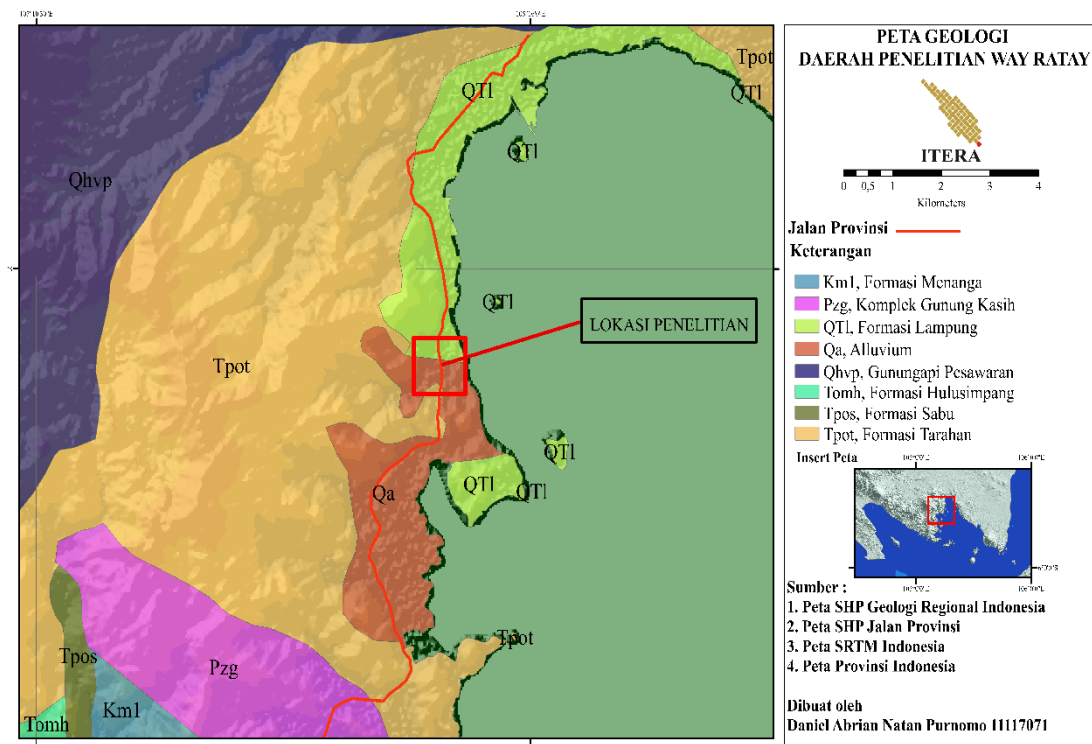


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Daerah Penelitian

Penelitian dilakukan di lereng bukit jalan raya Way Ratai, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran dengan titik koordinat 105°14'57.80"E. Adapun formasi geologi di daerah penelitian yang dapat dilihat pada peta geologi daerah penelitian Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Peta geologi daerah penelitian.

Keterangan:

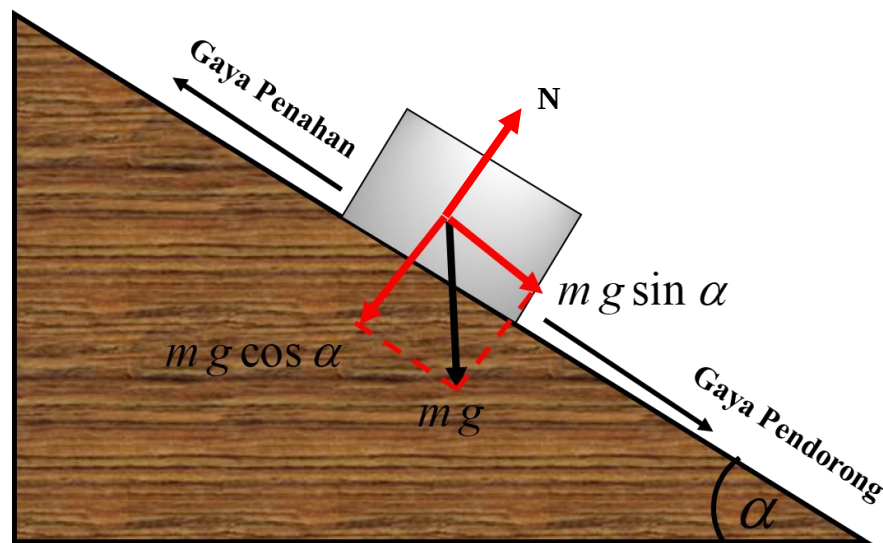
Qa	Aluvium	: terdiri dari batuan jenis pasir, batuan kerikil, lempung, dan gambut.
QTI	Formasi Lampung	: terdiri atas tuf berbatu apung, tuf riolitik, tuf padu tufit, batulempung tufan dan batupasir tufan.
Tpot	Formasi tarahan	: tuf dan breksi tufaan dengan sedikit lava, bersusunan andesit-basal.
Pzg	Komplek Gunung kasih	: terdiri atas runtuh sedimen-malih dan batuan beku-malih terdiri dari sekis, kuarsit.
Tpos	Formasi Sabu	: breksi konglomeratan dan batupasir di bagian bawah, ke atas berubah menjadi batulempung tufaan dan batupasir.
Tomh	Formasi Hulusimpang	: lava, breksi gunung api, tuf, andesit, basal dan basalt-andesitik.

2.2 Longsoran

2.2.1 Pengertian Longsoran

Longsoran adalah gerakan tanah menuruni lereng oleh massa tanah dan batuan penyusun lereng. Pergerakan tanah ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, fenomena geomorfologi, dan gaya-gaya fisik alamiah atau akibat aktivitas manusia [11]. Longsoran dapat diketahui dengan tanda–tanda seperti munculnya retak (*crack*) dan kerutan di permukaan lereng, miringnya pepohonan disekitar lereng, hilangnya kelurusan fondasi bangunan dan lainnya [12].

Pada umumnya longsor terjadi pada tanah yang mengalami retak (*crack*) akibat dari kekuatan ikatan tanah (gaya kohesi) yang melemah. Longsoran dapat terjadi pada topografi terjal dengan besar sudut lereng lebih dari 30° dan pada batuan vulkanik lapuk dengan intensitas hujan sangat lebat [9]. Longsoran dapat dianalogikan seperti benda yang mempunyai massa berada pada bidang miring sehingga dapat diinterpretasikan gaya-gaya yang bekerja pada bidang miring yang dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut.



Gambar 2.2 Komponen gaya yang bekerja pada bidang miring [5].

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat bahwa kestabilan lereng dianalogikan sebagai bidang miring. Kestabilan lereng dipengaruhi oleh gaya pendorong (*driving force*) dan gaya penahan (*resisting force*). Faktor yang mempengaruhi gaya pendorong yaitu besar sudut kemiringan lereng, air, beban dan berat jenis tanah atau batuan dan gaya penahan dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah (gaya ikat antar tanah).

2.2.2 Penyebab Terjadinya Longsor

Penyebab longsor didefinisikan sebagai faktor-faktor yang membuat kondisi struktur lereng mengalami kegagalan sehingga lereng menjadi rentan terhadap keruntuhan atau longsor. Dengan mengetahui faktor-faktor penyebab (*causes*)

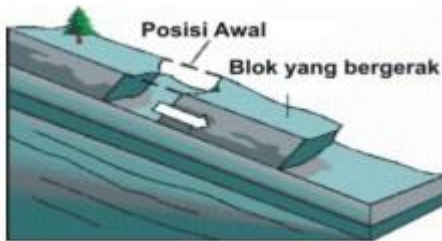
maka longsor dengan mudah teridentifikasi. Adapun dua faktor penyebab utama longsor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dipengaruhi adanya struktur kepadatan tanah dan batuan, besar sudut kemiringan lereng, hujan dengan intensitas lebat sehingga membuat kadar air tanah menjadi meningkat serta membuat keadaan bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*) menjadi licin karena adanya air bawah permukaan sehingga tanah yang berada di atas bidang gelincir akan mengalami longsor sedangkan faktor eksternal dipengaruhi dengan adanya penggunaan lahan, vegetasi, dan getaran gempa [13].

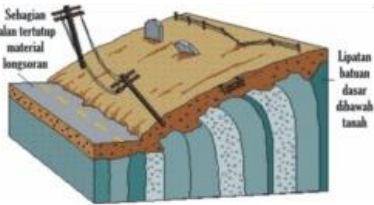
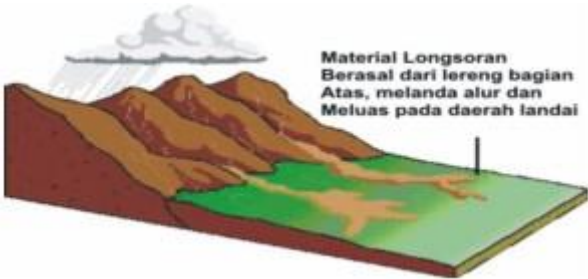
Prinsip kejadian longsor adalah jika gaya pendorong di lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya disebabkan oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong disebabkan oleh besar sudut kemiringan lereng, air, beban serta berat jenis tanah dan batuan [13].

2.2.3 Jenis-Jenis Longsor

Longsor dapat diklasifikasikan menjadi 6 jenis longsor, yaitu: longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Jenis-jenis longsor [14].

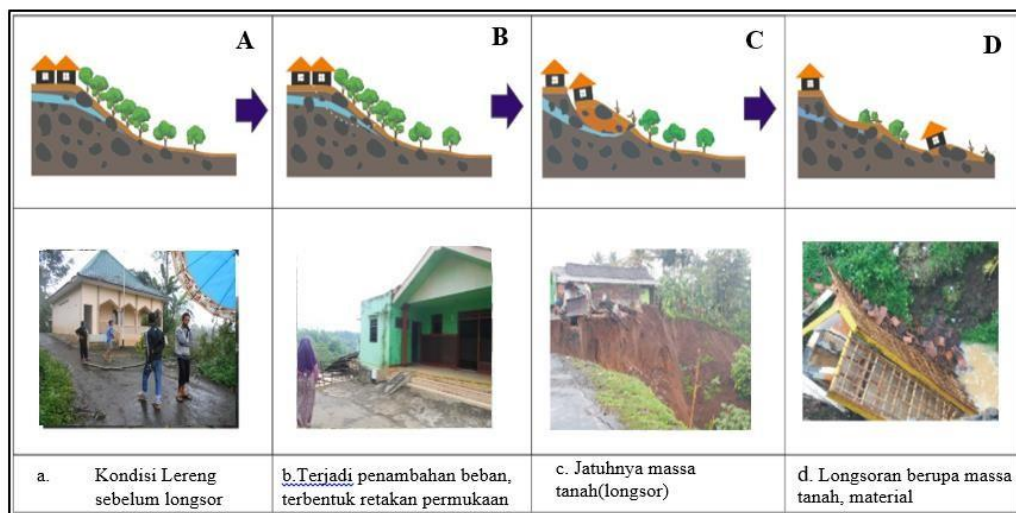
No	Jenis longsor	Gambar
1	Longsor translasi	 Longsor translasi yaitu tanah dan batuan bergeser di bidang gelincir yang berbentuk rata atau menggelombang landai.
2	Longsor rotasi	 Longsor rotasi adalah tanah dan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk cekung.
3	Pergerakan blok	 Longsor yang berpengaruh pada pergerakan batuan di bidang gelincir berbentuk rata. Longsor ini disebut juga longsor translasi blok batu.

No	Jenis longsor	Gambar
4	Runtuhan batu	 Longsor yang terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain begeser ke bawah dengan cara jatuh bebas
5	Rayapan tanah	 Longsor yang bergerak lambat dan tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Proses longsor ini membutuhkan waktu yang cukup lama dan dapat mengakibatkan tiang listrik, tiang telepon miring kebawah.
6	Aliran bahan rombakan	 Longsor yang disebabkan oleh aliran air dengan kecepatan aliran bergantung pada besar sudut kemiringan lereng, volume, dan tekanan air dan jenis materialnya.

2.3 Pengaruh Air Terhadap Longsor

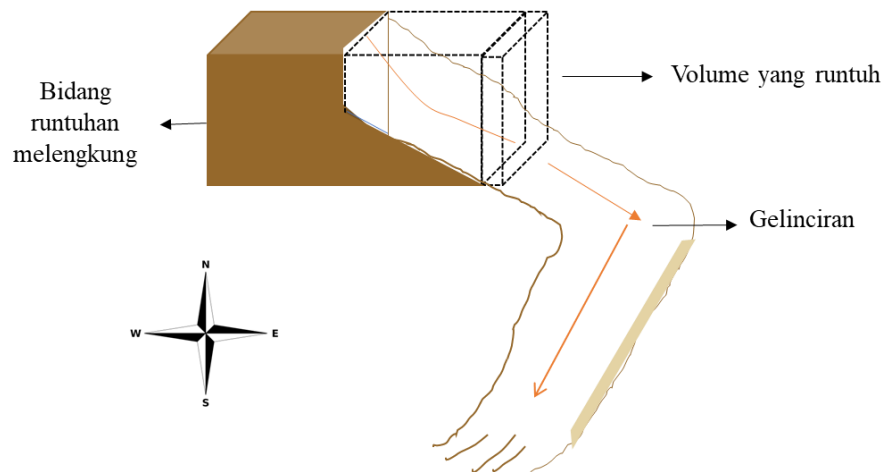
Air merupakan salah satu penyebab longsor karena saat terjadi hujan terdapat sebagian air mengalami infiltrasi atau masuk ke dalam tanah dan sebagian air mengalir di permukaan tanah atau *run-off*. Air akan mengalir ke dalam tanah dan menyebabkan kadar air di dalam tanah akan bertambah dan akan menambah berat tanah pada lereng [6].

Peningkatan kadar air dan tekanan air pori di bawah permukaan tanah terutama pada saat hujan deras berkorelasi dengan hilangnya kekuatan tanah dan longsor lereng, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi gerakan tanah longsor pada daerah penelitian (*Slide rotational*) [15].

Apabila aliran air yang masuk ke dalam tanah sampai ke lapisan kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka air tersebut menyebabkan tanah menjadi licin dan tanah yang berada di atas bidang gelincir akan bergerak ke bawah mengikuti arah aliran air sebagai bidang gelinciran sehingga terjadinya longsor [16]. Pergerakan air tanah juga menyebabkan fluktuasi kadar air sehingga kekuatan geser di bawah permukaan akan menurun dan keadaan bidang gelincir yang semakin licin apabila air masuk hingga ke lapisan kedap air. Arah aliran air juga berpengaruh pada arah longsor tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kontruksi model longsor [4].

Pada Gambar 2.4 menggambarkan bahwa ketika longsor yang diawali dengan runtuh tebing sehingga material runtuh tersebut jatuh dan menggelincir ke arah bawah atau keluar lereng yang disebabkan oleh adanya aliran air [4].

Penelitian ini dilakukan untuk memantau arah aliran air bawah permukaan yang berkaitan dengan arah longsoran di daerah penelitian sehingga memberikan informasi kepada masyarakat guna meminimalisir adanya kerugian materi maupun korban jiwa [17]. Dengan menggunakan metode *self potential* sebagai metode untuk memantau kondisi air bawah permukaan dan arah pergerakan air bawah permukaan tanah [18].

2.4 Metode *Self Potential*

Metode geolistrik dibagi menjadi dua yaitu metode pasif dan metode aktif. Metode geolistrik aktif pengukurannya dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah sedangkan metode geolistrik pasif dilakukan tanpa menginjeksikan arus listrik. Metode geolistrik aktif meliputi IP (*induced potential*) dan geolistrik resistivitas sedangkan metode geolistrik pasif yaitu metode *self potential* (SP). Metode SP merupakan salah satu metode geolistrik pasif yang peka terhadap aliran fluida bawah tanah. Dalam pengukuran metode SP dilakukan tanpa menginjeksikan

arus listrik di permukaan tanah sehingga dapat disebut dengan metode pasif, perbedaan potensial alami tanah diukur melalui dua titik di permukaan tanah. Potensial yang terukur berkisar antara beberapa millivolt (mV) hingga 1 volt [19].

Metode SP adalah potensial spontan yang ada di permukaan tanah yang terjadi akibat adanya proses mekanis ataupun oleh proses elektrokimia yang disebabkan oleh air tanah. Proses mekanis akan menghasilkan potensial elektrokinetik, sedangkan proses kimia akan menimbulkan potensial elektrokimia (*potensial liquidjunction*) dan potensial mineralisasi. Prinsip kerja pengukuran metode SP adalah dengan mengukur tegangan statis alam (*static natural voltage*) yang berada titik – titik tertentu di permukaan tanah [19].

Potensial alami bumi dapat dihasilkan oleh fenomena *coupling* dari aliran listrik, non-listrik dan gaya dalam bumi. Gaya yang diperhitungkan yaitu kerapatan arus listrik, gradien potensial listrik, aliran fluida, gradien hidrolik, gradien kimia, serta gradien termal. Persamaan *coupling* dapat dilihat pada persamaan 2.1 yaitu,

$$q_i = \sum_j L_{ij} x_j \quad (2.1)$$

Dengan total densitas arus listrik yang menghasilkan keempat gaya dari bumi yang dijelaskan pada persamaan berikut:

$$j(x) = j_c(x) + j_k(x) + j_d(x) + j_t(x) \quad (2.2)$$

dimana,

j_c : kondisi umum.

j_k : arus tekanan hidrolik.

j_d : arus difusi tekanan kimia.

j_t : rapat arus akibat dari tekanan panas (aliran panas).

Potensial listrik bergantung pada medan listrik [20]. Medan listrik dapat dituliskan sebagai gradien negatif dari potensial listrik skalar.

$$E(x) = -\nabla \varphi(x) \quad (2.3)$$

Persamaan 2.3 dapat ditulis dengan menggunakan divergensi Hukum Ampere.

$$\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{H}) = \vec{\nabla} \cdot \left(\frac{\partial \varepsilon \vec{E}}{\partial t} + \vec{j} \right) = 0 \quad (2.4)$$

Substitusikan persamaan 2.4 ke persamaan 2.5 menggunakan Hukum Gauss.

$$\vec{\nabla} \cdot (\varepsilon \vec{E}) = \rho_q \quad (2.5)$$

Hasil substitusi dapat dituliskan di persamaan 2.6.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} = -\frac{\partial \rho_q}{\partial t} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.5) dan (2.6) dengan keterangan,

$$\varepsilon \quad : \text{permitivitas listrik } [F \cdot m^{-1}]$$

$$\rho_q \quad : \text{densitas muatan } [C \cdot m^{-3}]$$

$$\vec{j} \quad : \text{densitas arus total.}$$

Densitas arus dapat menghasilkan persamaan yaitu persamaan konveksi arus.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0 \quad (2.7)$$

Persamaan 2.2 disubstitusikan ke persamaan 2.7 agar memisahkan respon listrik dengan gaya maka hasil substitusi dapat dilihat pada persamaan 2.8 yaitu,

$$-\vec{\nabla} \cdot \vec{\sigma}(x) \vec{\nabla} \phi(x) = \vec{\nabla} \cdot \vec{j}_s(x) = s(x) \quad (2.8)$$

$s(x)$ adalah divergensi jumlah densitas arus,

$$j_s = j_k + j_d + j_t = \sum_{j \neq 1} L_{iy} X_j \quad (2.9)$$

Persamaan *coupling* L_{iy} adalah koefisien yang menentukan potensial diri [21].

2.4.1 Potensial Elektrokinetik (*Streaming Potential*)

Potensial elektrokinetik (*streaming potential*) adalah potensial listrik yang nilainya di bawah 100 mV. Potensial elektrokinetik timbul karena adanya suatu elektrolit yang mengalir melalui medium yang berpori atau kapiler [18]. Aliran fluida mengalir melalui medium berpori menimbulkan potensial elektrokinetik dan arus *streaming* dihasilkan oleh gradien di dalam fluida dimana gradien hidrolis dapat

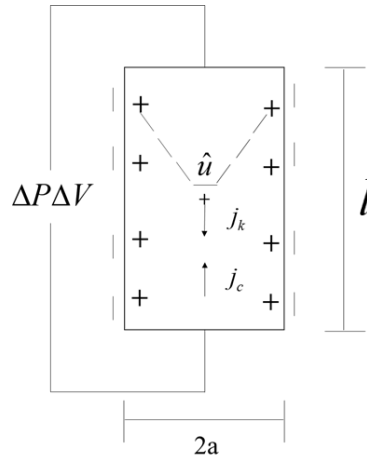
memanifestasikan densitas arus elektrokinetik dalam aliran fluida j_k . Aliran fluida akan mengalir dan melewati suatu bahan berpori sehingga menghasilkan *streaming potential* yang diakibatkan oleh gradien potensial [21].

$$j_k = \rho_q \hat{u} \quad (2.10)$$

Dimana,

ρ_q : densitas muatan $[C \cdot m^{-3}]$

$\hat{u}$: kecepatan fluida $[m \cdot s^{-1}]$.



Gambar 2.5 Penampang medium pori berbentuk silinder [21].

Penampang medium pori berbentuk silinder pada Gambar 2.5 yang dilewati oleh aliran air dibawah tekanan gradien statis. Aliran fluida memiliki kecepatan yang dapat dituliskan pada persamaan 2.11.

$$\hat{u}(r) = \frac{\Delta P}{4\eta l} (a^2 - r^2) \quad (2.11)$$

dimana,

ΔP : Tekanan pada medium pori $[Pa]$.

η : Viskositas dari fluida $[Pa \cdot s]$.

l : Panjang medium $[m]$.

r : Medium pori $[m]$.

a : Jari-jari medium pori $[m]$.

Fungsi jarak dari dinding medium pori dapat disebut dengan densitas arus sehingga dapat dituliskan menggunakan Hukum Gauss (dalam koordinat radial).

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dr} r \frac{d\phi}{dr} = \frac{-\rho_q}{\varepsilon} \quad (2.12)$$

Densitas arus total pada penampang medium pori silinder dapat dikonversi dengan menggunakan teorema divergensi yang dapat dilihat pada hubungan (2.8).

$$\int_V \nabla \cdot (j_c(x) + j_k(x)) dV = \int_{\partial V} n \cdot (j_c(x) + j_k(x)) dS = 0 \quad (2.13)$$

Integral densitas arus yang mengalir suatu permukaan adalah total arus I [A] dapat dituliskan pada persamaan (2.14).

$$I = \int_S n \cdot j(x) dS \quad (2.14)$$

Total arus yang melewati suatu permukaan adalah nol, tetapi di dalam sistem arus pada titik tertentu kemungkinan bukan nol dapat dituliskan dalam persamaan berikut.

$$I_k = \frac{-\varepsilon \Delta P}{2\eta l} \int_0^s dr \frac{d}{dr} r \frac{d\phi}{dr} (a^2 - r^2) \quad (2.15)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan maka didapatkan,

$$I_k = \frac{-\varepsilon \Delta P}{2\eta l} \left[(a^2 - r^2) r \frac{d\phi(r)}{dr} \Big|_0^s - \int_0^s dr (-2r) r \frac{d\phi(r)}{dr} \right] \quad (2.16)$$

dan dapat dituliskan kembali,

$$I_k = \frac{-\varepsilon \Delta P}{2\eta l} \left[r^2 \phi(r) \Big|_0^s - \int_0^s dr 2r \phi(r) \right] \quad (2.17)$$

Potensial elektrokinetik dalam larutan (koloid) juga mempunyai sebutan yaitu potensial zeta yang dituliskan sebagai berikut,

$$\phi(s) = \zeta \quad (2.18)$$

Gradien tekanan akan menghasilkan arus dalam medium berpori dengan mensubstitusikan persamaan dapat dituliskan menjadi,

$$I_k = \frac{-\varepsilon \zeta \pi s^2 \Delta P}{\eta l} \quad (2.19)$$

I_c yaitu arus konduksi akan mengalir dari arah yang berlawanan dan didapatkan setelah mengintegrasikan persamaan (2.3) yang dapat ditulis,

$$I_c = \int_0^a dr (2\pi r) \sigma_f \frac{\Delta\phi}{l} \quad (2.20)$$

dan σ_f adalah konduktivitas fluida maka,

$$I_c = \frac{\pi a^2 \sigma_f \Delta\phi}{l} \quad (2.21)$$

dengan $-I_c = I_k$ serta persamaan (2.13) dan (2.16) maka didapatkan hasil yang mengkaitkan antara potensial listrik pada medium berpori dengan beda tekanannya sehingga dapat dituliskan,

$$\Delta\phi = \frac{\varepsilon \zeta}{\eta \sigma_f} \Delta P \quad (2.22)$$

dengan keterangan:

ζ : potensial zeta [V].

ε : konstanta dielektrik fluida $[F \cdot m^{-1}]$.

$\Delta\phi$: beda potensial elektrokinetik [mV].

η : viskositas fluida $[Pa \cdot s]$.

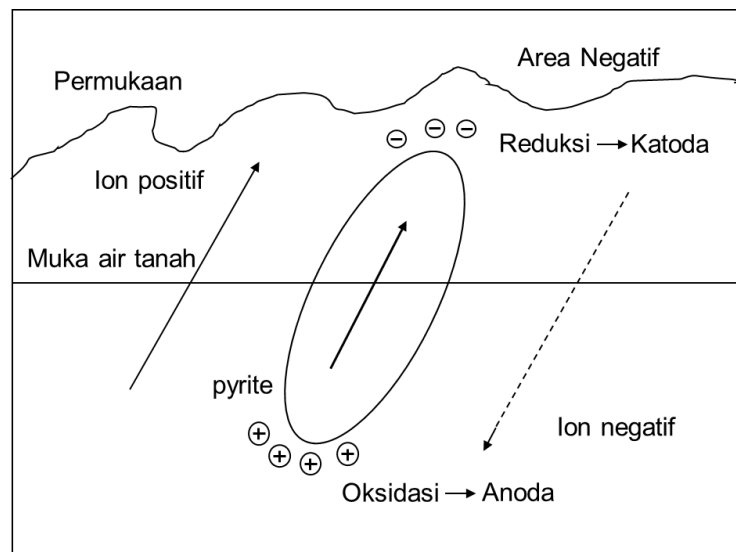
σ_f : konduktivitas fluida $\left[\frac{S}{m}\right]$.

ΔP : perbedaan tekanan $[Pa]$.

Potensial elektrokinetik adalah dasar parameter dari potensial yang diakibatkan dari aliran air bawah permukaan [21].

2.4.2 Potensial Mineralisasi

Potensial mineralisasi disebabkan oleh dua jenis logam yang dimasukkan dalam suatu bahan homogen sehingga terdapat perbedaan potensial antara kedua logam tersebut. Beda potensial ini dapat juga dikenal dengan istilah potensial kontak elektrolit. Potensial kontak elektrolit dapat diukur pada daerah yang mengandung banyak mineral serta potensial elektrokimia juga dapat diukur di permukaan tanah yang mengandung mineral [22]. Potensial mineralisasi memiliki nilai kurang dari 100 mV [21].



Gambar 2.6 Potensial mineralisasi menurut Sato dan Mooney [23] .

Pada Gambar 2.6 dijelaskan bahwa proses reduksi terjadi di sisi atas sulfida dan proses oksidasi terjadi di sisi bawah sulfida. Tubuh mineral bagian dalam berguna untuk jalur transpor elektron dari anoda ke katoda [21]. Elektron tersebut dikirim melalui tubuh mineral dari bagian pereduksi di bawah muka air tanah menuju bagian pengoksidasi di atas muka air tanah (dekat permukaan). Tubuh mineral berfungsi sebagai jalur untuk mentransfer elektron hal ini menunjukkan bahwa prinsip kerja potensial mineralisasi terjadi ketika kondisi lingkungan didukung oleh adanya proses elektrokimia sehingga timbul potensial mineralisasi di bawah permukaan tanah [22] .

Agar menghindari kesalahan akibat adanya polarisasi pada permukaan elektroda logam dalam pengukuran untuk mengukur potensial listrik maka dalam pengambilan data SP digunakanlah elektroda khusus yaitu *porouspot electrode* atau *non polarisable electrode*. *Porouspot* ini terbuat dari bahan logam yang diisi oleh larutan yang diletakkan dalam wadah yang berpori [21]. Polarisasi pengukuran SP disebabkan karena adanya perbedaan aktifitas kimia yang mineralnya kontak langsung terhadap larutan sehingga menimbulkan aliran arus yang mengakibatkan perubahan jumlah ion pada mineral sehingga menghasilkan potensial listrik.

2.5 Potensial di Alam

Bumi memiliki sifat-sifat kelistrikan yang prosesnya disebabkan oleh faktor alam yaitu air bawah tanah dan batuan mineral. Beda potensial dapat terjadi di setiap area yang memiliki keadaan air bawah permukaan tanah dan mineral batuan yang berbeda. Perbedaan potensial ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu [24]:

- a. Aliran fluida, dapat disebabkan oleh suhu permukaan dan suhu bawah permukaan tanah.
- b. Aktivitas bioelektrik disebabkan oleh organisme, ion negatif dari air yang ada dalam tanah akan terserap oleh akar tumbuhan.
- c. Konsentrasi larutan elektrolit air tanah yaitu ketika ion-ion berpindah dalam elektrolit pada air bawah tanah.
- d. Reaksi geokimia, dapat terjadi karena reaksi reduksi dan oksidasi (redoks) pada area mineralisasi.

Dengan adanya air tanah maka terjadi proses mekanis ataupun oleh proses elektrokimia yang dapat menyebabkan adanya potensial alami di permukaan bumi. Proses mekanik dapat menghasilkan potensial elektrokinetik (*streaming potential*) dan elektrokimia menghasilkan potensial *liquid junction*, potensial serpih dan mineralisasi. Namun potensial ini juga dipengaruhi oleh faktor lain, yaitu pelapukan yang terjadi pada mineral batuan, sifat batuan (kandungan mineral), aktivitas biolistrik bahan organik, korositas, gradien tekanan panas dalam permukaan cairan serta fenomena lainnya [24].

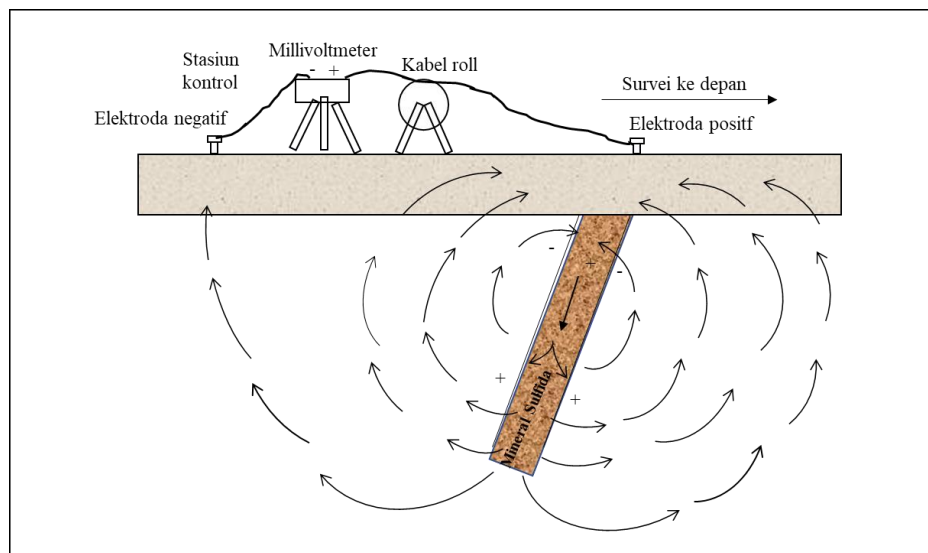
Survei metode SP digunakan untuk mengetahui adanya mineral yang dapat menyebabkan anomali sehingga dapat menginformasikan keadaan bawah permukaan tanah. Anomali yang didapatkan berupa nilai potensial yang terukur dalam jarak spasi tertentu kemudian dibuat grafik antara jarak dengan nilai potensial yang terukur atau juga disebut profil dan suatu peta kontur ekuipotensial [25]. Anomali yang dihasilkan pada pengukuran SP dapat diklasifikasikan menurut sumber geologinya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Sumber geologi dan jenis anomali [24].

Sumber	Jenis anomali
<i>Mineral potentials</i>	
<i>Sulphida ore bodies</i> <i>(Pyrite, chalcopyrite, pyrrhotite, sphalerite, galene)</i> <i>Graphite ore bodies</i> <i>Magnetite + other electronically conducting minerals</i> <i>Coal</i> <i>Manganese</i>	} Negatif antara 100 - 1000 mV
Urat kuarsa Pagmetite	} Positif antara 10 – 100 mV
<i>Background potentials</i>	
Aliran fluida, geokimia	Positif atau negatif, ≤ 100 mV
Efek biolistrik (tumbuhan dan pohon)	Negatif, ≤ 300 mV
Gerakan air tanah	Positif/negatif, 100 –1000 mV
Topografi	Negatif, sampai 2V

2.6 Pengukuran Metode *Self Potential*

Dalam pengukuran potensial alami bumi menggunakan metode *self potential* dibutuhkan peralatan yang digunakan untuk mengukur potensial bumi yaitu digital voltmeter dan elektroda *porouspot*. Digital voltmeter digunakan untuk mengukur beda potensial antara kedua elektroda yang ditanam di dalam tanah. Elektroda dan tanah akan menimbulkan reaksi elektrokimia. Elektroda yang digunakan terbuat dari batang logam yang dimasukan ke dalam larutan elektrolit yang berada di dalam pot keramik yang berpori sehingga elektrolit dapat merembes melalui dinding berpori sehingga membuat kontak elektrolit dengan tanah [26]. Pengambilan data SP dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Skema pengambilan data *self potential* [24].

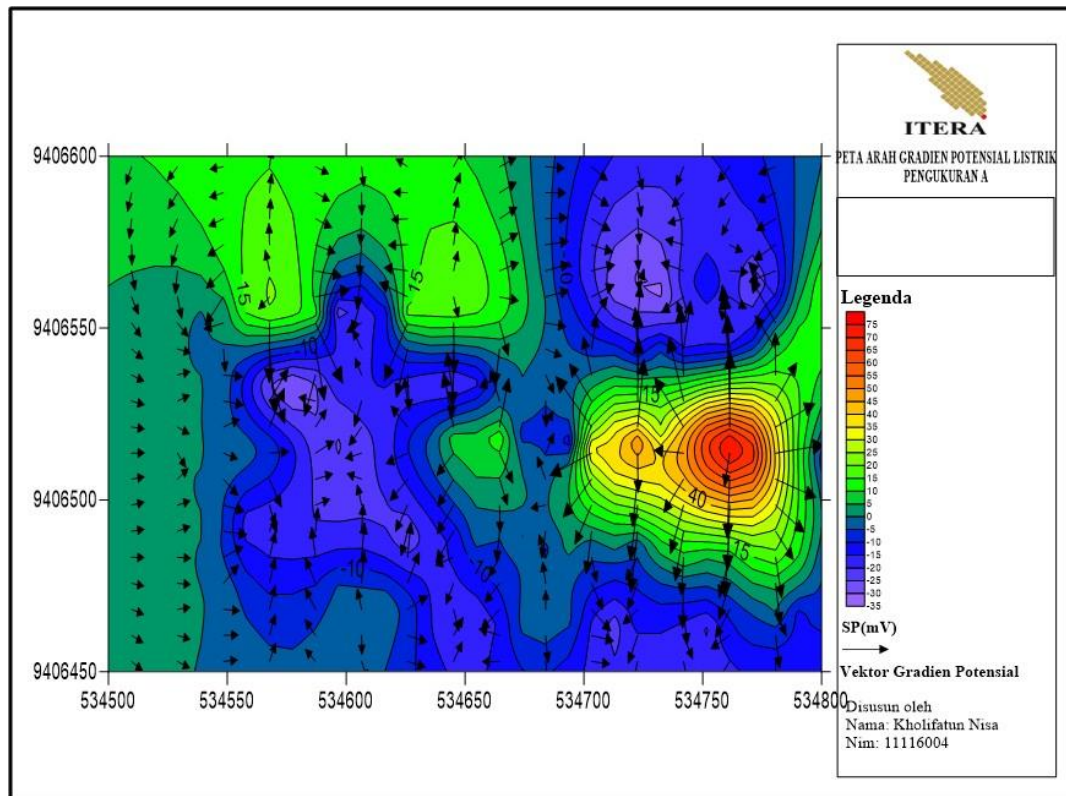
Gambar 2.7 menjelaskan bahwa pengambilan data SP menggunakan elektroda *porouspot* dengan elektroda negatif pada *base* sebagai titik referensi dan elektroda positif sebagai elektroda *rover*. Pengukuran dilakukan dengan mengukur beda potensial antara kedua elektroda sehingga anomali potensial listrik yang berada di bawah permukaan dapat didapatkan. Dimana anomali potensial listrik disebabkan oleh mineral-mineral tertentu di bawah permukaan tanah.

2.7 Gradien Potensial Terhadap Aliran Fluida

Intensitas medan listrik dapat dicari menggunakan gradien potensial listrik. Arah gradien potensial listrik merupakan vektor yang arahnya berlawanan dengan nilai potensial listrik. Persamaan gradien potensial listrik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$E = -\nabla V \quad (2.23)$$

Hubungan tersebut menunjukkan bahwa medan listrik memiliki intensitas listrik yang nilainya sama dengan negatif gradien potensial listrik. Gradien potensial listrik akan menginterpretasikan pergerakan air di bawah permukaan tanah yang melewati medium pori yang disebabkan oleh interaksi antara aliran air dan *potential streaming*. Rosid menjelaskan bahwa gradien potensial listrik ditunjukkan dengan tanda panah. Nisa dkk. telah melakukan penelitian yaitu analisis gayut waktu nilai potensial listrik menggunakan metode SP di Kebun Raya ITERA. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan peta gradien potensial dan kontur isopotensial dengan 5 lintasan yang ditunjukkan pada Gambar 2.8. Dengan arah gradien yang mengarah ke potensial negatif sehingga searah dengan arah aliran fluida yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial terendah dan pada daerah penelitian dapat diketahui akumulasi aliran fluida [21].



Gambar 2.8 Peta arah gradien potensial listrik [21].