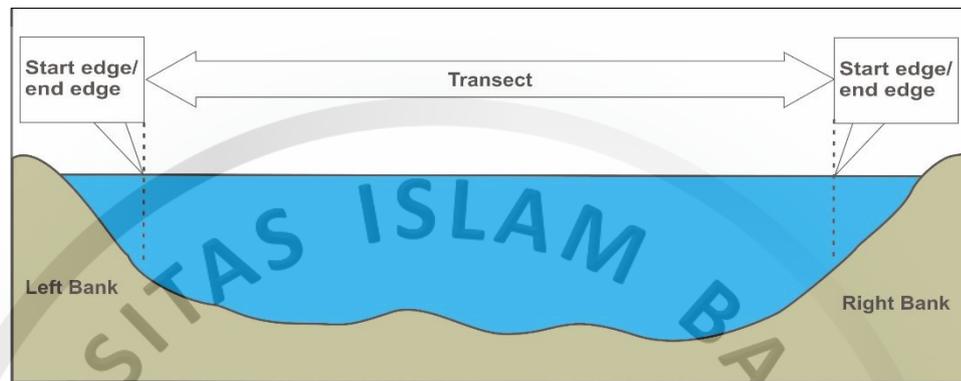
Memudahkan dalam pengoperasian dari jarak yang cukup jauh, serta alat lebih fleksibel ketika beroperasi.

5. Perhitungan debit internal

Semua perhitungan dilakukan di dalam ADCP sehingga akan meningkatkan fleksibilitas untuk mengumpulkan data, memutuskan sambungan dari sistem, dan kemudian menyambung kembali sistem selama pengumpulan data tanpa menghentikan proses pengumpulan data.

Pada dasarnya, debit total adalah jumlah aliran air (atau fluks bersih) melalui suatu bagian dan dihitung dari kecepatan air rata-rata dan luas penampang bagian

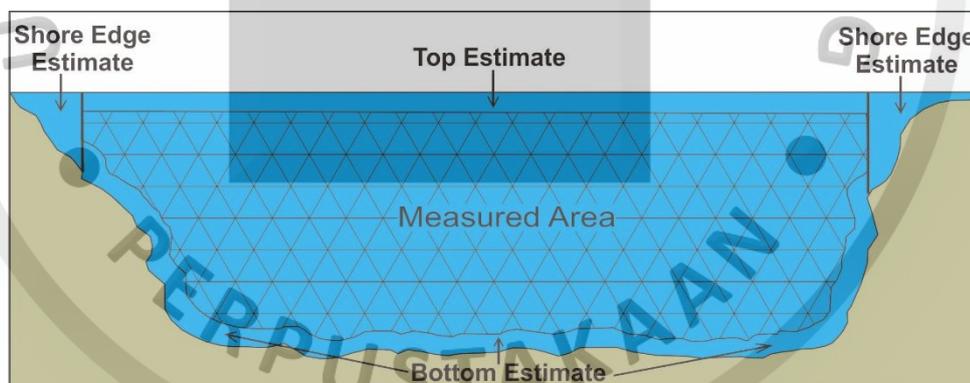
pengukuran. Sebuah pengukuran debit perahu bergerak tunggal dapat dipecah menjadi tiga komponen utama: *Start Edge*, *Transect*, dan *End Edge*. Komponen-komponen ini ditunjukkan pada Gambar 3.8 di bawah ini:



Sumber : SonTek RiverSurveyors Manual Book, 2010

**Gambar 3.8**  
**Bagian Pengukuran Debit**

Komponen transek dapat dipecah lagi menjadi perkiraan tertinggi, area tengah atau terukur dan perkiraan bawah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Sumber : SonTek RiverSurveyors Manual Book, 2010

**Gambar 3.9**  
**Area Cross-sectional yang Tidak Diukur oleh ADCP**

Oleh karena itu *total discharge* dapat dihitung dengan menjumlahkan *start edge*, *top estimate*, *measured area*, *bottom estimate*, dan *end edge*. Hanya area terukur yang diukur oleh ADCP. Alasan untuk memecah perhitungan total debit menjadi beberapa komponen adalah karena keterbatasan yang melekat pada semua ADCP. ADCP tidak dapat mengukur seluruh penampang sungai karena beberapa masalah, diantaranya :

1. Dalam pengoperasiannya *profiler* memiliki batas minimal kedalaman. Pada kedalaman yang lebih rendah dari batas minimumnya, serta kecepatan air minimum, sehingga debit harus diperkirakan berdasarkan pengukuran kecepatan dan kedalaman di tepi.
2. Kedalaman pemasangan ditambah jarak pendek (disebut sebagai jarak pengosongan) dari *profiler* ke kecepatan yang diukur meninggalkan bagian air di permukaan yang tidak terukur. Area ini disebut sebagai *Top Estimate*.
3. Kontaminasi data potensial di sel terakhir (misalnya, sel sebagian atau seluruhnya menyentuh palung sungai), atau gangguan pada *side-lobe* di ujung profil, menyisakan bagian air di bagian bawah yang tidak terukur. Area ini disebut sebagai *Bottom Estimate*.

### **3.7 Metode Sampling**

Metode *sampling* adalah metode yang digunakan untuk mengambil sebagian dari endapan bahan galian yang dapat mewakili kondisi aslinya. Pengambilan sampel dilakukan untuk melakukan analisis lebih jauh mengenai endapan bahan galian yang dicari, seperti ciri fisik atau kandungan mineral melalui serangkaian analisis. Pengambilan sampel dilakukan untuk memperoleh bukti-bukti nyata yang rinci dan meyakinkan dari endapan bahan galian terutama yang berada di bawah permukaan (Prodjosumarto, 1998). Pengambilan sampel batuan dapat dilakukan dengan berbagai cara mulai dari pengambilan sampel secara sederhana, misalnya dengan palu geologi untuk singkapan di permukaan, sampai dengan berbagai peralatan yang canggih.

#### **3.7.1 Chip Sampling**

*Chip sampling* adalah salah satu metode pengambilan sampel dengan memahat atau memalu dengan memotong zona mineralisasi sehingga berbentuk

potongan atau kepingan, biasanya memiliki ukuran yang relatif kecil yaitu sebesar kepalan tangan. Penggunaan metode *chip sampling* :

1. Untuk endapan bahan galian yang sebaran komponen berharganya relatif merata.
2. Untuk kebutuhan analisis kimia, analisis petrografi dan mineragrafi.
3. Pada tahap awal penyelidikan, diambil dari singkapan.

### 3.7.2 *Chanel Sampling*

*Chanel sampling* adalah salah satu metode pengambilan sampel dengan membuat alur yang mengikuti atau memotong zona mineralisasi. Adapun penggunaan metode *chanel sampling* untuk kondisi :

1. Untuk endapan bahan galian yang berbentuk lapisan atau urat (*vein*).
2. Sebaran komponen berharganya tidak merata atau merata.
3. Digunakan pada semua tahap eksplorasi.

### 3.7.3 *Bulk Sampling*

*Bulk sampling* adalah salah satu metode pengambilan sampel dengan cara mengambil material dalam jumlah (volume) yang besar. *Bulk sampling* digunakan untuk endapan dengan sebaran kadarnya tidak merata, dan untuk penentuan kadar suatu endapan bahan galian. Penggunaan metode *bulk sampling* :

1. Pada fase sebelum operasi penambangan, *bulk sampling* ini dilakukan untuk mengetahui kadar pada suatu blok atau bidang kerja.
2. Untuk uji metalurgi dengan tujuan mengetahui *recovery* (perolehan) suatu proses pengolahan.
3. Pada kegiatan eksplorasi, salah satu penerapan metode *bulk sampling* ini adalah dalam pengambilan sampel dengan sumur uji.

### 3.7.4 *Grab Sampling*

*Grab sampling* merupakan salah satu metode pengambilan sampel dengan cara mengambil bagian (fragmen) yang berukuran besar dari suatu material (baik di alam maupun dari suatu tumpukan) yang mengandung mineralisasi secara acak (tanpa seleksi yang khusus). Untuk pengambilan sampel biasanya menggunakan alat *grab sampler*. Tingkat ketelitian *sampling* pada metode ini relatif mempunyai bias yang cukup besar. Penggunaan metode *grab sampling* :

1. Pada tumpukan material hasil pembongkaran untuk mendapatkan gambaran umum kadar.
2. Pada material di atas *dump truck* atau *belt conveyor* pada transportasi material, dengan tujuan pengecekan kualitas.
3. Pada fragmen material hasil peledakan pada suatu muka kerja untuk memperoleh kualitas umum dari material yang diledakkan.

### 3.8 Perhitungan Estimasi Sumberdaya

Sumberdaya bahan galian adalah endapan bahan galian dalam bentuk dan kuantitas tertentu yang terbentuk secara alamiah, dimana sebagian darinya dapat diekstrak secara ekonomis. Klasifikasi sumberdaya dalam hal ini batubara, didasarkan pada aspek geologi dan aspek ekonomi, adapapun klasifikasi sumberdaya batubara menurut BSN dengan nomor SNI-5011-2011 adalah sebagai berikut :

1. Sumberdaya Batubara Tereka ( *Inferred coal resource* )

Bagian dari total estimasi sumberdaya batubara yang kualitas dan kuantitasnya hanya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang rendah. Titik informasi yang mungkin didukung oleh data pendukung tidak cukup untuk membuktikan kemenerusan lapisan batubara dan/atau

kualitasnya. Estimasi dari kategori kepercayaan ini dapat berubah secara berarti dengan eksplorasi lanjut.

## 2. Sumberdaya Batubara Terunjuk ( *Indicated coal resource* )

Bagian dari total sumberdaya batubara yang kualitas dan kuantitasnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang masuk akal, didasarkan pada informasi yang didapatkan dari titik-titik pengamatan yang mungkin didukung oleh data pendukung. Titik informasi yang ada cukup untuk menginterpretasikan kemenerusan lapisan batubara, tetapi tidak cukup untuk membuktikan kemenerusan lapisan batubara dan/atau kualitasnya.

## 3. Sumberdaya Batubara Terukur ( *Measured coal resource* )

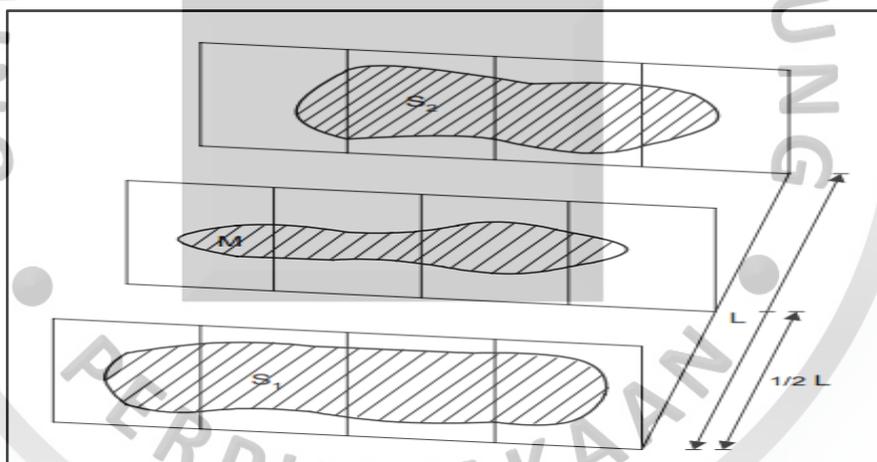
Bagian dari total sumberdaya batubara yang kualitas dan kuantitasnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang tinggi, didasarkan pada informasi yang didapatkan dari titik-titik pengamatan yang diperkuat dengan data pendukung. Titik-titik pengamatan jaraknya cukup berdekatan untuk membuktikan kemenerusan lapisan batubara dan/atau kualitasnya.

Dalam perhitungan sumberdaya perlu diketahui karakteristik endapan yang akan dihitung, seperti geometri endapan, homogenitas, maupun tipe endapannya. Faktor tersebut akan berpengaruh terhadap metode perhitungan sumberdaya yang akan digunakan.

Metode penampang merupakan salah satu metode pengestimasi sumberdaya dengan melakukan pemuatan penampang – penampang. Melakukan pembatasan seluruh blok sumberdaya bahan galian yang akan dicari. Metode penampang lebih cocok digunakan untuk tipe endapan yang mempunyai kontak tajam seperti bentuk tabular (perlapisan atau *vein*). Pola eksplorasi (bor) umumnya teratur yang terletak sepanjang garis penampang. Kadar rata-rata terbobot pada penampang akan diekstensikan menjadi volume sampai setengah jarak antar

penampang. Metode ini dapat diaplikasikan baik secara horisontal untuk endapan yang penyebarannya secara vertikal seperti tubuh intrusi, batugamping terumbu, dll. Disamping itu juga bisa diaplikasikan secara vertikal (penampang) untuk endapan yang penyebarannya cenderung horisontal seperti tubuh sill, endapan berlapis, dll.

Bentuk rona dasar *tailing dam* memiliki bentuk yang tidak beraturan, maka bentuk lapisan material sedimenter yang terperangkap di *tailing dam* akan mengikuti rona dasar *tailing dam*. Kemudian, konsentrasi material sedimenter hasil pencucian batubara tidak akan merata ketika proses pengendapannya, hal tersebut diakibatkan oleh arus yang bekerja di *tailing dam*. Melihat kondisi tersebut, maka untuk menghitung volume material sedimenter yang tepat adalah dengan metode penampang menggunakan rumus prismoida (Gambar 3.10).



Sumber : Sudarto Notosiswoyo, dkk. 2005

**Gambar 3.10**  
**Sketsa Perhitungan Volume Dengan Rumus Prismoida**

Untuk menghitung volume endapan dengan rumus prismoida dapat digunakan rumus seperti pada rumus 4 :

$$V = (S1 + 4M + S2) \times \frac{L}{6} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- S1, S2 = luas penampang ujung (m<sup>2</sup>)      L = jarak antara S1 dan S2 (m)
- M = luas penampang tengah (m<sup>2</sup>)      V = volume cadangan (m<sup>3</sup>)