BAB V
IDENTIFIKASI ALTERASI HIDROTERMAL

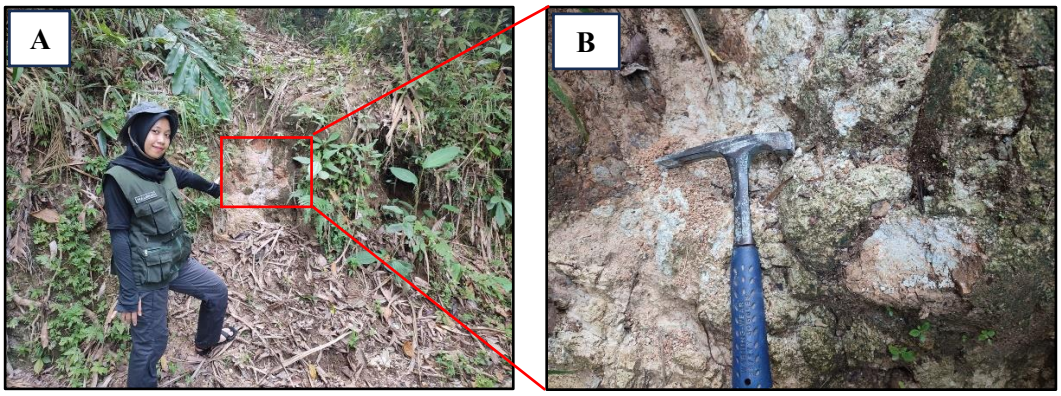
5.1 Alterasi Hidrotermal di Daerah Penelitian

Alterasi daerah penelitian didapat berdasarkan pengamatan lapangan dan hasil analisis laboratorium yaitu analisis petrografi dan *X-Ray Diffraction* (XRD). Menurut (Falisa dkk, 2020) batuan yang mengalami alterasi dapat dikenali melalui pengamatan megaskopis dan analisa petrografi pada sayatan tipis batuan dan dibantu dengan analisis X-Ray Diffraction (XRD). Analisis petrografi digunakan untuk mengetahui mineral pada batuan dengan mikroskop polarisasi sedangkan analisis XRD dilakukan untuk mengetahui mineral yang sulit teridentifikasi oleh analisis petrografi seperti mengetahui jenis mineral lempung pada batuan. XRD akan mengidentifikasi fasa kristalisasi dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta mendapatkan ukuran partikel. Pola difaktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relative bervariasi sepanjang nilai 2θ. Pada daerah penelitian umumnya didapatkan alterasi yang terjadi pada batuan beku. Berdasarkan pengamatan secara keseluruhan daerah penelitian mengalami alterasi dengan intensitas sedang, hal tersebut ditunjukkan dari perubahan pada mineral primer menjadi mineral sekunder yang disebandingkan terhadap volume total batuan. Data-data yang telah di dapatkan di lapangan dan hasil analisis Petrografi dan *X-Ray Diffraction* (XRD) dikomparasi guna mengetahui himpunan mineral yang didapatkan sehingga dapat mengetahui jenis dan zonasi alterasi yang terdapat pada daerah penelitian. Berdasarkan klasifikasi alterasi (Corbett dan Leach, 1996) himpunan mineral yang didapatkan pada daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi dua jenis alterasi yaitu alterasi Kuarsa-Illit-Kaolinit yang tergolong tipe alterasi Argilik, Alterasi Klorit-Kalsit-Kuarsa yang tergolong tipe alterasi Propilitik.

5.2 Tipe Alterasi Hidrotemal

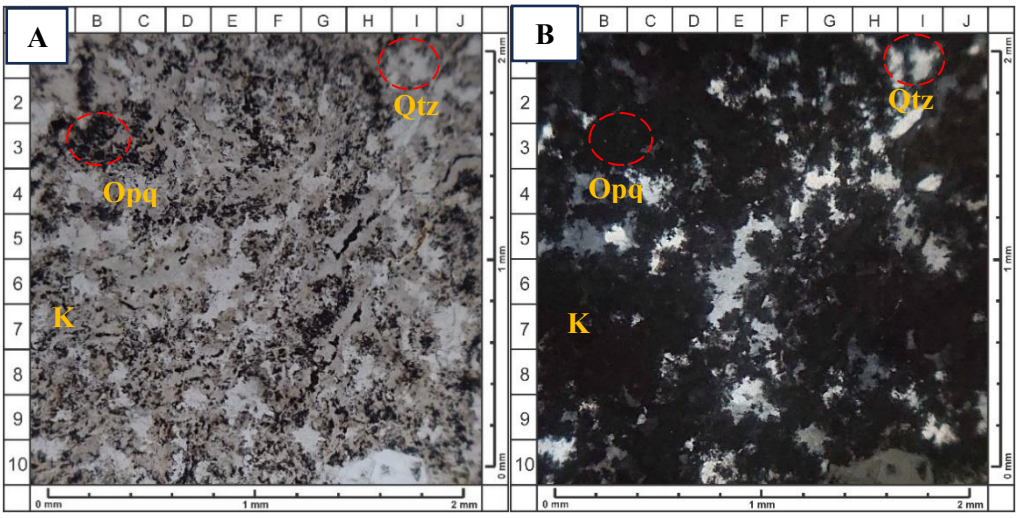
Alterasi Kuarsa-Illit-Kaolinit (Alterasi Argilik). Alterasi ini merupakan alterasi yang paling dominan keterdapatannya pada daerah penelitian. Alterasi ini terdapat pada lembah perbukitan struktural dan menyebar pada bagian utara daerah penelitian. Berdasarkan pengamatan secara megaskopis di lapangan, alterasi ini memiliki warna segar putih keabu-abuan yang menunjukkan alterasi lempung,

dengan warna lapuk kecoklatan. Alterasi ini dicirikan dengan sifat fisik khususnya berupa batuan yang lunak. Alterasi ini terjadi pada intrusi granit, penyebab terjadinya alterasi ini yaitu berupa permeabilitas yang dihasilkan dari sesar sesar yang berpotongan serta adanya proses intrusi yang berulang di daerah penelitian. Pembentukan alterasi ini diakibatkan adanya tahapan metasomatisme yang merupakan penggantian dan perombakan, sehingga mineral-mineral primer teralterasi menjadi mineral sekunder seperti kaolinit dan ilit. Keberadaan alterasi ini terdapat pada LP 2.10 dan sekitarnya dari daerah penelitian.



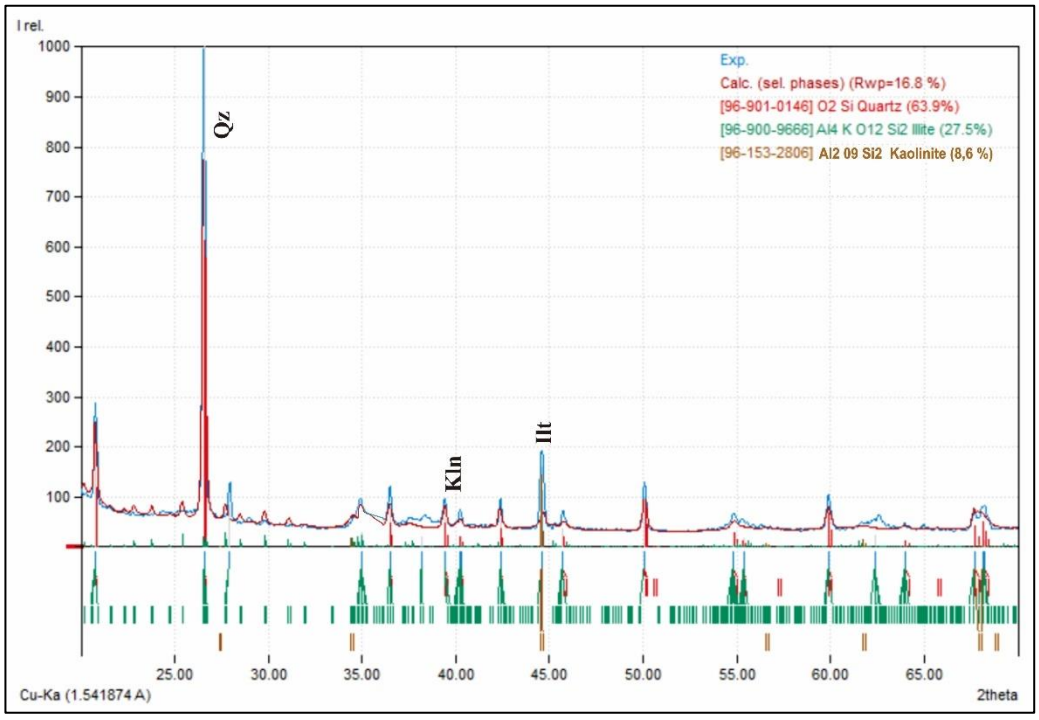
Gambar 46. (A): Kenampakan Singkapan Alterasi Argilik di LP 2.10 dengan azimuth N 309˚E, (B): Foto dekat singkapan Alterasi Argilik

Analisis Petrografi pada **Gambar 47** menunjukkan komposisi mineral terdiri dari Lempung Kaolin dengan kelimpahan 77% yang merupakan hasil ubahan dari proses alterasi. Pada PPL warna absorbsi tidak berwarna - coklat, relief rendah, pleokroisme tidak ada, bentuk kristal anhedral, belahan tidak ada. Pada XPL warna interferensi hitam orde 1. Lalu mineral Kuarsa sekunder dengan kelimpahan 20% yang pada PPL warna absorbsi tidak berwarna, relief rendah, pleokroisme tidak ada, bentuk kristal anhedral, belahan tidak ada. Pada XPL warna interferensi abu abu – putih orde 1, sudut gelapan bergelombang, kembaran tidak ada. Selanjutnya mineral opak dengan kelimpahan 3%.



Gambar 47. A): PPL (*Plane Polarized Light*), (B): XPL (*Cross Polarized Light*) yang menunjukkan kenampakan mineral Kuarsa dan Lempung Kaolin

Pada sampel batuan teralterasi Argilik dilakukan analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) yang merupakan analisis yang ditujukan untuk mengetahui jenis mineral lempung yang dimana pada analisis petrografi hanya teridentifikasi sebagai lempung kaolin. Kemuadian untuk mengetahui jenis mineral tersebut hasil analisis XRD diolah menggunakan aplikasi *Match*. Hasil pemlotingan dengan aplikasi *Match* dapat dilihat pada **Gambar 48**.



Gambar 48.Grafik kehadiran mineral pada analisis XRD pada aplikasi Match

Pada gambar diatas merupakan hasil dari pemlotingan puncak grafik dari

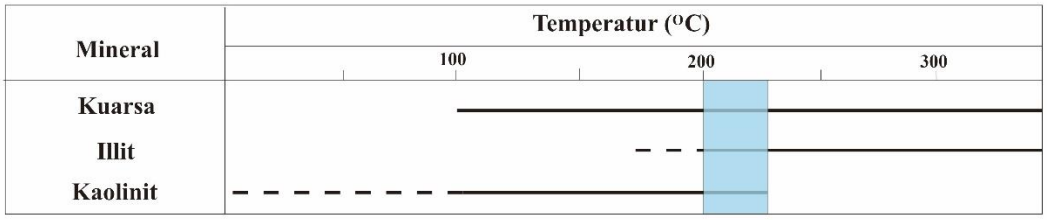
hasil analisis XRD. Warna merah menunjukan keterdapatan mineral kuarsa, warna hijau menunjukan keterdapatan mineral illit dan warna coklat menunjukan keterdapatan mineral kaolinit. Hasil dari ploting menggunakan aplikasi Match tersebut didapatkan persentase kandungan mineral ubahan dari data XRD yaitu kuarsa sekunder dengan persentase kehadiran sebesar 63,9%, Ilit 27,5 % dan Kaolinit 8,6%. Besaran persentase tersebut juga ditunjukkan pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Persentase kehadiran mineral pada analisis XRD

Mineral	Rumus Kimia	Keterdapatan dalam XRD (%)
Quartz (Qz)	SiO_2	63,9
Illite (Ilt)	$Al_4KO_{12}Si_2$	27,5
Kaolinite (Kln)	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	8,6

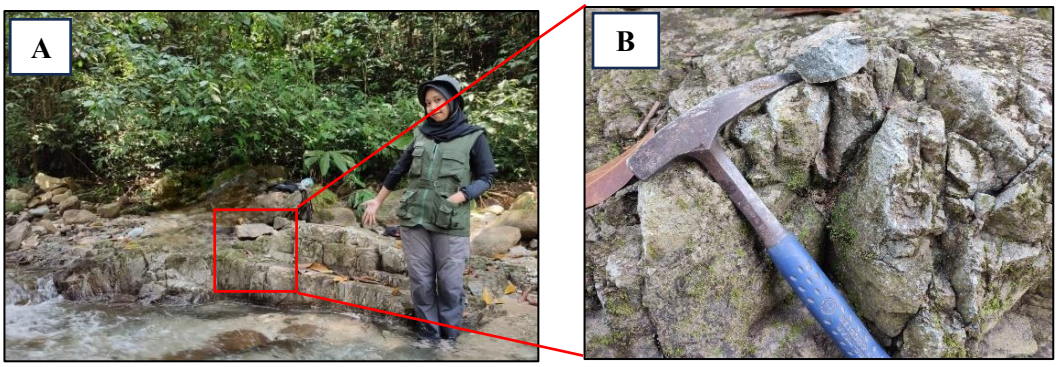
Mineral ubahan yang terdapat pada sampel batuan jika dikaitkan dengan klasifikasi (Hadenquist, 1996) maka dapat disimpulkan alterasi yang ditemukan pada daerah penelitian merupakan alterasi argilik yang memiliki kisaran suhu pembentukan 200-220˚C, dengan pH asam hingga netral. Tabel kisaran suhu pembentukkan alterasi argilik dapat dilihat pada **Tabel 7**. Perkiraan suhu pembentukan mempertimbangkan kehadiran mineral alterasi lempung .

Tabel 7. Kisaran suhu pembentukkan alterasi Kuarsa-Ilit-Kaolinit (Hedenquist, 1996)



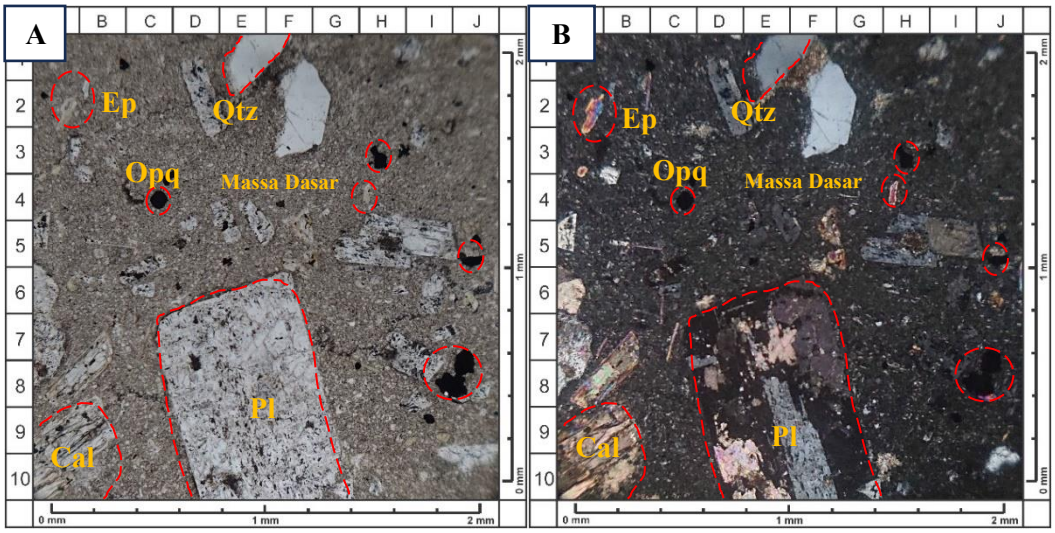
Alterasi Klorit-Kalsit-Kuarsa (Alterasi Propilitik). Alterasi ini merupakan alterasi yang keterdapatannya relatif sedikit di daerah penelitian. Alterasi ini terdapat pada intrusi andesit yang berada pada Baratlaut daerah penelitian. Berdasarkan pengamatan megaskopis dilapangan, alterasi ini memiliki warna segar abu-abu kehijauan dengan warna lapuk coklat kehitaman. Batuan ini tidak menunjukan sifat fisik batuan lunak akan tetapi telah terjadi perubahan warna pada batuan dan mineral yang telah terubah. Salah satu penyebab terjadinya alterasi ini yaitu zona perpotongan sesar yang memicu meningkatnya aktivitas fluida hidrotermal. Pembentukan alterasi ini terdapat pada LP 2.6 pada daerah penelitian

dengan kehadiran mineral penciri berupa klorit, kalsit.



Gambar 49. (A): Kenampakan singkapan alterasi Propilitik LP 2.6 dengan azimuth N 8˚E, (B): Foto dekat singkapan intrusi andesit.

Analisis Petrografi pada **Gambar 50** menunjukkan komposisi mineral terdiri mineral Plagioklas (Pl) dengan kelimpahan 15% memiliki warna absorbsi tidak berwarna, relief rendah, pleokroisme tidak ada, bentuk kristal euhedral – anhedral, belahan 1 arah. Sedangkan pada XPL warna interferensi abu abu – putih orde 1, sudut gelapan parallel – miring, kembaran albit – kalsbad-albit, nilai An 45 (andesin). Selajutnya terdapat mineral kuarsa (Qtz) dengan kelimpahan 3% Pada PPL warna absorbsi tidak berwarna, relief rendah, pleokroisme tidak ada, bentuk kristal anhedral, belahan tidak ada. Pada XPL warna interferensi abu abu – putih orde 1, sudut gelapan bergelombang, kembaran tidak ada. Selanjutnya terdapat mineral Kalsit (Cal) dengan kelimpahan 6% yang pada PPL warna absorbsi tidak berwarna, relief rendah – sedang, pleokroisme tidak ada, bentuk kristal anhedral, belahan 2 arah – tidak ada. Pada XPL warna interferensi merah muda – hijau orde 4 – orde 5, sudut gelapan simetris, kembaran tidak ada – polisintetik. Selanjutnya mineral Epidot (Ep) dengan kelimpahan 1% yang pada PPL warna absorbsi coklat terang – hijau terang, relief tinggi, pleokroisme lemah, bentuk kristal euhedral – subhedral, belahan 2 arah. Pada XPL warna interferensi kuning – hijau kebiruan orde 2, sudut gelapan miring, kembaran monoklin sejajar. Massa dasar pada batuan ini memiliki kelimpahan sekitar 74% yang pada PPL warna absorbsi variatif mulai tidak berwarna – abu-abu terang – coklat, relief tinggi. Pada XPL warna interferensi variatif abu-abu gelap – hitam – coklat. Terdiri dari mikrolit kuarsa, mikrolit feldspar dan gelas vulkanik. Dan mineral opak (Opq) dengan kelimpahan 1% pada batuan.



Gambar 50. (A): PPL (Plane Polarized Light), (B): XPL (Cross Polarized Light) yang menunjukkan kenampakan mineral Kalsit, Kuarsa, Epidot, dan Plagioklas

Perkiraan suhu pembentukan mineral mengacu pada klasifikasi tempratur pembentukan mineral (Hedenquist, 1996), alterasi ini memiliki kisaran suhu pembentukan 200˚C-350˚C, dengan pH mendekati netral. Tabel kisaran suhu pembentukkan alterasi argilik dapat dilihat pada **Tabel 8.**

Tabel 8 Kisaran suhu pembentukkan alterasi Propilitik (Hedenquist, 1996)

Mineral	Temperatur (°C)		
	100	200	300
Klorit			
Kalsit			
Kuarsa			

5.3. Fase Alterasi

Himpunan mineral (*mineral assemblage*) alterasi di daerah penelitian memiliki beberapa faktor pengontrol. Faktor pengontrol yang paling utama ialah terkait dengan adanya zona permeabilitas yang diikuti dengan perubahan kondisi suhu dari fluida hidrotermal yang memiliki komposisi fluida dan tingkat pH yang beragam sehingga mengubah batuan-batuan yang dilewati fluida hidrotermal melalui media zona permeabilitas berupa sesar. Alterasi yang terjadi juga dipengaruhi oleh komposisi batuan samping yang dilalui oleh fluida hidrotermal.

Secara fase tektonik pembentukan alterasi pada daerah penelitian dapat terjadi dikarenakan pengangkatan daerah penelitian pada oligosen-miosen dan diiringi dengan pensesaran sesar aktif sumatra setelah dari adanya proses

pengangkatan. Terdistribusinya gaya tektonik regional yang bekerja menghasilkan berbagai efek rekahan sepanjang daerah penelitian, hal tersebut mengakibatkan terjadinya alterasi. Rekahan tersebut dapat berbentuk rekahan-rekahan hasil dari gaya kompresional dan ekstensional yang sangat mengontrol dari keberadaan intrusi dan alterasi daerah penelitian. Rezim kompresional akan dicirikan dengan hadirnya pengkekaran yang kompleks dan ditunjukkan dengan kehadiran lebih dari satu jenis intrusi pada daerah penelitian sedangkan pada rezim ekstensional cenderung mendapatkan satu jenis intrusi berupa intrusi granit.

Fase alterasi pada daerah penelitian dengan mempertimbangkan himpunan mineralnya dan pengaruh dari pada suhu dan pH maka daerah penelitian terjadi selama Miosen-Pliosen. Fase pertama yaitu pembentukan alterasi ialah alterasi argilik ditandai dengan kehadiran mineral lempung yang terbentuk pada suhu 100-210°C dengan pH fluida asam hingga netral, mineral yang hadir berupa Kuarsa-Illit-Kaolinit. Kemudian fase berikutnya alterasi propilitik yang merupakan jenis alterasi terluar daerah penelitian dengan suhu pembentukan berkisar 200-300°C dengan pH fluida netral dengan mineral penciri berupa klorit-kalsit-kuarsa.

5.4 Intensitas Alterasi

Mineral alterasi merupakan mineral-mineral sekunder yang hadir pada suatu batuan, mineral sekunder memiliki arti mineral yang hadir selain yang terdapat pada reaksi Bowen. Kehadiran mineral alterasi dapat diketahui secara megaskopis, akan tetapi untuk mendapatkan hasil yang lebih detail dan dapat mencerminkan batuan asalnya maka dilakukannya analisis petrografi. Selain itu, analisis yang juga dapat dilakukan ialah analisis *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui mineral alterasi lempung.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, batuan yang mengalami alterasi adalah batuan granit dan andesit. Kehadiran mineral alterasi argilik terjadi pada batuan granit yang ditemukan berupa Kuarsa sekunder–Illit-Kaolinit. Hasil petrografi menunjukkan bahwa pada daerah penelitian telah mengalami alterasi dengan intensitas yang cukup bervariasi dengan intensitas teralterasi sedang hingga total. Intensitas ini ditunjukkan dengan terubahnya mineral primer secara keseluruhan sehingga pada sayatan petrografi sulit untuk diketahui batuan asalnya,

seperti yang ditunjukkan pada tipe alterasi argilik dengan mineral alterasi berupa Kuarsa-Illit-Kaolinit.

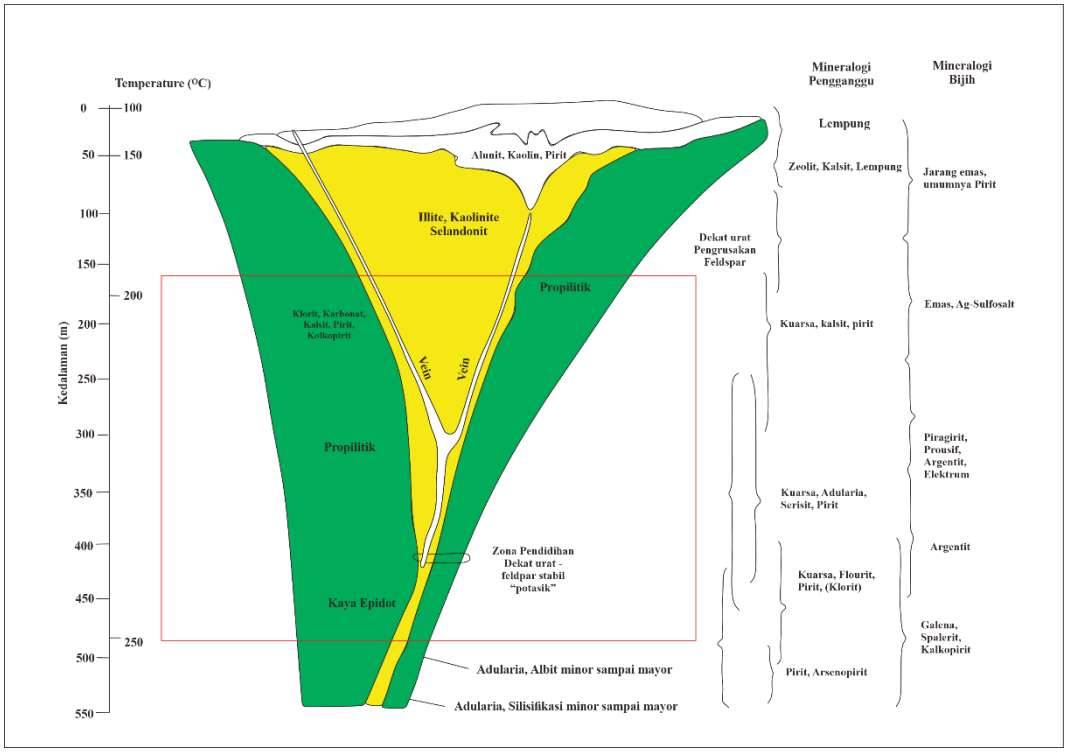
Selanjutnya pengamatan yang telah dilakukan, didapatkan pada batuan andesit mengalami alterasi propilitik yang ditemukan berupa Klorit-Kalsit-Kuarsa. Hasil petrografi menunjukkan bahwa pada daerah penelitian telah mengalami alterasi dengan intensitas yang cukup bervariasi dengan intensitas teralterasi lemah hingga sedang.

5.5 Hubungan Struktur dan Alterasi

Berdasarkan pada data-data struktur yang didapatkan di lapangan maka struktur sesar yang saling berpotongan menjadi jalur keluarnya fluida hidrotermal. Kehadiran struktur geologi berupa kekar dan sesar pada daerah penelitian dikarenakan secara tektonik daerah penelitian berada zona konvergen dan kompresi dari samudra hindia terhadap bagian barat pulau Sumatra. Secara struktur geologi daerah penelitian dikontrol oleh sesar-sesar yang bergerak mendatar. Berdasarkan segmentasi yang berpengaruh terhadap alterasi merupakan segmentasi dari Sesar Sumani yang berpotongan terhadap sesar-sesar minor di daerah penelitian. Alterasi argilik dikontrol oleh zona Sesar Sumani dan sesar-sesar yang searah. Alterasi propilitik dikontrol oleh perpotongan sesar Tambangan 1 terhadap sesar-sesar yang diinterpretasi sebagai jalur sesar yang mempengaruhi keberadaan alterasi tersebut. Daerah perpotongan sesar menjadi zona lemah dikontrol dengan sesar-sesar yang dikontrol oleh gaya kompresional dan ektensional yang menyebabkan alterasi terjadi cukup kuat dan dengan kehadiran mineral yang beragam.

5.6 Zona Alterasi Daerah Penelitian

Zonasi batuan teralterasi hidrotermal berdasarkan pemetaan dan hasil analisis teridentifikasi dua zona tipe alterasi yaitu argilik dan propilitik. Pemodelan zona alterasi pada (Bukchanan,1981) dapat dilihat pada **Gambar 51** dan peta zonasi alterasi hidrotermal dapat dilihat pada **Gambar 52**.



Gambar 51. Pemodelan zona alterasi pada model (Buchanan,1981)