

**TESIS**

**KUALITAS ANDESIT BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN  
PADA DAERAH ULUJADI KOTA PALU DAN BANAWA  
KABUPATEN DONGGALA**

*Andesite Quality Based On Compressive Strength Test In Ulujadi  
Area, Palu And Banawa City, Donggala District*

**FAUZIAH ALIMUDDIN**

**D062191003**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK GEOLOGI**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**PENGAJUAN TESIS**

**KUALITAS ANDESIT BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN  
PADA DAERAH ULUJADI KOTA PALU DAN BANAWA  
KABUPATEN DONGGALA**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister Program Suti  
Teknik Geologi Pada Program Pasca Srajan Universitas Hasanuddin

Disusun dan diajukan oleh

**FAUZIAH ALIMUDDIN**

**D062191003**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**TESIS**

**KUALITAS ANDESIT BERDASARKAN UJI KUAT TEKAN PADA  
DAERAH ULUJADI KOTA PALU DAN BANAWA KABUPATEN  
DONGGALA**

**FAUZIAH ALIMUDDIN  
D062 19 1003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Magister Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 02 Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**



**Prof. Dr.Eng. Asri Jaya HS, ST., MT.**  
NIP. 19690924199802001



**Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, ST., MT**  
NIP. 196711191998022001

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin**



**Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT**  
NIP. 197309262000121002

**Ketua Program Studi  
Magister Teknik Geologi**



**Dr. Eng. Meutia Farida, ST., MT**  
NIP. 197310032000122001

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS  
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fauziah Alimuddin  
Nomor mahasiswa : D062191003  
Program Studi : Teknik Geologi

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “Kualitas Andesit Berdasarkan Uji Kuat Tekan Pada Daerah Ulujadi Kota Palu Dan Banawa Kabupaten Donggala” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Dr. Eng. Asri Jaya HS, ST., MT. dan Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, ST., MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis dalam proses publikasi oleh Jurnal Geocelebes Departemen Geofisika FMIPA UNHAS sebagai artikel dengan judul “Andesite Quality Based On Compressive Strength Test In Ulujadi Area, Palu City”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 02 Agustus 2023

Yang Menyatakan

  
Fauziah Alimuddin



## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis Panjatkan ke Hadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa karena berkat limpahan Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun Tesis ini dengan judul **“Kualitas Andesit Berdasarkan Uji Kuat Tekan pada Daerah Ulujadi Kota Palu dan Daerah Banawa Kabupaten Donggala”**. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada jajaran petinggi Universitas Hasanuddin:

1. Bapak Dr.Eng. Asri Jaya HS, ST., MT, sebagai Pembimbing utama penulis.
2. Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, ST., MT, sebagai Pembimbing pendamping penulis.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, ST., M.Eng, sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Eng. Meutia Farida, ST., MT, sebagai Ketua Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muh. Isran Ramli., ST., MT, sebagai Dekan Fakultas Teknik Unversitas Hasanuddin.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc, sebagai Rektor Universitas Hasanuddin.
7. Bapak Dr. Ir. M. Fauzi Arifin M.Si., Ibu Dr. Ulva Ria Irvan ST., MT., Bapak Dr.Eng. Hendra Pachri., ST., M. Eng., sebagai tim penguji.
8. Segenap Dosen Program Studi Magister Teknik Geologi, Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
9. Staf Administrasi Program Magister Teknik Geologi atas bantuannya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan baik dari bentuk penyusunan maupun materinya. Kritik konstruktif dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada kita sekalian.

Gowa, 02 Agustus 2023  
Penyusun



**(Fauziah Alimuddin)**

## ABSTRAK

**Fauziah A.** *Kualitas Andesit Berdasarkan Uji Kuat Tekan Pada Daerah Ulujadi Kota Palu dan Banawa Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah* (dibimbing oleh **Asri Jaya** dan **Haerany Sirajuddin**)

Lokasi penelitian terletak di Daerah Ulujadi Kota Palu dan Banawa Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah, merupakan daerah bahan galian berupa batuan andesit. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan pemanfaatan batuan andesit. Penelitian dilakukan dengan metode kualitatif dan metode kuantitatif, berupa pengambilan sampel batuan dan analisis laboratorium yakni analisis uji kuat tekan, analisis petrografi, dan analisis XRF. Hasil analisis petrografi daerah Banawa Kabupaten Donggala dengan kode ST 01, ST 02, ST 03, ST 04, ST 05, memiliki komposisi mineral terdiri dari plagioklas (0-30%), piroksin (3-55%), klorit (5-10%), kuarsa (0-5%), serisit (0-5%), epidot (0-10%), opak (3-5%) dan massa dasar (30-67%). Sedangkan untuk daerah Ulujadi Kota Palu dengan kode ST 06, ST 07, ST 08, ST 09, ST 10 memiliki komposisi mineral terdiri dari plagioklas (20-35%), piroksin (3-20%), klorit (0-5%), serisit (5-10%), opak (2-7%), massa dasar (40-55 %). Hasil kuat tekan batuan ST 01 hingga ST 05 pada daerah Banawa menunjukkan nilai kuat tekan antara 40 hingga 163 kg/cm<sup>2</sup> jika merujuk pada klasifikasi material kuat tekan andesit termasuk kategori lemah (*Weak*) hingga sangat lemah (*Very Weak*), adapun pada ST 03 dengan kuat tekan 509 kg/cm<sup>2</sup> maka termasuk dalam kategori kuat sedang (*Medium Strong*). Sedangkan Daerah Ulujadi ST 06 sampai ST 10 menunjukkan dari 5 titik lokasi, ada 2 lokasi yang kuat tekannya masuk kategori lemah (*Weak*) yakni ST 06(152 kg/cm<sup>2</sup>) dan ST 09(173 kg/cm<sup>2</sup>). Sedangkan stasiun lainnya yakni ST 07, ST 08, dan ST 10 masuk kategori kuat (*Strong*). Data analisis XRF menunjukkan komposisi kimia batuan andesit daerah penelitian memiliki silika (SiO<sub>2</sub>) pada ST 01(45,799 %), ST 04(49,164 %), ST 07(49,235 %), ST 08(47,906 %), dimana jenis magma berasal dari magma *basaltik* yang memiliki sifat potassic calc-alkaline yang berusia akhir miosen.

**Kata Kunci** : Andesit, Kuat Tekan, Petrografi, XRF

**ABSTRACT**

**Fauziah A.** *Andesite Quality Based on Compressive Strength Test in Ulujadi Region, Palu City and Banawa, Donggala Regency* (guided by **Asri Jaya** and **Haerany Sirajuddin**)

The research location is located in the Ulujadi Region, Palu City and Banawa, Donggala Regency, Central Sulawesi Province, which is an area of minerals in the form of andesite rock. This study aims to optimize the utilization of andesite rocks. The research was carried out using qualitative methods and quantitative methods, in the form of rock sampling and laboratory analysis, namely compressive strength test analysis, petrographic analysis, and XRF analysis. The results of the petrographic analysis of the Banawa area, Donggala Regency with the code ST 01, ST 02, ST 03, ST 04, ST 05, have a mineral composition consisting of plagioclase (0-30%), pyroxene (3-55%), chlorite (5-10%), quartz (0-5%), sericite (0-5%), epidote (0-10%), opaque (3-5%) and glass base mass (30-67%). As for the Ulujadi area, Palu City with the code ST 06, ST 07, ST 08, ST 09, ST 10, it has a mineral composition consisting of plagioclase (20-35%), pyroxene (3-20%), chlorite (0-5%), sericite (0-5%), opaque (2-7%), ground mass (40-55%). The results of the compressive strength of rocks ST 01 to ST 05 in the Banawa area show compressive strength values between 40 to 163 kg/cm<sup>2</sup> when referring to the classification of andesite compressive strength materials including the category of weak to very weak, while at ST 03 with compressive strength of 509 kg/cm<sup>2</sup> then it is included in the medium strong category. Meanwhile, the Ulujadi area, ST 06 to ST 10, shows that from 5 location points, there are 2 locations with weak compressive strength, namely ST 06 (152 kg/cm<sup>2</sup>) and ST 09 (173 kg/cm<sup>2</sup>). While the other stations namely ST 07, ST 08, and ST 10 are in the strong category. XRF analysis data shows that the chemical composition of andesite rocks in the study area has silica (SiO<sub>2</sub>) at ST 01(45.799 %), ST 04(49.164 %), ST 07(49.235 %), ST 08(47.906 %), where the type of magma comes from magma basaltic which has *potassic calc-alkaline* properties which is late Miocene.

**Keywords** : Andesite, Compressive Strength, Petrography, X

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGAJUAN TESIS .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN TESIS .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
I.4 Manfaat Penelitian.....	3
I.5 Lokasi Penelitian .....	4
I.6 Peneliti Terdahulu .....	5
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
II.1 Geologi Regional .....	7
II.1.1 Geomorfologi .....	8
II.1.2 Stratigrafi .....	8
II.1.3 Struktur Geologi Regional .....	12
II.1.4 Potensi Batuan Andesit di Kota Palu dan Kabupaten Donggala .....	13
II.2 Batuan Andesit .....	14
III.2.1 Petrologi Batuan Andesit .....	15
II.2.2 Petrografi Batuan Andesit .....	18
II.2.3 Geokimia Batuan Andesit .....	21
II.3 Sifat Mekanik Batuan .....	22



II.3.1 Uji Tekan Batuan .....	22
II.4 Batuan Andesit Sebagai Bahan Galian .....	26

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

III.1 Alat dan Bahan Penelitian .....	30
III.1.1 Alat dan Bahan Lapangan .....	30
III.1.2 Alat dan Bahan Laboratorium .....	31
III.2 Metode Penelitian .....	32
III.3 Tahapan Penelitian .....	33
III.3.1 Tahapan Pendahuluan .....	33
III.3.2 Tahap Penelitian Lapangan .....	34
III.3.3 Tahap Preparasi Sampel .....	34
III.3.4 Tahap Analisis Laboratorium .....	35
III.3.5 Tahap Pengolahan dan Interpretasi Data .....	37
III.3.6 Tahap Penyusunan Laporan .....	38

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

IV.1 Geologi Daerah Penelitian .....	40
IV.1.1 Geomorfologi Daerah Penelitian .....	40
IV.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian .....	41
IV.1.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	41
IV.2 Karakteristik Batuan Andesit Berdasarkan Analisis Petrografi .....	42
IV.2.1 Stasiun 01 .....	43
IV.2.2 Stasiun 02 .....	45
IV.2.3 Stasiun 03 .....	46
IV.2.4 Stasiun 04 .....	48
IV.2.5 Stasiun 05 .....	50
IV.2.6 Stasiun 06 .....	51
IV.2.7 Stasiun 07 .....	53
IV.2.8 Stasiun 08 .....	55
IV.2.9 Stasiun 09 .....	56
IV.2.10 Stasiun 10 .....	58
IV.3 Persentase Unsur Batuan Andesit Berdasarkan Analisis XRF .....	62
IV.4 Kualitas Andesit Berdasarkan Kuat Tekan Batuan .....	64

IV.5 Potensi Bahan Galian Andesit Sebagai Bahan Galian Daerah Penelitian	
Tahap Analisis Laboratorium .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
V.1 Kesimpulan .....	69
V.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
<b>Gambar 1</b> Peta lokasi penelitian daerah Ulujadi.....	4
<b>Gambar 2</b> Peta lokasi penelitian daerah Banawa.....	5
<b>Gambar 3</b> Peta geologi regional daerah penelitian.....	7
<b>Gambar 4</b> Stratigrafi daerah Sulawesi Tengah bagian barat, leher Sulawesi, dan lengan utara Sulawesi bagian barat.....	9
<b>Gambar 5</b> Kenampakan makroskopis batuan andesit dan singkapan batuan andesit.....	15
<b>Gambar 6</b> Proses pembentukan magma intermediet pada batas lempeng konvergen.....	17
<b>Gambar 7</b> Klasifikasi batuan beku menurut Travis.....	18
<b>Gambar 8</b> Klasifikasi batuan beku berdasarkan tekstur dan komposisi mineral.....	19
<b>Gambar 9</b> Tekstur batuan andesit.....	20
<b>Gambar 10</b> Klasifikasi batuan berdasarkan komposisi silika SiO <sub>2</sub> terhadap total alkali .....	22
<b>Gambar 11</b> Kurva tegangan-regangan pada uji tekan batuan uniaxial.....	23
<b>Gambar 12</b> Pendistribusian tegangan pada contoh batuan pada kuat tekan uniaxial.....	24
<b>Gambar 13</b> Alat yang digunakan dalam pengujian kuat tekan.....	32
<b>Gambar 14</b> Kenampakan hasil dari preparasi sampel batuan menjadi sayatan tipis untuk analisis petrografi .....	35

<b>Gambar 15</b> Kenampakan hasil preparasi sampel batuan yang telah berbentuk kubus.....	35
<b>Gambar 16</b> Kegiatan pengamatan petrografis menggunakan mikroskopis polarisasi.....	36
<b>Gambar 17</b> Kegiatan pengukuran dimensi sampel batuan untuk uji kuat tekan batuan.....	36
<b>Gambar 18</b> Diagram alir penelitian.....	39
<b>Gambar 19</b> Kenampakan satuan bentang alam perbukitan denudasional pada daerah Ulujadi.....	41
<b>Gambar 20</b> Kenampakan singkapan batuan intrusi andesit pada daerah penelitian yang telah mengalami proses pengekarakan akibat gaya yang bekerja pada zona sesar palu koro .....	42
<b>Gambar 21</b> Kenampakan lapangan singkapan batuan andesit pada stasiun 01... ..	43
<b>Gambar 22</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 01.....	44
<b>Gambar 23</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 01. ....	44
<b>Gambar 24</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 02.....	45
<b>Gambar 25</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 02.....	45
<b>Gambar 26</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 0246	
<b>Gambar 27</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 03.....	47

<b>Gambar 28</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 03 .....	47
<b>Gambar 29</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 03.....	48
<b>Gambar 30</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 04.....	48
<b>Gambar 31</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 04 .....	49
<b>Gambar 32</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 04.....	49
<b>Gambar 33</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 05.....	50
<b>Gambar 34</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 05 .....	50
<b>Gambar 35</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 05.....	51
<b>Gambar 36</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 06.....	52
<b>Gambar 37</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 06 .....	52
<b>Gambar 38</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 06. ....	53
<b>Gambar 39</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 07.....	53
<b>Gambar 40</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 07 .....	54
<b>Gambar 41</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode	

sampel ST 07. ....	53
<b>Gambar 42</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 08.....	53
<b>Gambar 43</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 08 .....	54
<b>Gambar 44</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 08. ....	55
<b>Gambar 45</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 09.....	56
<b>Gambar 46</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 09 .....	57
<b>Gambar 47</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 09. ....	57
<b>Gambar 48</b> Kenampakan singkapan batuan andesit pada stasiun 10.....	58
<b>Gambar 49</b> Kenampakan megaskopis sampel batuan andesit pada stasiun 10.....	59
<b>Gambar 50</b> Kenampakan mikroskopis sayatan tipis dengan kode sampel ST 10. ....	59

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
<b>Tabel 1</b> Derajat pelapukan batuan .....	25
<b>Tabel 2</b> Klasifikasi kekuatan batuan .....	26
<b>Tabel 3</b> Klasifikasi beban material berdasarkan kuat tekannya.....	26
<b>Tabel 4</b> Syarat mutu baku bahan bangunan menurut standar industri Indonesia. ....	29
<b>Tabel 5</b> Syarat mutu untuk bahan bangunan SNI .....	29
<b>Tabel 6</b> Daftar perlakuan analisa terhadap sampel batuan .....	37
<b>Tabel 7</b> Hasil analisa petrografi .....	42
<b>Tabel 8</b> Tabel komposisi kimia batuan andesit ST 01.....	62
<b>Tabel 9</b> Tabel komposisi kimia batuan andesit ST 04.....	62
<b>Tabel 10</b> Tabel komposisi kimia batuan andesit ST 07.....	62
<b>Tabel 11</b> Tabel komposisi kimia batuan andesit ST 08.....	63
<b>Tabel 12</b> Data hasil pengujian kuat tekan batuan .....	64
<b>Tabel 13</b> Hasil nilai kekuatan bahan material utuh .....	66
<b>Tabel 14</b> Hasil plot nilai kualitas kuat tekan batuan pada syarat mutu batuan bahan bangunan menurut SII .....	67
<b>Tabel 15</b> Hasil plot nilai kualitas kuat tekan batuan pada syarat mutu batuan bahan bangunan menurut SNI .....	67

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor	Halaman
<b>Lampiran 1.</b> Peta Satuan Lokasi .....	74
<b>Lampiran 2.</b> Peta Stasiun .....	75
<b>Lampiran 3.</b> Peta Topografi .....	76
<b>Lampiran 4.</b> Peta Morfometri.....	77
<b>Lampiran 5.</b> Peta Geologi Daerah Penelitian .....	78
<b>Lampiran 6.</b> Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian.....	79
<b>Lampiran 7.</b> Deskripsi Petrografi.....	80
<b>Lampiran 9.</b> Hasil Uji Kuat Tekan.....	81
<b>Lampiran 10.</b> Hasil Uji XRF.....	82



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. 1 Latar Belakang

Pulau Sulawesi merupakan salah satu pulau yang dengan kondisi geologi yang unik. Sompotan (2012) dalam bukunya "*Struktur Geologi Sulawesi*" membagi Pulau Sulawesi menjadi empat mandala geologi dan merepresentasikan hubungan antara tiga lempeng utama, yakni Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Eurasia. Keempat Mandala Geologi tersebut termasuk kedalam Mandala Geologi Sulawesi Barat, Mandala Geologi Sulawesi Tengah, dan Mandala Geologi Banggai-Sula. Menurut Simanjuntak (1993) wilayah Sulawesi Tengah adalah salah satu wilayah di dunia dengan proses geologi yang aktif terjadi dan wilayah tersebut berata di wilayah Mandala Geologi Sulawesi Tengah yang memiliki dampak positif maupun negative. Adapun hal positif yang disebutkannya, salah satunya adalah ditemukannya sumber daya alam berupa berbagai macam mineral dan batuan yang memiliki potensi cukup besar seperti bahan galian batuan yang berguna dalam bidang keilmuan maupun dalam bidang keteknikan khususnya bidang konstruksi.

Bahan galian andesit merupakan salah satu dari potensi sumber daya alam yang sangat menjanjikan di Sulawesi Tengah karena menjadi bahan baku kegiatan pembangunan infrastruktur. Salah satu daerah di Sulawesi Tengah dengan bahan galian yang cukup melimpah adalah Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Berdasarkan data ESDM (2002) kabupaten Donggala memiliki

potensi bahan galian non logam seperti granit / diorite / andesit dan memiliki 16 titik lokasi dengan total sumberdaya 281.873,93 juta ton. Bahan galian andesit merupakan salah satu komoditas mineral non-logam yang berharga untuk menunjang perekonomian daerah.

Pemanfaatan bahan galian golongan C, khususnya batuan andesit dalam dunia industri maupun sektor konstruksi memegang peranan yang sangat penting guna menunjang suatu proyek pembangunan. Perkembangan pembangunan di Indonesia yang semakin pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan bahan tambang seperti andesit dengan kriteria tertentu (Adjie, dkk. 2020).

Adapun hipotesa awal dalam penelitian ini adalah pengamatan secara langsung di lapangan terlihat bahwa batuan andesit di Daerah Banawa Kabupaten Donggala terlihat lebih lapuk dan beberapa titik memperlihatkan telah terjadi pengekaratan akibat dari pengaruh Sesar Palu Koro, dibandingkan dengan batuan andesit Daerah Ulujadi Kota Palu. Sehingga kesimpulan awal Daerah Banawa dianggap memiliki kuat tekan yang lebih rendah daripada Daerah Ulujadi. Karena itu perlu dilakukan penelitian dengan judul “Kualitas Andesit Berdasarkan Uji Kuat Tekan pada Daerah Ulujadi Kota Palu dan Daerah Banawa Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah” agar diperoleh data-data yang cukup sebagai penunjang informasi geologi, sehingga diketahui pemanfaatan batuan tersebut berdasarkan dari hasil uji kuat tekan dan kualitas andesitnya.

### **1. 2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Bagaimana karakteristik andesit pada daerah penelitian.
2. Bagaimana kualitas andesit pada daerah penelitian berdasarkan nilai uji kuat tekan batuan.
3. Bagaimana potensi pemanfaatan bahan galian andesit di daerah penelitian.

### **1. 3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini antara lain ;

1. Mengetahui karakteristik andesit berdasarkan mineral penyusunnya dan presentase unsur kimianya pada daerah Ulujadi Kota Palu dan Banawa Kabupaten Donggala.
2. Mengetahui kualitas andesit pada daerah penelitian sesuai dengan nilai kuat tekan batuan.
3. Mengetahui potensi pemanfaatan bahan galian andesit daerah penelitian sebagai bahan galian.

### **1. 4 Manfaat Penelitian**

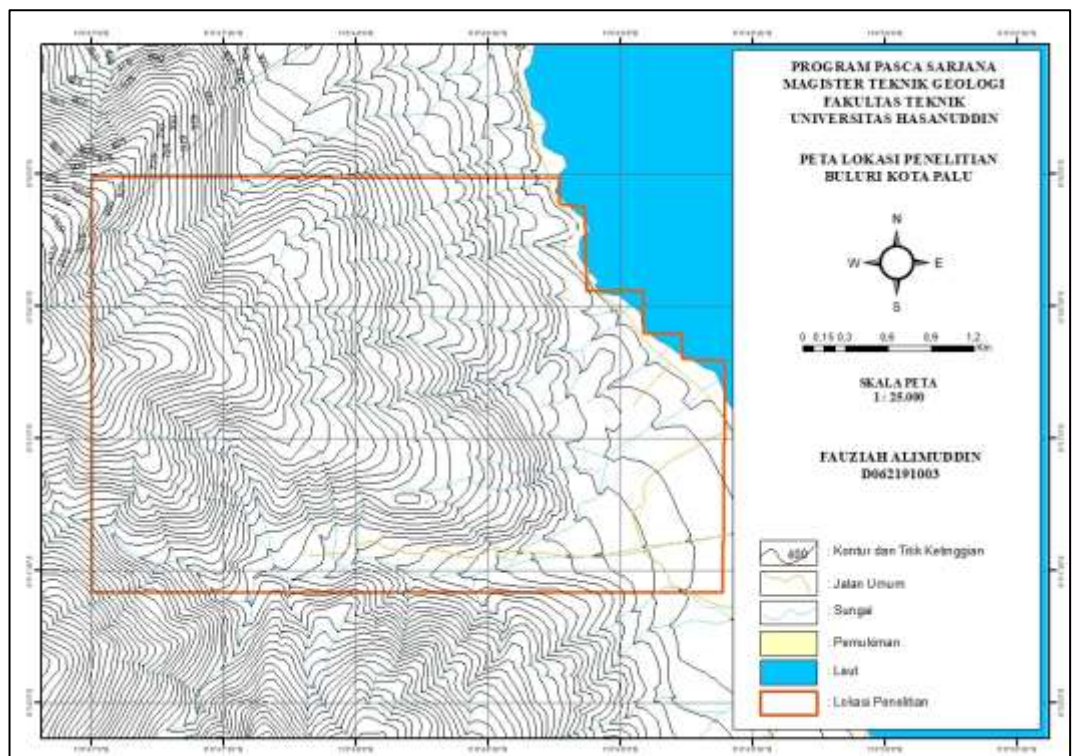
Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah ;

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik dan kualitas andesit pada daerah penelitian.
2. Memberikan informasi mengenai jenis pemanfaatan batuan berdasarkan hasil dari uji kuat tekan.

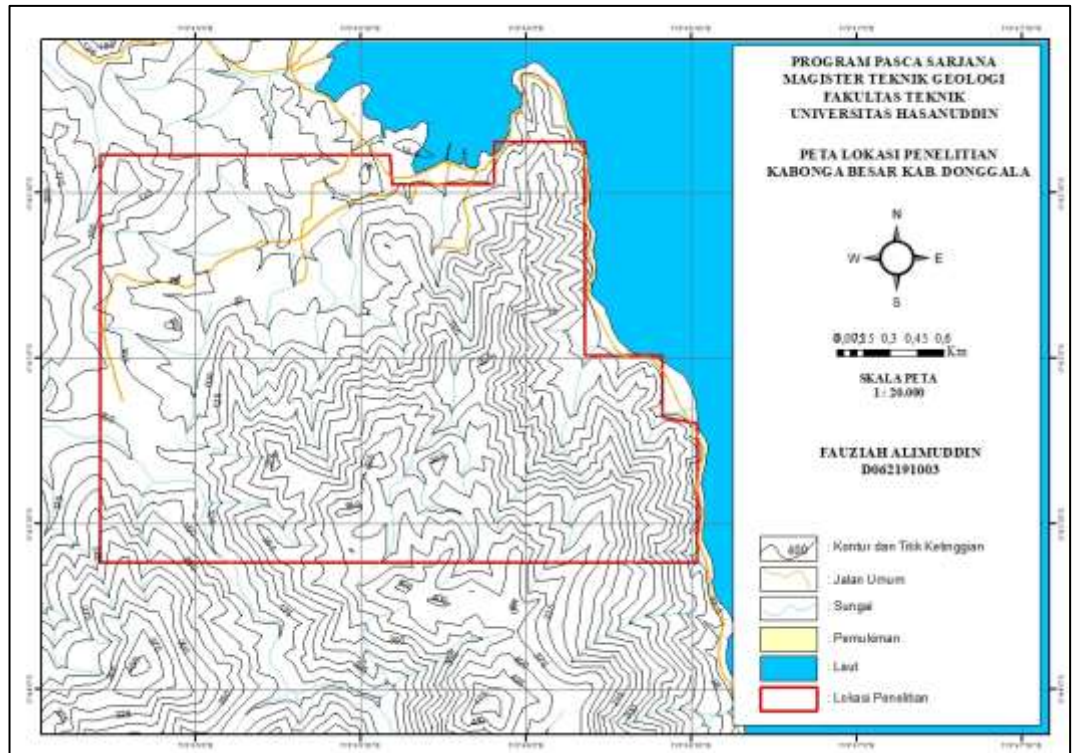
3. Dapat dijadikan sebagai sarana pengembangan ilmu pengetahuan di bidang mineral dan industri serta dijadikan sebagai acuan penelitian yang berkelanjutan.

### 1. 5 Lokasi Penelitian

Secara administrasi daerah penelitian termasuk ke dalam daerah Ulujadi kecamatan Ulujadi kota Palu dan daerah Banawa kecamatan Banawa kabupaten Donggala.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian Daerah Ulujadi



**Gambar 2.** Peta lokasi Penelitian Daerah Banawa

## 1. 6 Peneliti Terdahulu

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Yani, dkk (2019), melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan kualitas andesit Daerah Gunung Geblegan dan Pondokrasa, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten melalui metode kuat uji tekan batuan dan petrografi”.
2. Stephany Fransin Matmey dan Hendra Bahar (2022), melakukan penelitian dengan judul “Studi dan analisis kuat tekan uniaksial pada batu andesit di Desa Krondonan dan sekitarnya, Kecamatan Gondang, Kabupaten Bojonegara, Provinsi Jawa Timur”.

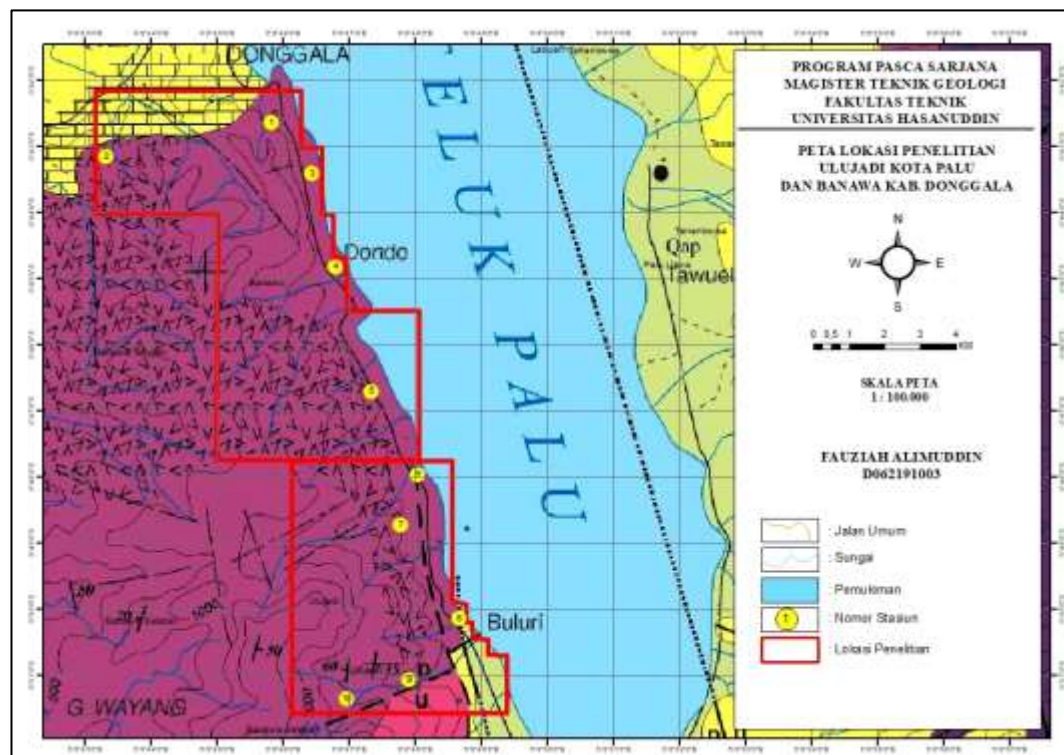
3. Djauhari Noor (2021), melakukan penelitian dengan judul “Kualitas batuan andesit Gunung Cipinang, Desa Mekarsari Kecamatan Cikalong Kulon - Kabupaten Cianjur - Jawa Barat sebagai bahan baku konstruksi dasar”.
4. Raden Irvan Sophian, dkk (2011), melakukan penelitian dengan judul “Kualitas batuan beku andesitis berdasarkan pendekatan kuat tekan dan petrologi”.
5. Panji Ridwan, dkk (2017), melakukan penelitian dengan judul “Kualitas andesit di Daerah Batujajar, Kecamatan Batujajar Timur, Kabupaten Bandung Barat berdasarkan analisis petrografi dan nilai kuat tekan sebagai bahan bangunan”.
6. Fernando Tobondo (2022), melakukan penelitian dengan judul “Karakteristik andesit sebagai bahan galian batuan pada Daerah Kabonga Besar Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala Provinsi Sulawesi Tengah”.
7. Devy Risky Panji Wijaya dan Agus Hendratno (2015), melakukan penelitian dengan judul “Petrogenesa andesit basaltik di Daerah Kali Wader dan sekitarnya, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah”.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Geologi Regional

Pulau Sulawesi terbentuk dari proses tektonik yang rumit, sehingga memberikan bentuk kenampakan seperti sekarang. Beberapa peneliti telah mengemukakan pendapatnya tentang pembentukan Pulau Sulawesi antara lain Sukanto (1973), Hamilton (1979), Hall dan Wilson (2000). Secara Regional daerah penelitian masuk dalam wilayah Peta Geologi Tinjau Lembar Palu oleh (Sukanto, 1973) (Gambar 3).



**Gambar 3.** Peta geologi regional daerah penelitian

### **2.1. 1 Geomorfologi**

Sukamto (1973) menjelaskan bahwa daerah Palu terdiri dari jajaran pegunungan barat dan jajaran pegunungan timur yang keduanya memiliki arah utara-selatan dan dipisahkan oleh Lembah Palu (*Fosa Sarasina*). Jajaran pegunungan barat berada di dekat Palu dengan ketinggian hingga lebih dari 2000 meter, tetapi di Donggala menurun hingga muka laut. Jajaran pegunungan timur dengan tinggi puncak dari 400 meter hingga 1900 meter yang menghubungkan pegunungan di Sulawesi Tengah dengan lengan utara (Sukamto, 1973).

### **2. 1. 2 Stratigrafi**

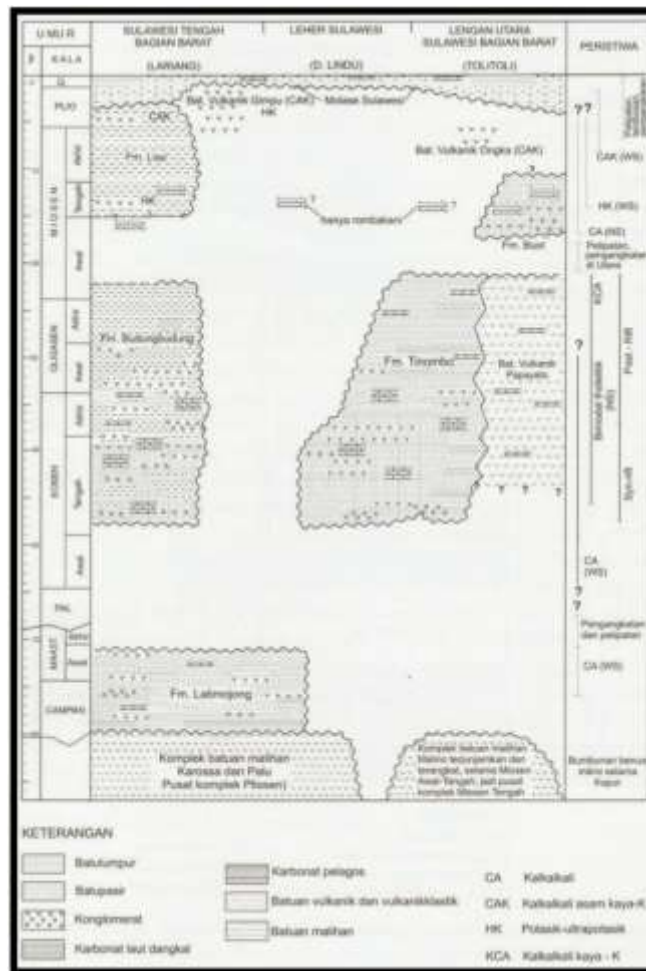
Stratigrafi yang menyusun Palu adalah batuan berumur Kapur hingga Kwartar (Gambar 4). Adapun batuan tertua yakni Kompleks Metamorf Palu (*Palu Metamorphic Complex*) yang tersingkap pada jajaran pegunungan timur yang diperkirakan berumur Pra-Tersier / Kapur. Formasi Tonombo yang berada di atas kompleks batuan metamorf menindih tidak selaras dan terendapkan pada lingkungan laut dangkal berumur Eosen Tengah hingga Atas (Sukamto, 1973).

Batuan Intrusi (*Granitoid Undivided*) yang dijumpai menerobos kompleks batuan metamorf dan Formasi Tinombo merupakan hasil aktivitas vulkanik dari Formasi Tinombo berdasarkan kesamaan geokimia dan penanggalan K/Ar (Van Leeuwen dkk, 2016) akan tetapi tidak terpetakan (Sukamto, 1973).

Molasa Celebes (*Celebes Mollase*) yang berumur Pliosen – Plistosen (Van Leeuwen dkk, 2016) terendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Tinombo. Endapan tersebut terdiri dari rombakan yang berasal dari formasi-formasi yang lebih tua, seperti konglomerat, batu pasir, batulumpur, batugamping-koral, dan



napal, yang hanya mengeras lemah. Endapan alluvial juga terendapkan secara tidak selaras di atas Molasa Celebes. Endapan tersebut berada pada lingkungan sungai, deltas, dan laut dangkal berumur Holosen (Sukanto, 1973).



**Gambar 4.** Stratigrafi daerah Sulawesi Tengah bagian barat, Leher Sulawesi, dan Lengan Utara Sulawesi bagian barat. (Modifikasi Van Leeuwen dan Muhardjo, 2005).

Adapun penjelasan mengenai komposisi batuan dari masing-masing satuan batuan dari yang tertua hingga termuda dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini :

#### 1. Kompleks Batuan Metamorf

Kompleks batuan metamorf terdiri dari sekis amfibolit, sekis, genes, dan marmer. Di sisi barat banyak ditemukan sekis, sedangkan genes dan marmer

banyak ditemukan di sisi timur. Tubuh-tubuh intrusi tidak dapat terpetakan, umumnya mempunyai lebar kurang dari 50 meter dan menerobos kompleks batuan metamorf dengan tipe batuan dari diorite hingga granodiorite. Untuk umur metamorfismenya belum diketahui, tetapi kemungkinan pra-Tersier. Bouwe (1947) dalam Sukamto (1973) berpendapat bahwa sekis yang tersingkap di seantero Sulawesi berumur Paleozoikum.

## 2. Formasi Tinombo

Rangkaian Formasi Tinombo tersingkap luas, baik di jajaran pegunungan timur maupun barat yang menindih kompleks batuan metamorf. Rangkaian ini utamanya terdiri dari serpih, batupasir, konglomerat, batugamping, rijang radiolaria dan batuan gunungapi, yang terendapkan di dalam lingkungan laut. Pada daerah yang dekat dari Intrusi terdapat sabak dan batuan terkersikkan, sedangkan yang lebih dekat dengan kontak membentuk filit dan kuarsit.

## 3. Batuan Intrusi

Menurut Sukamto (1973), berdasarkan hasil pengamatan dari beberapa generasi intrusi menunjukkan bahwa intrusi andesit dan basalt kecil-kecil di semenanjung Donggala merupakan intrusi yang tertua. Intrusi-intrusi ini kemungkinan merupakan hasil aktivitas dari batuan vulkanik di dalam Formasi Tinombo. Intrusi-intrusi Kecil selebar kurang dari 50m yang umumnya terdiri dari diorit, porfiri diorit, mikrodiorit menerobos Formasi Tinombo sebelum endapan molasa, dan tersebar luas di seluruh daerah, semuanya tak terpetakan. Granit dan granodiorit yang telah terpetakan sebagai Dondo Granite tercirikan oleh fenokris feldspar kalium sepanjang hingga 8 cm. Penanggalan Kalium / Argon telah dilakukan oleh Gulf Oil Company terhadap dua contoh granodiorit

dari daerah ini. Intrusi yang tersingkap di antara Palu dan Donggala memberikan penanggalan 31,0 juta tahun pada analisa K/Ar dari feldspar. Yang lainnya adalah suatu intrusi yang tidak terpetakan, terletak kira-kira 15 km timur-laut dari Donggala, tersingkap di bawah koral Kuarter, memberikan penanggalan 8,6 juta tahun pada analisa K/Ar dari biotit (Sukamto, 1973).

#### 4. Molasa Celebes

Molasa Celebes terdapat pada daerah yang lebih rendah pada sisi-sisi kedua jajaran pegunungan, menindih secara tidak selaras Formasi Tinombo dan kompleks batuan metamorf, terdiri dari rombakan yang berasal dari formasi-formasi lebih tua, antara lain konglomerat, batupasir, batulumpur, batugampingkoral, dan napal, yang hanya mengeras lemah. Di dekat kompleks batuan metamorf pada bagian barat jajaran pegunungan endapan ini utamanya terdiri dari bongkah-bongkah kasar dan kemungkinan diendapkan di dekat sesar yang semakin kearah laut beralih menjadi batuan klastika berbutir lebih halus. Formasi ini berumur Pliosen – Plistosen (Van Leeuwen dkk., 2016). Sebagian besar daerah penelitian termasuk dalam formasi ini.

#### 5. Aluvium dan Endapan Pantai

Batuan yang terbentuk dalam lingkungan sungai, delta, dan laut dangkal seperti kerikil, pasir dan batugamping merupakan sedimen termuda di daerah ini. Yang kemungkinan endapan tersebut seluruhnya berumur Holosen. Daerah dekat Labea dan Tambo terumbu koral membentuk bukit-bukit yang rendah (Sukamto, 1973).

### 2. 1. 3 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi utama Pulau Sulawesi terdiri dari Sesar Palu-Koro, Sesar Walanae, Sesar Matano, Sesar Batui, Sesar Naik Poso, Sesar Balantak, Sesar Gorontalo, Tunjaman Sulawesi Utara, dan Teluk Bone (Suroño dan Hartono, 2013). Struktur geologi regional didominasi oleh lajur Sesar Palu - Koro yang berarah utara baratlaut - selatan menenggara. Di darat sesar ini dicirikan oleh adanya lembah sesar yang datar pada bagian dasarnya, dengan lebar mencapai 5 km di sekitar palu, dan dindingnya mencapai ketinggian 1.500 – 2.000 m di atas dasar lembah, sedangkan di laut dicirikan oleh kelurusan batimetri, yaitu kelurusan lereng dasar laut terjal dan berakhir di Sesar Naik Poso (Suroño dan Hartono, 2013). Menurut Sudrajat (1981) dalam Suroño dan Hartono (2013), sesar ini membentang dari sebelah barat Kota Palu sampai Teluk Bone yang panjangnya kurang lebih 250 km, dengan kecepatan pergerakan transcurrent sekitar 2 – 3,5 mm sampai 14 – 17 mm/tahun. Tjia dan Zakaria (1974) dalam Suroño dan Hartono (2013) menyebutkan bahwa sesar tersebut menunjukkan pergeseran mengiri dan Walpersdorf et al. (1997) dalam Suroño dan Hartono (2013) dengan analisis interferometri GPS (Global Positioning System) menunjukkan pergeseran mengiri naik dengan kecepatan 3,4 mm / tahun. Sesar Palu-Koro memotong Sulawesi bagian barat dan tengah, menerus ke bagian utara sampai Palung Sulawesi Utara yang merupakan batas tepi benua di Laut Sulawesi (Sukanto & Simandjuntak, 1983). Jalur Sesar Palu-Koro merupakan sesar mendatar sinistral dengan pergeseran lebih dari 750 km.

#### **2. 1. 4 Potensi Batuan Andesit di Kota Palu dan Kabupaten Donggala**

Pemanfaatan bahan galian golongan C, khususnya batuan andesit dalam dunia industri maupun sektor konstruksi memegang peranan yang sangat penting guna menunjang suatu proyek pembangunan. Perkembangan pembangunan di Indonesia yang semakin pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan bahan tambang seperti andesit dengan kriteria tertentu (Adjie.dkk, 2020).

Kota Palu dan Kabupaten Donggala merupakan wilayah yang saling berbatasan dan saling terhubung satu sama lain. Secara geologi wilayah ini masuk dalam geologi regional Palu (Sukanto, 1973; Uno, 2010) menyatakan bahwa Bahan Galian Golongan C merupakan bahan galian utama yang cukup luas keberadaannya dan besar produksinya, dalam bentuk batu kali, pasir, pasir-batu, batukapur, marmer, andesit dan granit. Bahan galian jenis ini merupakan penghasil terbesar dan sangat bernilai jika dilakukan secara optimal sejak tahapan survey awalnya sampai dengan produksi dan pemasarannya. Wilayah Sulawesi Tengah memiliki kondisi geologi dan topografi yang sangat berpotensi tinggi dalam penyediaan bahan galian, dan hal ini hampir merata di seluruh wilayah kabupaten terlebih khusus wilayah Kota Palu dan kabupaten Donggala.

Data Inventarisasi dan Evaluasi Mineral Non-Logam di daerah Kabupaten Donggala (2002) menguraikan bahwa wilayah ini memiliki potensi yang sangat besar untuk bahan galian non logam. Beberapa jenis bahan galian non-logam di daerah Kabupaten Donggala memiliki cakupan dan penyebaran yang sangat luas. Bahan galian tersebut antara lain adalah granit / diorit / andesit (16 titik lokasi dengan jumlah sumberdaya 281.873,93 juta ton), sirtu / pasir (29 titik lokasi

sirtu/pasir, besar sumberdaya sebanyak 1.80 juta.ton), lempung (4 titik lokasi dengan potensi sumberdaya sebesar 12,65 juta ton), batugamping (potensi sumberdaya berjumlah 695,65 juta ton), sebahagian besar potensi tersebut berada di Kecamatan Banawa yang merupakan daerah konsesi PT.Cipta Cakra Murti, marmer (1 titik lokasi), di daerah Desa Parigintu, Kecamatan Parigi, Kabupaten Donggala dengan luas > 2 ha, sumberdaya 1,10 juta ton, pasir kuarsa, (3 titik lokasi) dengan jumlah potensi sebesar 0,05 juta ton, felspard (4 titik lokasi) dengan jumlah potensi sumberdaya sebesar 40,81 juta ton, kaolin (terdapat pada 1 titik lokasi), sumberdaya belum diketahui dan sampai sekarang belum diusahakan, mika (2 titik lokasi), potensi sumber dayanya belum diketahui, kalsedon (1 titik lokasi), berupa indikasi pada endapan alluvial yang terdiri dari bongkah-bongkah kalsedon bersama dengan rijang, agat dan jasper, potensi sumberdaya endapan ini belum diketahui.

## **2. 2 Batuan Andesit**

Batuan andesit merupakan salah satu jenis batuan beku. Batuan beku atau igneous rock yang berasal dari bahasa Latin, yaitu ignis yang berarti api. Batuan beku merupakan salah satu jenis batuan penyusun bumi yang terbentuk dari proses pembekuan magma. Nama andesit diambil berdasarkan tempat ditemukan, yaitu di daerah pegunungan Andes, Amerika Selatan. Andesit adalah batuan beku luar (extrusif) yang berasal dari pembekuan secara cepat magma intermediet sehingga membentuk kenampakan halus pada batuan ini (Maulana, 2019).

### 2. 2. 1 Petrologi Batuan Andesit

Batuan andesit dapat dikenali dari warna abu-abu yang dominan sampai merah warna ini menandakan kandungan silicanya yang cukup besar, kenampakan lainnya adalah memiliki tekstur yang halus yaitu Porfirik sampai Afanitik hal ini dikarenakan batuan andesit disusun oleh mineral-mineral halus dan mineral mineral kaca yang didapatkan dari proses magma yang membeku secara cepat di permukaan sehingga tidak dapat membentuk kristal dengan sempurna, batuan andesit juga memiliki struktur massif dan komposisi mineral umumnya berupa di dominasi oleh plagioklas, piroksen, horblende, dan orthoklas dimana plagioklas biasanya di jumpai sebagai fenokris. (Maulana, 2019).



**Gambar 5.** Kenampakan makroskopis batuan andesit dan singkapan batuan andesit (Maulana, 2019)

Proses pembentukannya batuan andesit termasuk dalam batuan beku luar (ekstrusif) atau biasa di kenal dengan batuan vulkanik. (Hartono, 2010) membagi batuan gunung api menjadi 2 kelompok besar yaitu lava koheren (cohereent lava) dan batuan klastika gunung api (Volcaniclastik rocks). Andesit adalah batuan beku masif yang terbentuk dari proses pembekuan lava koheren didekat permukaan atau

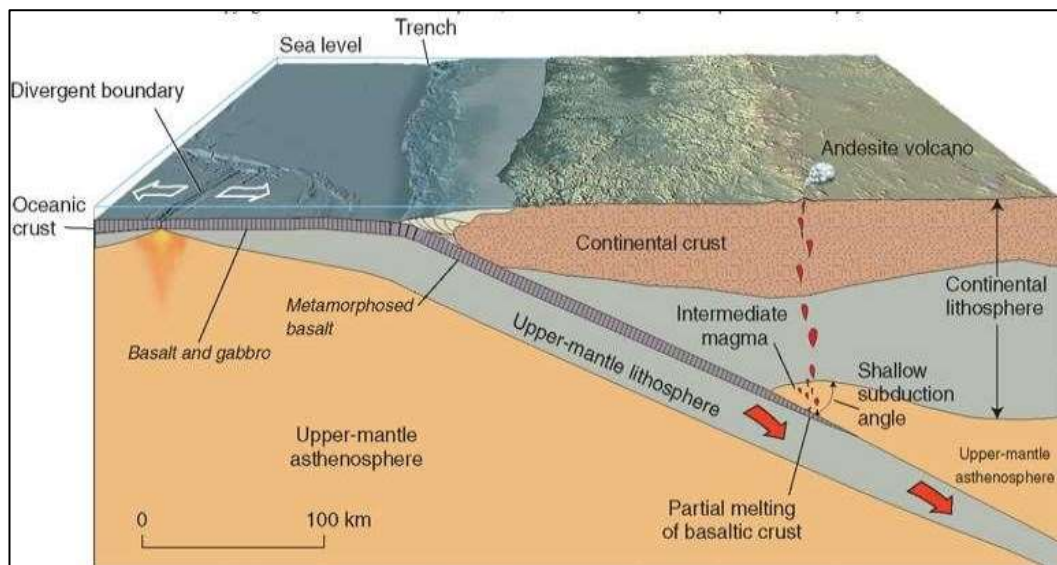
intrusi dangkal (Shallow intrusif) dan magma yang membeku di permukaan atau batuan beku luar (Lava Stone) (Hartono, 2010).

Andesit berasal dari magma yang biasanya meletus dari stratovolcanoes pada lahar tebal yang mengalir, beberapa diantaranya penyebarannya dapat mencapai beberapa kilometer. Magma andesite dapat juga menghasilkan letusan seperti bahan peledak yang kuat yang kemudian membentuk arus piroklastik dan surges dan suatu kolom letusan yang sangat besar. Andesit terbentuk pada temperatur antara 900 dan 1,100o C. Di dalam andesit terdapat sekitar 52 dan 63 persen kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ). Mineral-mineral penyusun Andesit yang utama terdiri dari plagioclase feldspar dan juga terdapat mineral piroksin (clinophyroxene dan orthopyroxene) dan hornblende dalam jumlah yang kecil (Imron dkk, 2018).

Proses pembentukan batuan andesit secara letusan (vulkanologi) agak mirip dengan proses pembentukan batuan diorit. Batuan andesit biasanya ditemukan dalam aliran lava yang dihasilkan stratovulkano. Lava yang naik ke permukaan bumi akan mengalami proses pendinginan dengan sangat cepat permukaan, karena hal itu tekstur batuan andesit sangat halus. Ada banyak situasi yang mendorong terbentuknya batuan andesit, Batuan andesit sendiri terbentuk dari magma yang memiliki sifat intermediet atau menengah dimana magma ini terbentuk dari proses melting (pelelehan/pencairan) lempeng samudra akibat subduksi pada batas lempeng konvergen, sumber magma yang naik ke permukaan dan akan berinteraksi dengan batuan yang di lewatinya sehingga membentuk magma yang sifatnya intermediet, magma ini akan membeku dengan cepat di dekat permukaan maupun di permukaan dan membentuk batuan yang sifatnya intermediet. (Maulana, 2019).



Karena itu biasanya batuan andesit terletak diatas zona subduksi yang jadi batuan umum penyusun kerak benua. Selain karena subduksi, batuan andesit juga bisa terbentuk jauh dari zona subduksi. Misalnya, batuan andesit juga bisa terbentuk pada ocean ridges dan oceanic hotspot yang dihasilkan dari pelelehan sebagian (partial melting) batuan basalt. Batuan andesit juga bisa terbentuk saat terjadi letusan pada struktur dalam lempeng benua yang menyebabkan magma yang meleleh keluar menuju kerak benua (lava) bercampur dengan magma benua (Hartono, 2010).



**Gambar 6.** Proses pembentukan magma intermediet pada batas lempeng kovergen (Maulana 2019)

Penamaan batuan beku didasarkan pada beberapa klasifikasi yang telah diajukan oleh banyak ahli petrologi. Klasifikasi tersebut didasarkan oleh beberapa kriteria yang dapat dibagi berdasarkan kepentingan atau kebutuhan. Klasifikasi batuan beku pada umumnya didasarkan pada tempat terbentuknya, warna, kimia, tekstur, dan mineraloginya. Klasifikasi yang didasarkan atas mineralogi dan tekstur akan lebih dapan mencerminkan sejarah pembentukan batuan dari pada atas dasar kimia. Tekstur batuan beku adalah menggambarkan keadaan yang mempengaruhi

pembentukan batuan itu sendiri. Seperti tekstur porfirafanitik menggambarkan pembekuan yang cepat misal pada batuan andesit, klasifikasi yang di gunakan untuk penentuan nama batuan ini yaitu klasifikasi batuan beku oleh Travis (1955).

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 - 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar					Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus		
	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K. Felspar >10% seluruh Feldspar		K. Felspar <10% seluruh Feldspar			Terutama : Piroksin Dan atau Olivin	Terutama : Hornblende + Biotit + Biotit + Biotit + Hornblende			
							KWARSAS >10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas					
MENYAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Egidin, Kankrinat, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Egidin					Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Piroksin, Uratit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Egidin, Na-Amfibol			Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hornblende		Hornblende + Biotit + Bijih besi
INDERS WARNA	10	15	30	20	25	30	20	35	35	20	40	35	35			
KARAKTERISTIK	EKWIGRANULAR Basiit "Stock" Lakulit basalt Retas rebat Sill	GRANIT	SIANT	SIANT NEFELIN	MONSONIT KWARSAS (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSAS (TONALIT)	DIORIT	GABRO Nosit Olivin sakti Traktosit Anositit Gabro kwarsa		TERALIT	PERIDOTIT Harzburgit Pikrit Dasar Piroksin Serpentin	LIOLIT Meserit Dib	LANDROPIR
	MASA DASAR FANERITIK Lakulit Retas "bung" "Stock" kwil Tepi masa basalt	PORFIRI CRANIT	PORFIRI SIANT	PORFIRI SIANT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSAS	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSAS	PORFIRI DIORIT	PORFIRI CABRO		PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTIT		
KARAKTERISTIK	MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakulit Aliran Perumukaan Tepi masa basalt	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSAS	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT	PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL		PORFIRI TERFRI	PORFIRI LIMBURGIT			
	MIKROKRISTALD Retas Aliran Perumukaan Tepi masa basalt "welded rhyolite"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSAS (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT	ANDESIT	BASAL		TERFRI	LIMBURGIT	Nefelit Leinit Melilit Olivin Nephelin Dib.	TRAP	FELSIT
APATIT	GELAS Aliran perumukaan Tepi masa dan Sill "Welded rhyolite"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" "VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA														

Gambar 7. Klasifikasi batuan beku menurut Travis (1955).

Klasifikasi ini lebih mengacu kepada tekstur batuan dan perbandingan mineral-mineral utama penyusun batuan beku seperti kuarsa, K-felspar, dan plagioklas dan juga klasifikasi ini sangat mudah digunakan untuk penamaan dilapangan secara makroskopis (Maulana, 2019).

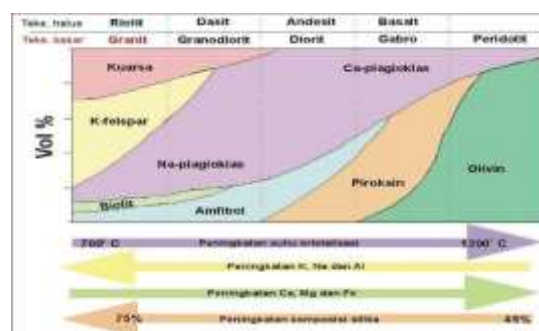
### 2. 2. 2 Petrografi Batuan Andesit

Batuan andesit disusun oleh beberapa material dan mineral yang memiliki sifat mikroskopis yang hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop. Material-material itu antara lain (1) silika (SiO<sub>2</sub>) dengan jumlah antara 52-63%, (2) kuarsa dengan jumlah sekitar 20%, (3) biotite, (4) basalt, (5) feltise, (6) plagiocase

feldspar, (7) pyroxene (clinopyroxene dan orthopyroxene), dan (8) horn- blende dengan persentase sangat kecil (Imron, dkk., 2018).

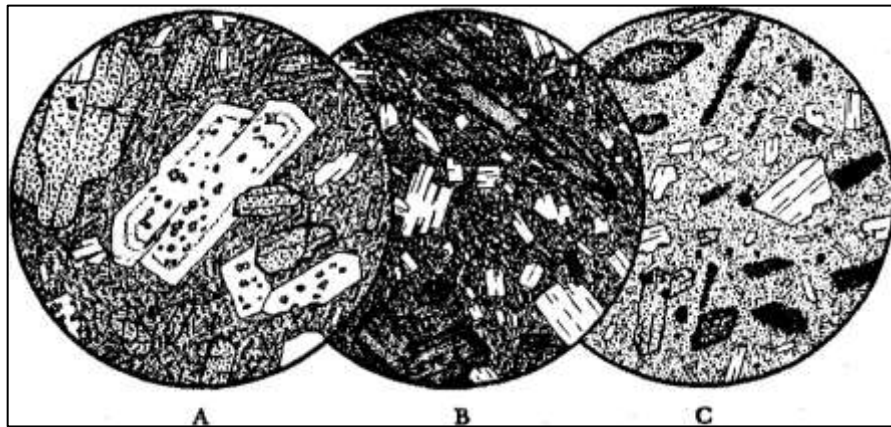
Warna dari mineral pembentuk batuan beku dibedakan menjadi 2, yaitu mineral gelap dan mineral terang. Mineral gelap atau mineral mafik (mafic mineral) ialah mineral-mineral yang kaya akan unsur Fe dan Mg (olivin, piroksen, amfibol dan biotit). Mineral terang yang disebut dengan istilah mineral felsik (felsic mineral) ialah mineral-mineral yang kaya akan unsur Si dan Al (felspar, muskovit, kuarsa, dan feldspatoid). Berdasarkan Kandungan mineral mineral serta warna yang dilihat pada batuan andesit masuk ke dalam mesocratic rock yaitu batuan beku yang memiliki warna keabu abuan dan memiliki kandungan mineral mafic sekitar 30-60 %, hal ini bisa dilihat pada pada klasifikasi batuan beku oleh (O'Dunn & Sill, 1986) yang membagi batuan berdasarkan tekstur dan komposisi mineralnya (Gambar 2.6).

Komposisi kimia dan kandungan mineral batuan andesit berpengaruh terhadap kenampakan tekstur batuan andesit pada dasarnya semua jenis batuan andesit adalah porfiritik dengan masa dasar pilotaskitik atau hialopilitik, meskipun ada beberapa yang bersifat vitrofirik, para ahli juga menggolongkan tekstur batuan andesit ini berdasarkan kandungan mineral plagioklas dominan yaitu andesit oligoklas, andesin, dan labradorit (Gilbert dkk, 1982).



**Gambar 8.** Klasifikasi batuan beku berdasarkan tekstur dan komposisi mineral (O'Dunn & Sill, 1986; Maulana 2019)

Selain itu kehadiran fenokris memberikan tesktur berbeda pada batuan ini seperti andesit olivin (olivine andesite), andesit balastik (balastik andesite), yaitu transisi basalt theolitik, mineralogi penciri yaitu olivin dan labradorit, selanjutnya andesit piroksen (pyroxene andesite) yaitu dicirikan dengan dominan mineral mafik piroksen, hipersten, augit melimpah zoning plagioklas sertab yang ada juga andesit horblende dan andesit biotit. Berikut beberapa tesktur batuan andesit dari beberapa tempat (Gambar 9).



**Gambar 9.** Tekstur batuan andesit yang ditemukan pada beberapa tempat :  
 A. Andesit piroksen, Danau Kawah, Oregon. B. Andesit horblende, BlackButte, Shasta Mounth, California. Dan C. Andesit Hornblende, Stenzelberg, Siebengebirge, Jerman.

Beberapa tekstur batuan andesit yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

- A. Andesit piroksen, Danau Kawah, Oregon. Diameter medan pandang 3 mm. Fenokris dari zonasi labradorit-andesin, dengan inklusi kaca dan hipertena dan augit, dalam massa dasar terdiri dari mikrolit oligoklas, bintik oksida buram dan piroksen, dan bahan kriptokristalin interstisial
- B. Andesit Hornblende. Butte Hitam, Gunung Shasta, California. . Diameter medan pandang. 3mm. Fenokris dari oxyhornblende, pleochroic dari emas ke coklat muda, dibatasi dengan magnetit granular; juga fenokris dari labradorit

yang dikategorikan. Pilotaksitik massa dasar andesin mikrolitik dan bahan kriptokristalin interstisial dibintiki dengan magnetit dan hematit fumarolik.

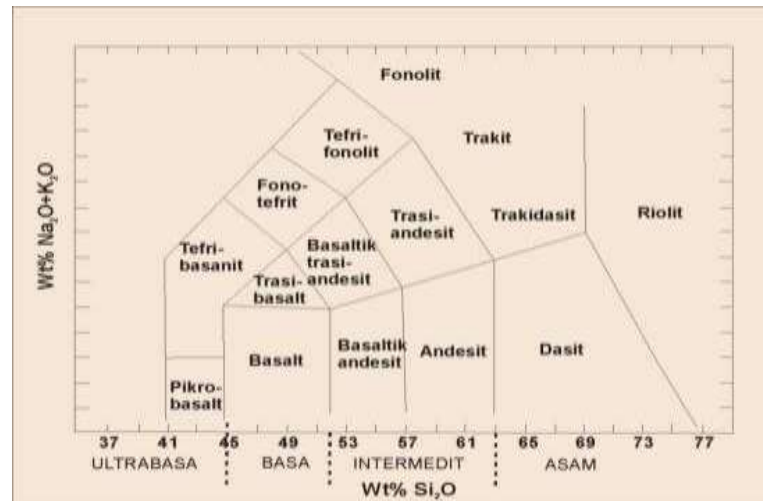
- C. Andesit Hornblende, Stenzelberg, Siebengebirge, Jerman. Dimater medan pandang 3mm. NS fenokris hornblende sepenuhnya digantikan oleh oksida buram granular dan augit Ini, bersama-sama dengan fenokris dari augit diopsidik dan andesin kalsik, terletak pada massa dasar kriptokristalin.

### **2. 2. 3 Geokimia Batuan Andesit**

Analisis geokimia pada batuan dilakukan dengan metode X-Ray Fluoresence (XRF) untuk menentukan jenis batuan asal, jenis magma asal batuan beku serta lingkungan pembentukan. Menurut Ahnaf (2018) magma memiliki elemen-elemen utama yang khusus dan dapat menunjukkan asosiasi dengan tatanan tektonik yang terjadi di daerah tersebut. Misalnya magma calc alkali yang menunjukkan bahwa daerah tersebut berasosiasi dengan zona subduksi, sedangkan magma K-thoelitic basalt umumnya terbentuk pada batas lempeng.

Penentuan jenis batuan dapat diketahui melalui hasil plot data kimia pada diagram klasifikasi Le Bas (1986). Sebagian besar dari klasifikasi ini didasarkan pada diagram total alkali silika (TAS). Klasifikasi ini sangat mudah digunakan ketika yang dibutuhkan adalah nilai  $Na_2O+K_2O$  dan  $SiO_2$ . Klasifikasi hanya dapat digunakan pada batuan vulkanik apabila jenis mineral tidak dapat ditentukan berdasarkan persentase gelas atau butiran halus dalam batuan dan ketersediaan analisis kimia batuan. Diagram TAS (Total Alkali Silika) di tunjukan oleh Gambar 10.

Berdasarkan komposisi kimia batuan andesit memiliki kandungan  $\text{SiO}_2$ , 65–52 wt%, dimana hal ini membuat batuan andesit masuk ke dalam kelompok batuan beku intermediet, dan bisa di lihat pada klasifikasi batuan berdasarkan komposisi silika  $\text{SiO}_2$  terhadap total Alkali oleh (Le Bas dkk. 1986; Maulana 2019).



**Gambar 10** Klasifikasi batuan berdasarkan komposisi silika  $\text{SiO}_2$  terhadap total Alkali oleh (Le Bas dkk. 1986; Maulana 2019)

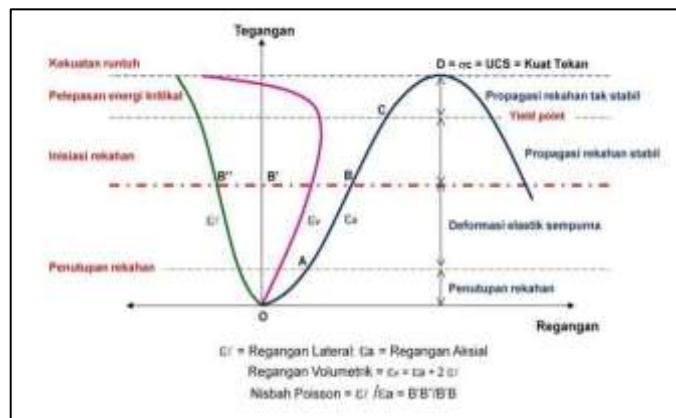
## 2. 3 Sifat Mekanik Batuan

Penentuan sifat mekanik batuan adalah uji yang dilakukan dengan merusak batuan tersebut atau (destructive test), sifat mekanik batuan di maksud kan sebagai ukuran kualitas batuan tersebut. dalam kebutuhan konstruksi sifat mekanik batuan sangat perlu di ketahui sebagai tolak ukur kualitas bahan material yang digunakan. (Andika & Purnawan, 2020)

### 2.3.1 Uji Tekan Batuan

Salah satu pengujian kuat tekan batuan yang umum digunakan yaitu pengujian kuat tekan uniaxial atau tekanan satu arah dengan menggunakan mesin tekan (compression machine). Uji kuat tekan uniaxial adalah salah satu pengujian yang penting dalam mekanika batuan, uji kuat tekan ini dilakukan untuk

mmengukur kuat tekan uniaksial dari sebuah contoh batuan berbentuk balok dalam satu arah (uniaxial). Tujuan utama dari pengujian ini adalah untuk mengklasifikasi kekuatan batuan dan karakteristik batuan kompak. Pengujian ini menghasilkan beberapa informasi, seperti kurva tegangan-regangan, nisbah poisson, kuat tekan uniaksial, energi fraktur, dan energi fraktur spesifik.(Leba dkk., 2020).

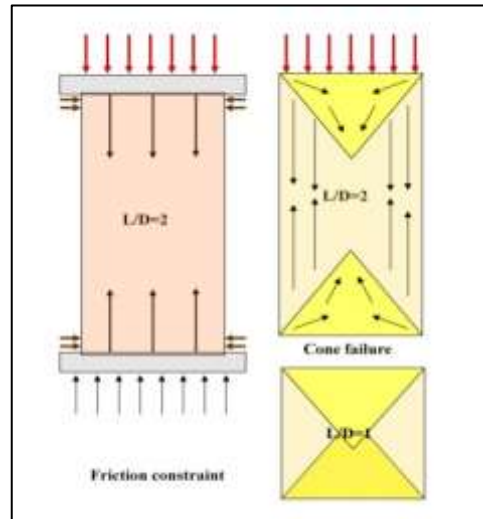


**Gambar 11** Kurva tegangan-regangan pada uji tekan batuan Unaxial (Hoek and Brown, 1980; Ariyanto dkk, 2020)

Sedangkan (Ariyanto,dkk.,2020 ) menyatakan bahwa uji kuat tekan uniaksial atau Uniaxial Compressive Strenght (UCS) merupakan perbandingan tekanan yang diberikan pada contoh batuan terhadap luas permukaan contoh batuan yang terkena tekanan. Kuat tekan ini dihitung pada saat tiap contoh batuan yang mengalami keruntuhan (failure) dengan beban (P) yang bekerja ketika terjadinya keruntuhan. Pada sebuah kurva tegangan-regangan dapat dilihat bahwa kuat tekan uniaksial tiap contoh batuan terdapat pada bagian puncak (peak).

Uji tekan batuan merupakan suatu gambaran yang berasal dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh suatu batuan. Pada uji tekan uniaksial batuan dilakukan yaitu untuk didapatkannya nilai dari kuat tekan yang terdapat dari suatu batuan dengan harga pada tegangan pada saat contoh batuan

hancur dikatakan sebagai proses dari kuat tekan uniaksial batuan (Ariyanto dkk, 2020).



**Gambar 12** Pendistribusian tegangan pada contoh batuan pada kuat tekan Uniaxial (Ariyanto, dkk.2020)

Untuk menghitung nilai kuat tekan uniaksial batuan, dapat di gunakan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_c = \frac{\rho}{A}$$

Dimana :

$\sigma_c$  : Kuat tekan uniaksial batuan (Mpa)

$\rho$  : Tekanan (Gaya) yang di berikan (kn)

$A$  : Luas permukaan yang terkena Gaya (mm)

Noor (2021) dalam jurnalnya menyatakan uji kuat tekan sebagai salah satu sifat teknis, penting dilakukan untuk mengetahui titik hancur batuan terhadap pemberian tekanan maksimum. Oleh karena itu sebelum dilakukan uji tersebut, perlu diperhatikan faktor-faktor yang akan mempengaruhi hasil pengujian kuat



tekan batuan. Menurut Brotodiharjo (1979), faktor-faktor yang berpengaruh adalah sebagai berikut:

1. Faktor dalam (internal) yang meliputi:

- a. Mineralogi batuan, komposisi mineral pada batuan sangat berpengaruh terhadap resistensi ataupun dalam uji kuat tekan batuan. Mineral-mineral dengan tingkat kekerasan yang tinggi akan memiliki resistensi yang juga tinggi.
- b. Ukuran butir, semakin kecil ukuran butir suatu batuan maka akan semakin tinggi nilai kuat tekannya. Porositas, harga kuat tekan batuan juga dipengaruhi oleh porositasnya, semakin tinggi porositas semakin kecil harga kuat tekannya karena batuan yang berporositas tinggi memiliki banyak ruang kosong yang menyebabkan nilai kuat tekannya rendah.

2. Faktor Luar (Eksternal) yaitu:

- a. Pelapukan, suatu batuan akan memperlihatkan kuat tekan yang semakin berkurang berdasarkan tingkat pelapukan. Gaya gesekan dan tekanan antara bidang plat penekan dengan batuan.

**Tabel 1** Derajat pelapukan batuan (Pangluar dan Nugroho, 1980; Noor, 2021)

No	Kriteria	Istilah
1	Tidak tampak tanda pelapukan, batuan segar, beberapa diskontinuitas, kadang kadang bernoda	Segar
2	Pelapukan hanya terjadi pada diskontinuitas terbuka yang menimbulkan perubahan warna dapat mencapai 1 cm dari diskontinuitas.	Lapuk Ringan
3	Sebagian besar batuan berubah warna diskontinuitas bernoda atau terisi bahan lapukan	Lapuk Sedang
4	Pelapukan meluas keseluruhan batuan, seluruh batuan berubah warna, batuan mudah dipecahkan dengan palu geologi	Lapuk Kuat
5	Seluruh batuan berubah warna dan hanya sebagian tekstur dan struktur masih tampak, kenampakan luar seperti tanah	Lapuk Sempurnah

- b. Selain itu Panglular dan Nugroho (1980) juga mengklasifikasikan kekuatan batuan berdasarkan tingkat kemudahan pecahnya dengan menggunakan benda, sedangkan (Stapledon, 1968) mengklasifikasikan material batuan berdasarkan kekuatan tekannya.

**Tabel 2** Klasifikasi kekuatan batuan (Panglular dan Nugroho, 1980; Noor,2021)

No	Uji Lapangan	Istilah
1	Mudah dipotong dengan tangan	Sangat Lemah
2	Mudah pecah oleh pukulan ringan palu geologi	Lemah
3	Pecah oleh pukulan keras palu geologi	Sedang
4	Sukar pecah oleh pukulan palu geologi dan berbunyi nyaring	Kuat
5	Sukar pecah oleh pukulan palu geologi	Sangat Kuat

**Tabel 3** Klasifikasi beban material berdasarkan kuat tekannya (Stapledon, 1986; Noor, 2001)

Unconfined Compression Strength (Kg/cm <sup>2</sup> )	Term
70	Veri Weak (VW)
70-200	Weak (W)
200-700	Medium Strong (MS)
700-1400	Strong (S)
>1.400	Very Strong (VS)

#### 2.4 Batuan Andesit sebagai Bahan Galian

Bahan galian merupakan sumber daya alam yang potensial ditinjau dari segi kualitatif dan kuantitatif. Bahan galian didefinisikan sebagai bahan yang dijumpai di alam baik berupa unsur kimia, mineral, bijih ataupun segala macam batuan, termasuk bahan galian yang berbentuk padat (misalnya emas, perak, dan lain-lain), berbentuk cair (misalnya minyak bumi, yodium dan lain-lain), maupun yang berbentuk gas (misalnya gas alam) (Sukandarrumidi, 1999).

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2010 tentang pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara pada bab I ketentuan umum pasal 2 ayat 2 mengelompokkan bahan galian ke dalam 5 (lima) golongan komoditas tambang, yaitu:

- a. Mineral radioaktif meliputi radium, rhodium, uranium, monasit, dan bahan galian radioaktif lainnya;
- b. Mineral logam meliputi litium, berilium, magnesium, kalium, kalsium, emas, tembaga, perak, timbal, seng, timah, nikel, mangan, platina, bismut, molibdenum, bauksit, air raksa, wolfram, titanium, barit, vanadium, kromit, antimoni, kobalt, tantalum, cadmium, galium, indium, yttrium, magnetit, besi, galena, alumina, niobium, zirkonium, ilmenit, krom, erbijum, ytterbijum, dysprosium, thorium, cesium, lanthanum, niobium, neodimium, hafnium, scandium, aluminium, palladium, osmium, ruthenium, iridium, selenium, teluride, strontium, germanium, dan zirconium;
- c. Mineral bukan logam meliputi intan, korundum, grafit, arsen, pasir kuarsa, fluorspar, kriolit, yodium, brom, klor, belerang, fosfat, halit, asbestos, talk, mika, magnesit, yarosit, oker, fluorit, ball clay, fire clay, zeolit, kaolin, feldspar, bentonit, gipsum, dolomit, kalsit, rijang, pirofilit, kuarsit, zirkon, wolastonit, tawas, batu kuarsa, perlit, garam batu, clay, dan batu gamping untuk semen;
- d. Batuan meliputi pumice, tras, toseki, obsidian, marmer, perlit, tanah diatome, tanah serap (fullers earth), slate, granit, granodiorit, andesit, gabro, peridotit, basalt, trakhit, leusit, tanah liat, tanah urug, batu apung, opal, kalsedon, chert, kristal kuarsa, jasper, krisoprase, kayu terkersikan, gamet, giok, agat, diorit, topas, batu gunung quarry besar, kerikil galian dari bukit, kerikil sungai, batu

kali, kerikil sungai ayak tanpa pasir, pasir urug, pasir pasang, kerikil berpasir alami (sirtu), bahan timbunan pilihan (tanah), urukan tanah setempat, tanah merah (laterit), batu gamping, onik, pasir laut, dan pasir yang tidak mengandung unsur mineral logam atau unsur mineral bukan logam dalam jumlah yang berarti ditinjau dari segi ekonomi pertambangan; dan

- e. Batubara meliputi bitumen padat, batuan aspal, batubara, dan gambut
- Penggolongan bahan galian diatur dalam Undang-undang Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2009 pada bab VI pasal 34 tentang usaha pertambangan dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2010 tentang pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara Andesit masuk kategori pertambangan mineral yang tergolong pertambangan batuan. Sedangkan ditinjau dari segi pemanfaatannya maka termasuk dalam bahan galian industri dimana bahan tersebut harus melalui tahap pengolahan sebelum dimanfaatkan (Sukandarumidi, 1999).

Andesit dapat dimanfaatkan untuk berbagai hal, salah satu yang paling sering digunakan, yaitu salah satunya sebagai bahan bangunan. Penggunaan andesit sebagai bahan bangunan harus memperhatikan berbagai faktor, yaitu ukuran, bentuk, kekuatan, masa jenis, daya tahan dan sebagainya. Oleh karena itu diperlukan studi kelayakan atau keteknikan batuan sehingga dapat diketahui tingkat kelayakan batuan tersebut sebagai bahan bangunan. Pemanfaatan andesit tidak hanya diolah oleh perusahaan besar tetapi juga masyarakat ikut menambang secara tradisional. (Ridwan dkk, 2018).

Andesit sebagai bahan konstruksi tentunya juga harus memenuhi kriteria kriteria yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui badan instansi terkait, Noor

(2021) memaparkan kriteria yang dibuat oleh Standard Direktorat Jendral Bina Marga (1976) yang berpendapat bahwa batuan yang layak digunakan untuk bahan bangunan adalah batuan dengan kuat tekan sebagai berikut:

1. Sebagai beton bangunan rumah minimal kuat tekannya 200 kg/cm<sup>2</sup>.
2. Sebagai beton jalan raya minimal kuat tekannya 350 kg/cm<sup>2</sup>.
3. Sebagai beton tiang panjang minimal kuat tekannya 500 kg/cm<sup>2</sup>.
4. Sebagai bahan landasan pacu pesawat terbang minimal memiliki kuat tekan 1000 kg/cm<sup>2</sup>.

Sedangkan untuk menentukan kualitas suatu batuan sebagai bahan pondasi bangunan berdasarkan Standar Industri Indonesia diperlihatkan pada Tabel 4.

**Tabel 4** Syarat mutu baku bahan bangunan menurut Standar Industri Indonesia (SII.0378-80) berdasarkan nilai kuat tekan batuan (Sukartono, 1999; Noor, 2021)

Pengujian	Pondasi Bangunan						Tonggak Baru Tepi Jalan	Penutup Lantai Trotoar	Batu Hias Atau Batu Tempel	
	Kuar Tekan Batuan/Mineral Minimum Kg/cm <sup>2</sup>	Bangunan Berat Tekanan Gandar > 7.000 Kg	Bangunan Sedang Tekanan Gandar < 7.000 Kg	Bangunan Berat Tekanan Gandar > 7.000 Kg	Konstruksi Berat Beton Kelas III	Konstruksi Berat Beton Kelas II				Konstruksi Berat Beton Kelas I
		1.500	1.000	8.000	1.200	800	600	500	400	200

Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0394-1989 mengatur tentang batu alam untuk bahan bangunan yang dipergunakan sebagai pondasi, penutup lantai, batu tempel/batu hias, dan batu tonggak. Persyaratan mutu dan cara pengujian mencakup kuat tekan rata-rata minimum, ketahanan hancur, ketahanan geser, ketahanan aus gesekan, penyerapan air, dan kekentalan bentuk.

**Tabel 5** Syarat mutu untuk bahan bangunan (SNI 03-0394-1989) berdasarkan nilai kuat Tekan

No	Sifat-Sifat	Batu Alam Untuk					
		Pondasi Bangunan			Tonggak dan Batu Tepi Jalan	Penutup Lantai Atau Trotoar	Batu Hias Atau Tempel
		Berat	Sedang	Ringan			
1	Kuat tekan rata-rata minimum (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.500	1.000	800	500	600	200