

SKRIPSI

STUDI DERAJAT PELAPUKAN TERHADAP KEKUATAN BATUAN PADA BATUAN PERIDOTIT

(Studi Kasus: Kelurahan Tuwung, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

MASLAHATUL UMMAT

D62115305



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STUDI PENGARUH DERAJAT PELAPUKAN TERHADAP KEKUATAN
BATUAN PADA BATUAN PERIDOTTIT**

(Studi Kasus: Kelurahan Tuwung, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan)

Disusun dan diajukan oleh

MASLAHATUL UMMAT

D62115305

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

pada tanggal 29 Maret 2021

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Ir. H. Djamaluddin, M.T.
NIP.195604121987031001



Nirmana Fiqra Qaidahiyani, S.T., M.T.
NIP. 199304222019032018

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Purwanto, S.T., M.T., IPM.
NIP.197111282005011002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Maslahatul Ummat
NIM : D62115305
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Pengaruh Derajat Pelapukan Terhadap Kekuatan Batuan
Pada Batuan Peridotit

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2021

Yang menyatakan



ABSTRAK

Sampel batuan peridotit diambil dari daerah desa Tuwung, kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Objek pada penelitian ini adalah batuan peridotit karena jenis batuan ini dapat digunakan sebagai material konstruksi dan keterdapatan batuan ini melimpah pada daerah penelitian. Namun, syarat untuk dapat digunakan sebagai material konstruksi di antaranya harus memiliki kuat tekan tertentu. Pada Penelitian ini pelapukan batuan sangat memengaruhi kekuatan dari batuan tersebut, hasil dari pengamatan lapangan didapatkan bahwa terdapat 4 (empat) klasifikasi derajat pelapukan pada sampel batuan peridotit, yaitu (I) batuan segar, (II) lapuk ringan, (III) lapuk sedang, dan (IV) lapuk kuat. Penentuan derajat pelapukan dilakukan dengan pengamatan lapangan secara deskriptif dan pengujian laboratorium dengan pengamatan petrografi. Pengamatan petrografi untuk mengetahui mineral-mineral penyusun dari batuan tersebut, didapatkan mineral *lizardite*, olivin, kuarsa, magnetit, hornblenda, dan talk. Ada 5 (lima) pengujian dilakukan pada penelitian ini, yaitu analisis petrografi dengan sayatan tipis, analisis mineralogi ada 2 (dua) yaitu pengujian XRD untuk mengetahui komposisi mineral, dan pengujian XRF untuk mengetahui unsur pada batuan, uji sifat fisik yaitu densitas, kadar air, derajat kejenuhan, porositas, nisbah rongga dan uji UCS yaitu, kuat tekan, modulus Young, dan nisbah Poisson. Mineral primer dijumpai diopsida, hornblenda, dan kuarsa, sedangkan mineral sekunder dijumpai *lizardite*, olivin, magnetit, talk dan kromit. Derajat pelapukan memiliki pengaruh yang kuat terhadap nilai kuat tekan batuan dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8, serta pengaruh yang kuat terhadap modulus Young dan nisbah Poisson dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 1,0.

Kata Kunci: Peridotit, Derajat Pelapukan, Kuat Tekan.

ABSTRACT

Samples of peridotit rocks were taken from tuwung village, Barru sub-district, Barru Regency, South Sulawesi Province. The object in this study is peridotit rock because this type of rock can be used as construction material and the obtainability of these rocks is abundant in the research area. However, the requirements to be used as construction materials among them must have a certain compressive strength. In this study, weathering of rocks greatly influenced the strength of the rocks, the results of field observations were obtained that there are 4 (four) classifications of weathering degrees in peridotit rock samples, namely (I) fresh rocks, (II) light weathered, (III) moderate weathering, and (IV) strong weathering. Determination of weathering degrees is done by descriptive field observation and laboratory testing with petrography observations. Petrography to determine the constituent minerals of the rock, obtained lizardite minerals, olivine, quartz, magnetite, hornblenda, and talk. There are 5 (five) tests conducted in this study, namely petrography analysis with thin incisions, mineralogy analysis there are 2 (two) XRD testing to know the composition of minerals, and XRF testing to find out elements in rocks, physical properties test namely density, moisture content, degree of saturation, porosity, cavity ratio and UCS test namely, strong press, modulus Young, and poisson ratio. Primary minerals are found inopsida, hornblenda, and quartz, while secondary minerals are found lizardite, olivine, magnetite, talk and chromite. The degree of weathering has a strong influence on the compressive strength value of rocks with a coefficient of determination (R^2) of 0.8, as well as a strong influence on Young's modulus and Poisson's ratio with a coefficient of determination (R^2) of 1.0.

Keywords : Peridotit, degree of weathering, compressive strength.

KATA PENGANTAR

Rasa syukur dan terima kasih saya panjatkan kepada Allah SWT, karena hanya atas kehendak-Nya dan izin-Nya lah tugas akhir yang berjudul "Studi Pengaruh Derajat Pelapukan Terhadap Kekuatan Batuan Pada Batuan Peridotit (Studi kasus : Kelurahan Tuwung, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan)" ini dapat terselesaikan, tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S-1) pada Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam tak lupa penulis junjungkan kepada bagidah nabi muhammad SAW, yang telah membawa ummatnya dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang seperti saat ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini, dalam proses pengerjaan tugas akhir banyak hambatan yang dihadapi oleh penulis, karena dimasa pandemi COVID-19. Harapan penulis tugas akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat kepada orang-orang yang membutuhkan data maupun informasi dari hasil penelitian tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih pada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara moril maupun materi sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis mengucapkan banyak terimah kasih kepada:

1. Dr. Hasruddin, S.H., Sp.d., Mp.d dan Dra. Sitti Johar, M.H selaku orang tua yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam bentuk apapun kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Chamamatul Ummah, S.T. dan Iftikhar Qaudrhy Tul Ummah selaku saudara(i) yang selalu memberika masukan, kritik dan saran kepada penulis.

3. Bapak Dr. Eng. Purwanto, S.T., M.T., IPM Ketua Departemen Teknik Pertambangan dan kepala Laboratorium Geomekanika Universitas Hasanuddin yang selalu mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.
4. Bapak Ir. H. Djamaluddin, M.T Dosen Pembimbing I, dan Penasehat Akademik yang telah sering memberikan banyak arahan dan nasehat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Dosen Pembimbing II Ibu Nirmana Fiqra Qaidahiyani, S.T., M.T yang telah meluangkan waktu untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman STABILITY yang telah menemani penulis 5 tahun terakhir dengan bantuan dan doanya kepada penulis.
7. Teman-teman anggota Laboratorium Geomekanika yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir penulis.
8. Teman-teman yang selalu menemani saat mengerjakan tugas akhir memberikan semangat, motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penyusunan tugas akhir ini sehingga kritik dan saran sangat penulis harapkan guna kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat menjadi referensi dalam ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang geoteknik. Akhir kata, semoga penelitian tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan kita semua pada umumnya.

Makassar, 29 Maret 2021

Maslahatul Ummat

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Lokasi Penelitian	4
1.6 Tahapan Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Geologi Regional	8
2.2 Pelapukan Batuan	11
2.3 Karakteristik Batuan	15
2.3.2 Sifat Fisik Batuan	15
2.3.3 Kuat Tekan Uniaksial (<i>Unconfined Compressive Strength</i>)	16
2.4 Sayatan Tipis	17
2.5 Analisis <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	18

2.6	Analisis <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	19
2.7	Analisis Korelasi Derajat Pelapukan dan Kekuatan Batuan	21
2.8	Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan Menurut SNI 0378-80	23
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Pengamatan Lapangan.....	24
3.2	Pengambilan Sampel.....	26
3.3	Preparasi Sampel.....	27
3.3.1	Preparasi di Lapangan	27
3.3.2	Preparasi di Laboratorium	27
3.3.2	Pemotongan dan Penghalusan Sampel Batuan	30
3.3.3	Sampel Pengujian XRF, XRD, dan Sayatan Tipis	31
3.4	Pengujian Laboratorium	33
3.4.1	Uji Sifat Fisik	34
3.4.2	Uji Kuat Tekan Uniaksial	38
3.5	Analisis Petrografi.....	41
3.5.1	Pengamatan Mikroskopis.....	42
3.5.2	Analisis Mikroskopis.....	42
3.5.3	Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	42
3.5.4	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	43
BAB IV PENGARUH DERAJAT PELAPUKAN TERHADAP KEKUATAN BATUAN. 45		
4.1	Pengamatan Lapangan Pelapukan Batuan	45
4.1.1	Derajat Pelapukan I.....	45
4.1.2	Derajat Pelapukan II	46
4.1.3	Derajat Pelapukan III	47
4.1.4	Derajat Pelapukan IV.....	47
4.2	Hasil Pengujian Sifat Fisik Pada Batuan	49
4.3	Korelasi antara Derajat Pelapukan dan Sifat Fisik.....	50
4.4	Hasil Pengujian UCS Pada Batuan.....	56

4.5	Korelasi antara Derajat Pelapukan dan Kuat Tekan	59
4.6	Pengamatan Mikroskop	62
4.6.1	Derajat Pelapukan I.....	62
4.6.2	Derajat Pelapukan II	63
4.6.3	Derajat Pelapukan III	63
4.6.4	Derajat Pelapukan IV	64
4.7	Hasil Pengujian Analisis XRD	65
4.7.1	Derajat Pelapukan I.....	66
4.7.2	Derajat Pelapukan II	66
4.7.3	Derajat Pelapukan III	67
4.7.4	Derajat Pelapukan IV	68
4.8	Hasil Pengujian XRF	68
BAB V PENUTUP		71
5.1	Kesimpulan	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta geologi daerah penelitian.....	4
Gambar 2.1 Peta geologi regional Sulawesi Selatan	9
Gambar 2.2 Peta geologis yang menunjukkan lokasi batuan ultrabasa untuk (a) Blok Bantimala dan (b) Blok Barru	10
Gambar 2.3 Diagram klasifikasi untuk peridotit dan piroksenit berdasarkan proporsi olivin dan piroksen.....	11
Gambar 2.4 Skema dari faktor yang mempengaruhi sistem pelapukan	13
Gambar 2.5 Penempatan sampel pada mesin kuat tekan.....	16
Gambar 2.6 Kurva tegangan regangan pada uji kuat tekan uniaksial	17
Gambar 2.7 Alat <i>X-ray Diffraction</i>	19
Gambar 2.8 Prinsip kerja alat <i>x-ray fluorescence</i> (XRF).....	20
Gambar 2.9 Kandungan unsur-unsur pada tingkat energi tertentu	21
Gambar 2.10 <i>Software impact match!</i> 3.....	22
Gambar 3.1 Daerah penelitian	25
Gambar 3.2 Pengambilan sampel blok batuan	26
Gambar 3.3 Preparasi Sampel di Lapangan	27
Gambar 3.4 Pelaratan preparasi sampel. (a) Palu geologi, (b) Penggaris, (c) <i>Laboratory core drill</i> , (d) Kantong sampel, (e) Kertas gosok, (f) spidol, dan (g) <i>Precision cutting machine</i>	29
Gambar 3.5 <i>Laboratory saw machine</i>	30
Gambar 3.6 Alat penggerus sampel: (a) Mortar, dan (b) Pestle	31
Gambar 3.7 Alat timbang sampel	32
Gambar 3.8 Proses pengempresan sampel.....	32
Gambar 3.9 Sampel uji XRF	33
Gambar 3.10 Sampel sayatan tipis	33
Gambar 3.11 Alat dan bahan uji sifat fisik. (a) Jangka sorong, (b) Desikator dan	

air, (c) Timbangan digital, (d) Wadah sampel, (e) Oven, (f) Aluminium voill, dan (g) Pompa vakum.	35
Gambar 3.12 Sampel batuan uji sifat fisik	36
Gambar 3.13 Menimbang berat sampel	36
Gambar 3.14 Sampel didalam desikator	37
Gambar 3.15 Mengerinkan sampel dalam oven	37
Gambar 3.16 Pelaratan uji kuat tekan uniaksial. (a) Mesin ucs, (b) <i>Stopwatch</i> , (c) <i>Dial gauge</i> , dan (d) Jangka sorong	39
Gambar 3.17 Meletakkan sampel pada alat uji kuat tekan	40
Gambar 3.18 <i>Fouce gauge</i>	41
Gambar 3.19 Pengamatan mikroskopis	42
Gambar 3.20 Shimadzu X-Ray EXD-720	43
Gambar 3.21 Diagram alir penelitian	44
Gambar 4.1 Kenampakan batuan peridotit pada derajat pelapukan I.....	46
Gambar 4.2 Kenampakan batuan peridotit pada derajat pelapukan II.....	46
Gambar 4.3 Kenampakan batuan peridotit pada derajat pelapukan III	47
Gambar 4.4 Kenampakan batuan peridotit pada derajat pelapukan IV.....	48
Gambar 4.5 Profil singkapan batuan peridotit berdasarkan derajat pelapukan	48
Gambar 4.6 Korelasi antara derajat pelapukan dengan densitas natural dan porositas	51
Gambar 4.7 Korelasi antara derajat pelapukan dengan densitas kering.....	52
Gambar 4.8 Korelasi antara derajat pelapukan dengan densitas jenuh	53
Gambar 4.9 Korelasi antara derajat pelapukan dengan kadar air.....	54
Gambar 4.10 Korelasi antara derajat pelapukan dengan derajat kejenuhan	55
Gambar 4.11 Korelasi antara derajat pelapukan dengan nisbah rongga	56
Gambar 4.12 Korelasi antara derajat pelapukan dengan kuat tekan batuan	59
Gambar 4.13 Korelasi antara derajat pelapukan dengan modulus Young	60
Gambar 4.14 Korelasi antara derajat pelapukan dengan nisbah rongga	61
Gambar 4.15 Kenampakan sampel sayatan tipis derajat pelapukan I di bawah mikroskop: (a) Nikol silang (b) Nikol sejajar	62
Gambar 4.16 Kenampakan sampel sayatan tipis derajat pelapukan II di bawah mikroskop: (a) Nikol silang (b) Nikol sejajar	63
Gambar 4.17 Kenampakan sampel sayatan tipis derajat pelapukan III di bawah mikroskop: (a) Nikol silang (b) Nikol sejajar	64

Gambar 4.18 Kenampakan sampel sayatan tipis derajat pelapukan IV di bawah mikroskop: (a) Nikol silang (b) Nikol sejajar	65
Gambar 4.19 Difraktogram sampel derajat pelapukan I.....	66
Gambar 4.20 Difraktogram sampel derajat pelapukan II	67
Gambar 4.21 Difraktogram sampel derajat pelapukan III	67
Gambar 4.22 Difraktogram sampel derajat pelapukan IV.....	68
Gambar 4.23 Korelasi antara derajat pelapukan dengan komposisi mineral.....	69
Gambar 4.24 Korelasi antara derajat pelapukan dengan komposisi mineral SiO ₂ dan Fe ₂ O ₃	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Derajat pelapukan.....	14
Tabel 2.2	Klasifikasi Korelasi	23
Tabel 2.2	Syarat mutu kuat tekan batu alam untuk bahan bangunan menurut SNI 0378-80	23
Tabel 4.1	Hasil pengamatan karakteristik derajat pelapukan.....	49
Tabel 4.2	Hasil data berat sifat fisik.....	49
Tabel 4.3	Hasil data pengujian sifat fisik.....	50
Tabel 4.4	Hasil pengujian kuat tekan uniaksial	57
Tabel 4.5	Kenampakan sampel uji sebelum dan sesudah pengujian	58
Tabel 4.6	Kemampuan batuan peridotit sebagai bahan bangunan untuk setiap derajat pelapukannya (SNI 0378-80).....	61
Tabel 4.7	Hasil pengujian analisis unsur menggunakan XRF	68

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
A Peta lokasi penelitian	79
B Pengolahan data sifat fisik.....	80
C Pengolahan data uji kuat tekan.....	81
D Komposisi <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Provinsi Sulawesi Selatan mempunyai potensi batuan ultrabasa cukup besar yang tersebar di wilayah Kabupaten Luwu Timur, Selayar, dan Barru, dengan memiliki luas keseluruhan 273.182 ha. Khusus di Kabupaten Barru sebaran batuan ultrabasa memiliki luas 5.975 ha (Yusuf, 2007). Kabupaten Barru merupakan salah satu kabupaten yang berada di pesisir barat Provinsi Sulawesi Selatan yang terletak pada 4°05'49–4°47' Lintang Selatan dan 119°49'16° Bujur Timur, berjarak sekitar 105 km dari Makassar, luas wilayahnya kurang lebih 1.174,72 km².

Batuan beku ultrabasa adalah batuan beku yang secara kimia mengandung kurang dari 45% SiO₂ dari komposisinya. Kandungan mineralnya didominasi oleh mineral-mineral berat dengan kandungan unsur-unsur seperti besi (Fe) dan magnesium (Mg) yang disebut juga mineral ultramafik. Batuan beku ultrabasa hanya dapat terbentuk secara plutonik karena materi magma asalnya merupakan magma induk (*parent magma*) yang berasal dari astenosfer. Beberapa mineral dominan yang hadir dalam batuan ultrabasa, antara lain olivin, ortopiroksen, klinipiroksen, spinel, garnet, dan plagioklas (Gill, 2010).

Batuan beku ultrabasa ini juga hanya bertekstur afanitik karena sifat tempat terbentuknya yang plutonik. Batuan beku ultrabasa mengandung mineral-mineral yang mudah lapuk sehingga memengaruhi sifat mekanis batuan, terutama kuat tekannya. Semakin banyak mineral lapuk semakin rendah nilai kuat tekannya. Contoh batuan beku ultrabasa, antara lain peridotit, *harzburgit*, *lherzolite*, *phyroxenit*, komatit, dan dunit. Keberadaan batuan ultrabasa yang cukup melimpah menjadi hal yang menarik untuk

dikaji secara ilmiah berdasarkan intensitas serpentinisasinya, mineral penyusunnya, dan geokimia batuanannya (Kurniadi, 2017).

Objek pada penelitian ini adalah batuan peridotit karena jenis batuan ini dapat digunakan sebagai material konstruksi dan keterdapatan batuan ini melimpah pada daerah penelitian. Namun, syarat untuk dapat digunakan sebagai material konstruksi di antaranya harus memiliki kuat tekan tertentu. Pada umumnya peridotit berwarna gelap dengan berat jenis 3-3,3. Komposisi dan persentase secara umum dari mineral pembentuk batuanannya adalah mineral mafik (olivin, piroksen, dan hornblenda) 85-95%, mineral bijih (magnetit, ilmenit, kromit) 3 – 10%, plagioklas kalsium 5%. Batuan peridotit di daerah penelitian merupakan batuan yang sudah mengalami proses pelapukan sehingga memungkinkan batuan ini mengandung nikel (Ni) dan besi (Fe) berkadar rendah ataupun tinggi.

Secara geologi proses pelapukan bekerja relatif lambat (*long-term processes*). Akan tetapi, keberadaanya menjadi pertimbangan yang sangat penting dalam aspek geoteknik. Mineralogi, tekstur, dan sifat litologi batuan dapat berubah karena pelapukan sehingga sifat rekayasa dari batuan juga berubah (Undul, 2012). Berdasarkan metode zona agroklimatologi, Kabupaten Barru memiliki curah hujan lebih dari 200 mm/bulan pada musim hujan sementara pada musim kering yakni 100 mm/bulan. Curah hujan yang cukup tinggi dapat memengaruhi proses pelapukan pada daerah penelitian.

Karakteristik batuan yang diidentifikasi pada penelitian ini menggunakan uji sifat fisik dan mekanis. Sifat mekanis dari sampel batuan ditentukan dengan beberapa jenis pengujian laboratorium, antara lain uji kuat tekan uniaksial (*unconfined compression strength test*), uji geser langsung (*direct shear test*), dan uji tarik tak langsung (*Brazilian test*). Jenis pengujian yang paling banyak digunakan adalah uji kuat tekan uniaksial (*unconfined compression strength test*) karena hasil dari uji ini langsung menunjukkan nilai kekuatan batuan yang sebenarnya yang dinyatakan dalam nilai UCS (MPa)

(Goodman, 1989). Uji kuat tekan uniaksial merupakan pengujian mekanika batuan dengan cara menekan batuan dari satu arah (aksial) hingga batuan mengalami keruntuhan atau *failure* (Rahman, 2018).

Faktor-faktor yang memengaruhi kuat tekan suatu batuan ialah jenis batuan, tekstur permukaan batuan, komposisi mineral, tingkat pelapukan batuan, serta peningkatan porositas dan kehadiran struktur aliran (Rai, dkk, 2014). Batuan peridotit mengandung mineral yang mudah lapuk dan ketersediaannya cukup banyak di Kabupaten Barru yang memiliki curah hujan cukup tinggi. Oleh karena itu, berdasarkan penjelasan di atas, penting dilakukan penelitian mengenai pengaruh derajat pelapukan terhadap kuat tekan uniaksial pada batuan peridotit.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian yang dilakukan membahas mengenai pengaruh pelapukan terhadap kuat tekan uniaksial pada batuan peridotit. Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. batuan peridotit mengandung mineral-mineral yang mudah lapuk; dan
2. curah hujan yang tinggi pada daerah penelitian sehingga terdapat potensi pelapukan pada batuan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. menentukan derajat pelapukan pada batuan peridotit berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan laboratorium; dan
2. menganalisis pengaruh derajat pelapukan terhadap kekuatan batuan

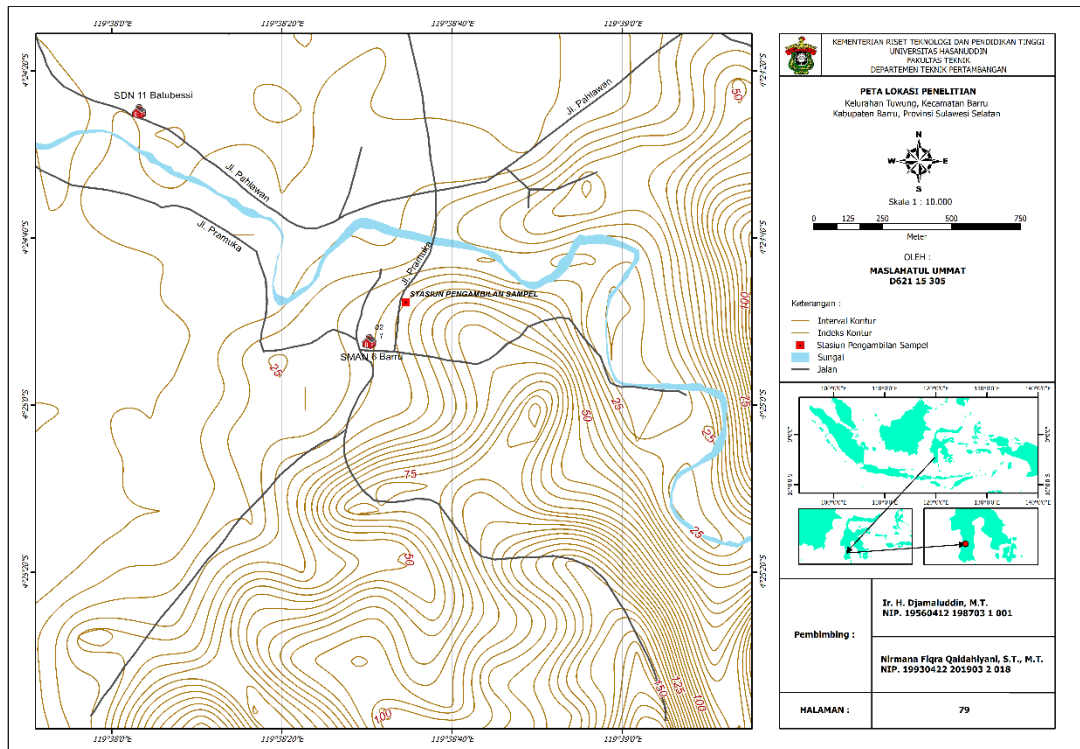
menggunakan uji kuat tekan uniaksial pada batuan peridotit.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi tingkat pelapukan pada batuan peridotit yang masih memenuhi spesifikasi untuk dijadikan sebagai bahan galian bangunan.

1.5 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di daerah Kelurahan Tuwung, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat dengan waktu tempuh sekitar empat jam dari Kota Makassar. Secara geografis, Kelurahan Tuwung terletak pada koordinat S $04^{\circ}24'47.70''$ dan E $119^{\circ}38'34.57''$ serta lokasinya berjarak sekitar 105 km dari Makassar.



Gambar 1.1 Peta lokasi daerah penelitian

1.6 Tahapan Penelitian

Penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut.

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mempelajari beberapa referensi yang terkait dengan penelitian ini yang terdiri dari buku-buku referensi, jurnal, dan penelitian-penelitian-penelitian terdahulu.

2. Pengambilan Sampel

Kegiatan pengambilan sampel dilakukan di lokasi penelitian di daerah Kelurahan Tuwung, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. Lokasi pengambilan sampel diplot menggunakan alat *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan koordinat lokasi penelitian.

3. Preparasi Sampel

Preparasi sampel merupakan proses persiapan suatu sampel agar layak untuk di uji di laboratorium dan membentuk sampel ke dalam bentuk silinder. Preparasi dilakukan dengan cara melakukan pengeboran inti. Sampel batuan yang diperoleh dalam bentuk silinder pada umumnya berdiameter antara 50-70 mm dan panjang dua kali diameter tersebut ($L/D=2$), berdasarkan standar pengujian ISRM 1979 (*Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials*).

4. Uji Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik dilakukan dengan mengukur parameter-parameter yang meliputi massa natural, massa jenuh, dan massa kering. Pengukuran parameter tersebut bertujuan untuk menentukan kadar air dan bobot isi/densitas sampel dengan menggunakan standar pengujian ISRM 1977 (*Suggested methods for determining water content, porosity, density,*

absorption and related properties and swelling and slake-durability index properties).

5. Uji Kuat Tekan Uniaksial

Pengujian kuat tekan uniaksial dilakukan dengan menggunakan mesin penekan. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat tekan tekan uniaksial, modulus Young, dan nisbah Poisson dari batuan dengan menggunakan standar pengujian ISRM 1979 (*Suggested methods for determining the uniaxial compressive strength and deformability of rock materials*).

6. Analisis *X-Ray Diffraction* (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan suatu senyawa kimia tertentu dalam wujud padat karena proses preparasinya mudah, murah dan cepat.

7. *X-Ray Fluorescence* (XRF)

X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi kimia beserta konsentrasi unsur-unsur yang terkandung dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrometri. XRF umumnya digunakan untuk menganalisis unsur dalam mineral atau batuan.

8. Pengolahan dan Analisis Data

Untuk mengetahui komposisi mineral pada batuan dari hasil pengujian analisis XRD, digunakan perangkat Lunak *Match!3*. Data-data penelitian yang didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan serta pengujian di laboratorium akan diolah untuk dijadikan bahan analisis dengan menggunakan analisis korelasi.

9. Kesimpulan

Hasil dari penelitian kemudian disimpulkan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

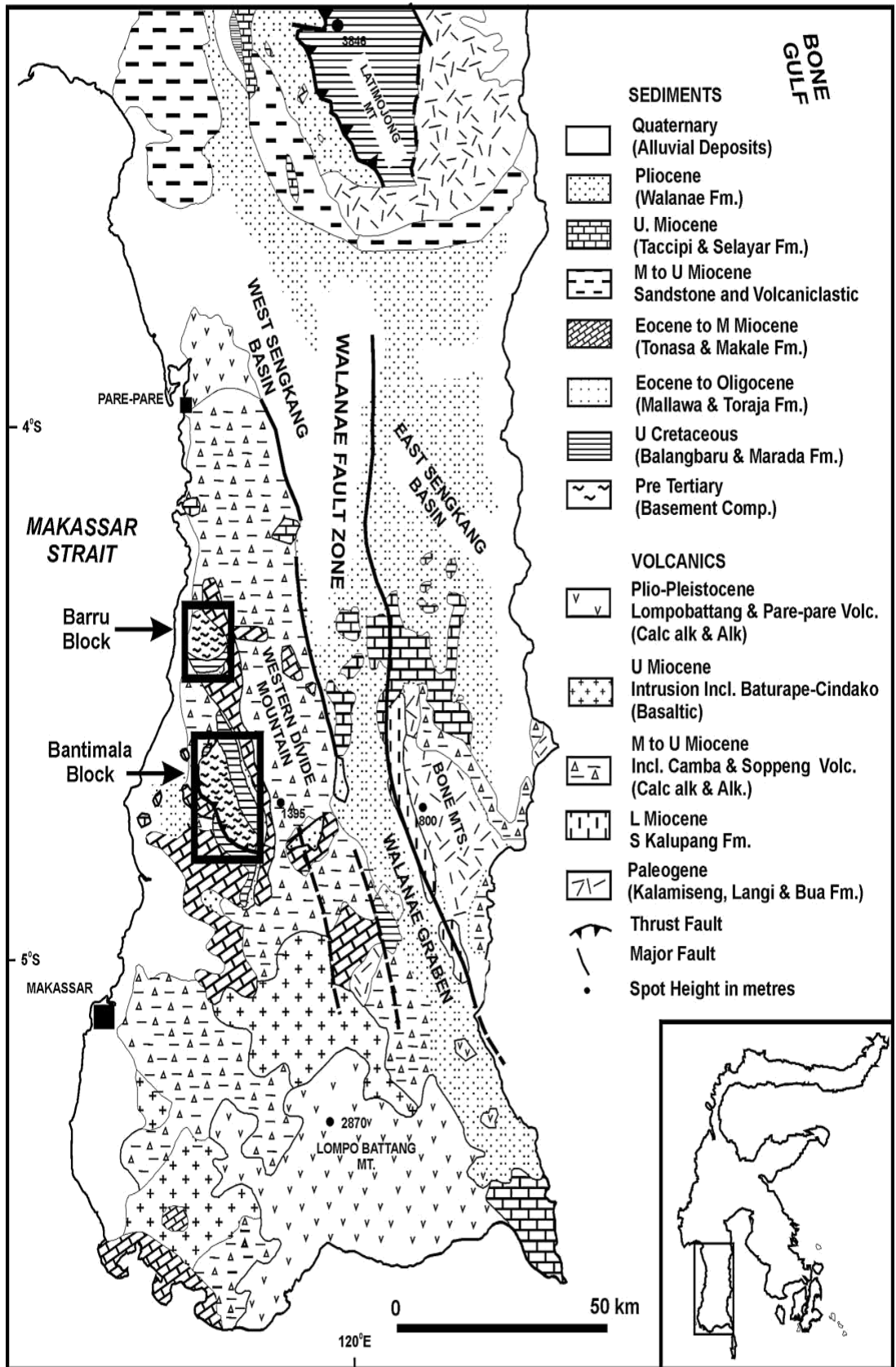
2.1 Geologi Regional

Geologi wilayah di daerah Sulawesi Selatan terdiri dari 5 (lima) urutan utama kompleks ruang bawah tanah pra-Tersier, yaitu sedimen Kapur Atas, vulkanik Paleogen, sedimen Eosen ke Miosen, sedimen Miosen ke Vulkanik, dan sedimen terbaru (Sukamto, 1982; Maulana, 2009; Maulana et al., 2014). Kompleks ruang bawah tanah pra-Tersier yang dibentuk oleh kumpulan batuan metamorf dan ultrabasa berada di Blok Bantimala dan Barru (Maulana et al, 2008; Maulana et al, 2014).

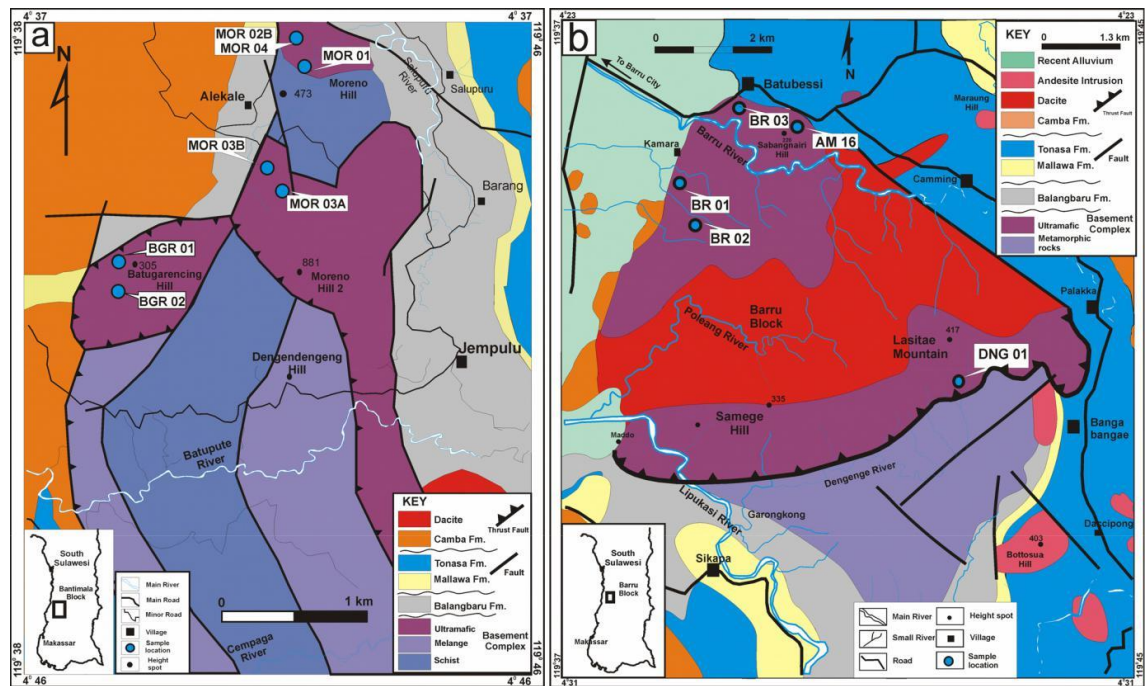
Setiap provinsi tektonik memiliki kejadian batuan pra-Tersier yang mengandung metamorf dan suite mafic-ultramafic. Urutan mafic-ultramafic telah terjadi diinterpretasikan secara beragam sebagai anggota ofiolit dari pengaturan tektonik yang berbeda (Sukamto, 1982; Smith dan Silver, 1991; Monnier dkk., 1995; Bergman dkk., 1996; Kadarusman dan Parkinson, 2000; Kadarusman et al., 2004).

Maulana (2009) menyelidiki ultramafik lengan selatan suite dan menganggapnya sebagai bagian dari Kompleks Basement Sulawesi Selatan. Seperti yang mungkin terjadi pada suite ultrabasa memberikan informasi penting tentang evolusi tektonik wilayah, studi rinci diperlukan untuk menjelaskan tektonik mereka signifikansi

Blok Barru yang lebih kecil di sebelah utara, berdiameter sekitar 10 km, terpisah dengan Blok Bantimala sekitar 15 km (Gambar. 2.1). Batuan ultrabasa di Blok Bantimala terletak di dua lokasi, Bukit Moreno dan Batugarencing, sedangkan di Blok Barru, batuan ultrabasa terletak di Desa Kamara, Bukit Sabangnairi, dan Gunung Lasitae (Gambar 2.2 (a) dan (b)). Batuan ultrabasa didominasi oleh peridotit terserpentinisasi yang mengandung lensa kromit di beberapa daerah (Maulana, 2014).



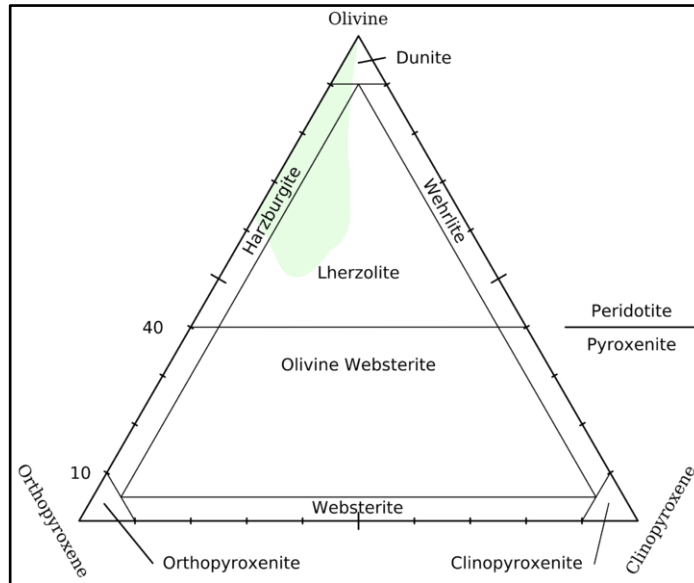
Gambar 2. 1 Peta geologi regional Sulawesi Selatan (dimodifikasi dari van Leeuwen, 1981; Maulana, 2009; Maulana et al., 2014)



Gambar 2.2 Peta geologi yang menunjukkan lokasi batuan ultrabasa untuk (a) Blok Bantimala dan (b) Blok Barru (Maulana, 2009; Maulana et al, 2014)

Secara umum, batuan ultrabasa dari Blok Barru telah terserpentinisasi dan bermetamorfosis, baik pada suhu rendah (fasies hijau) maupun suhu yang cukup tinggi (fasies amfibolit). Peridotit adalah suatu batuan beku berukuran butir menengah, berwarna gelap, mengandung sedikitnya 10% mineral olivin, besi dan mineral yang kaya akan magnesium (biasanya *pyroxenes*), dan tidak lebih dari 10% mineral feldspar. Kelompok batuan peridotit tidak umum tersingkap di permukaan dan sangat tidak stabil. Umumnya batuan peridotit yang tersingkap telah berubah menjadi serpentin, di mana mineral piroksen dan olivin berubah menjadi mineral serpentin dan amfibol. Proses perubahan ini (hidrasi) diikuti dengan perubahan volume yang mengakibatkan terjadinya deformasi dari tekstur awalnya (Maulana et al, 2014).

Pada Gambar 2.3 area hijau pucat merupakan komposisi yang paling umum dari peridotit di bagian atas mantel bumi. Serpentinisasi menyebabkan batuan peridotit berwarna lebih terang dan kristal piroksen biasanya terlihat jelas di batuan lapuk (Sukamto, 1975; Hutabarat, 2015).



Gambar 2.3 Diagram klasifikasi untuk peridotit dan piroksenit berdasarkan proporsi olivin dan piroksen

Peridotit berwarna hitam sampai kehijau-hijauan, umumnya pecah karena telah mengalami breksiasi dan rekahan terisi oleh asbestos berwarna putih serta dijumpai pula adanya batuan gabro, berwarna abu-abu gelap, berbintik putih, berukuran kristal menengah-sangat kasar, sebagai batuan-batuan terobosan dalam peridotit. Sedangkan serpentinit berwarna hijau muda dan hijau tua, memperlihatkan breksiasi, dan sesar (Siregar, dkk., 1999; Munasri dkk., 2000) yang diperkirakan sebagai hasil serpentinisasi dunit dan harzburgit (Munasri dkk., 2000).

2.2 Pelapukan Batuan

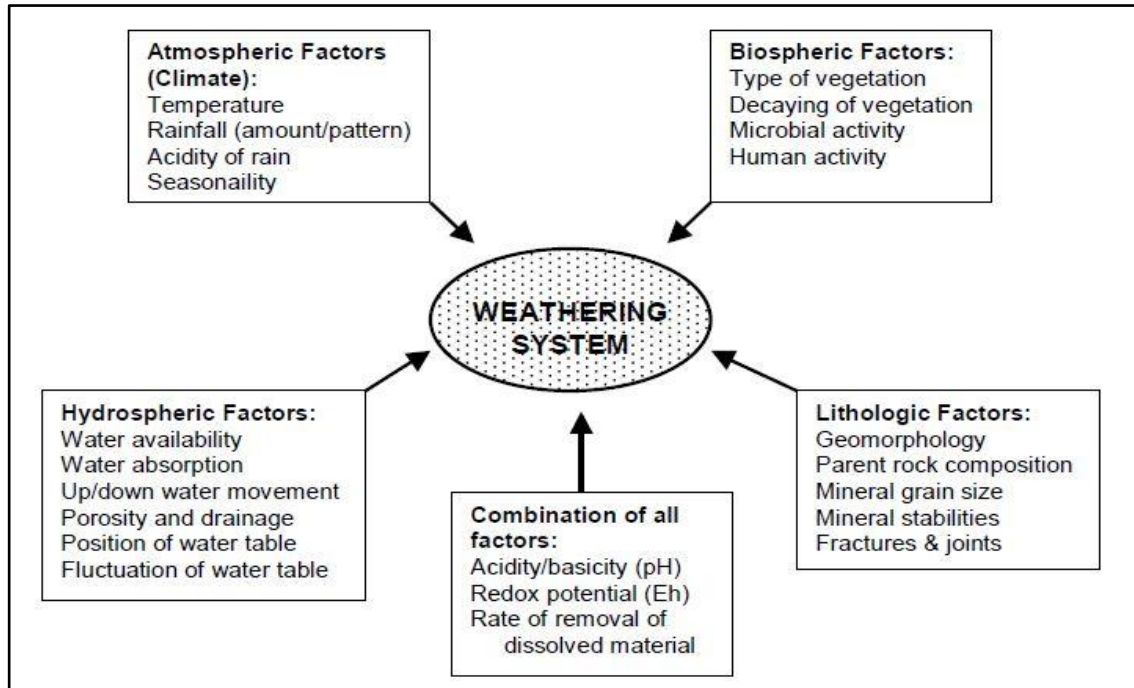
Pelapukan adalah proses alterasi dan pemecahan material tanah dan batuan pada permukaan bumi oleh proses kimia, fisika, dan biologi untuk membentuk tanah liat, oksida besi, dan produk pelapukan lainnya (Ollier, 1984; Selby 1993; Anon, 1995; Purwanto et al, 2017). Proses ini umumnya bertindak bersama-sama. Mineralogi, tekstur, dan sifat litologi batuan berubah karena pelapukan sehingga sifat rekayasa dari batuan juga berubah (Undul, 2012; Purwanto et al, 2017).

Pelapukan batuan dibedakan menjadi tiga yaitu pelapukan fisik, pelapukan kimia, dan pelapukan biologi. Pelapukan fisik menyebabkan pengaruh variasi suhu dan kelembapan batuan (misalnya perbedaan pada saat siang dan malam hari) sebagai akibat panas (terutama oleh matahari) dan kandungan air pada batuan. Pelapukan kimia adalah perubahan batuan menjadi batuan yang komposisi kimia dan mineraloginya berbeda dari keadaan asal. Sedangkan pelapukan biologi menyebabkan tumbuhnya tanaman tingkat rendah, seperti lumut dan ganggang (Anwar, 2007).

Pelapukan batuan menghasilkan lapisan bahan lapukan (regolit), transformasi batuan menjadi tanah, serta reaksi dan sintesis kimia yang menghasilkan bentukan baru (neoformasi) berupa lempung. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pelapukan batuan ialah iklim, jenis batuan, mineral penyusun batuan, organisme, topografi, dan waktu (Summerfield, 1991; Jamulya, 2004).

Proses pelapukan diikuti oleh pembentukan tanah, erosi, transportasi, dan sedimentasi. Menurut Ollier pada tahun 1969, tingkat pelapukan mineral dalam batuan ultrabasa, di samping tergantung struktur dan komposisi batuan, juga tergantung ukuran kristal, bentuk kristal, kesempurnaan kristal, agen pelapukan (air dan perubahan suhu), dan perubahan produk pelapukan (rantai utama dalam pembentukan batuan sedimen).

Pada pelapukan kimia beberapa faktor yang memengaruhi, antara lain kestabilan mineral (struktur kristal, titik lebur), kondisi pH (asam atau basa), energi potensial, ukuran butir dan rekahan, laju dari proses pencucian, iklim (curah hujan, temperatur, vegetasi, *equatorial humid climate*, iklim kering – basah tropis), waktu, topografi (limpasan, drainase bawah tanah, erosi, peran muka air tanah, komposisi batuan induk, komposisi material organik). Pada Gambar 2.4 berikut ini merupakan gambaran skema dari faktor yang memengaruhi sistem pelapukan.



Gambar 2.4 Skema dari faktor yang memengaruhi sistem pelapukan

Proses pelapukan dan sirkulasi air tanah, terutama yang relatif bersifat asam pada batuan ultrabasa, akan menyebabkan terjadinya penguraian magnesium, nikel, besi, dan silika pada mineral olivin, piroksen, maupun serpentin yang membentuk larutan yang kaya akan unsur-unsur tersebut (Waheed, 2006).

Unsur-unsur iklim yang berpengaruh terhadap proses pelapukan utamanya adalah temperatur dan curah hujan. Temperatur iklim rata-rata antara 20° C sampai 35° C. Total hujan selama setahun rata-rata 94 hari dengan curah hujan sebesar 2.646 mm. Curah hujan berdasarkan hari hujan terbanyak pada bulan Desember dan Januari dengan curah hujan rata-rata 423 mm dan 453 mm (BMKG, 2020).

Beberapa penelitian mengenai hubungan antara pelapukan dengan karakteristik dan mineralogi batuan telah dilakukan. Karpuz pada tahun 1997 mempelajari karakteristik pelapukan andesit Ankara dalam kaitannya dengan pengujian sifat rekayasa (teknis) di lapangan. Saito (1981 dalam Sadisun dkk., 1998) mempelajari hubungan antara sifat fisik dan mineralogi dari pelapukan batuan beku sebagai batasan kuantitatif dari setiap derajat pelapukan. Hoek dan Brown (1980 dalam Sadisun dkk.,

1998) telah menganalisis hasil tes dari andesit dalam kaitannya dengan masalah-masalah geomekanika.

Tabel 2.1 Klasifikasi derajat pelapukan (Sadisun dkk., 1998; Sadisun, 2005)

Istilah	Derajat	Penciri Utama
Tanah Residu	VI	Seluruh material batuan telah berubah menjadi tanah. Struktur massa dan kemas (fabrik) material telah rusak. Di sini terjadi perubahan volume menjadi lebih besar, tetapi tanah belum mengalami transportasi.
Lapuk Sempurna	V	Seluruh material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Struktur massa yang asli sebagian besar masih utuh.
Lapuk Kuat	IV	Lebih dari 35% material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau perubahan warna pada batuan masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinu atau inti batuan.
Lapuk Sedang	III	Kurang dari 35% material batuan telah terdekomposisi dan/atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau perubahan warna pada batuan masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinu atau inti batuan.
Lapuk Ringan	II	Perubahan warna menunjukkan pelapukan pada material batuan dan permukaan diskontinuitas.
Batuan Segar	I	Tidak ada tanda-tanda material batuan mengalami pelapukan, mungkin terdapat sedikit perubahan warna pada permukaan diskontinuitas utamanya.

Kossev pada tahun 1970 telah menghubungkan sifat fisik dan mekanis dari 14 sampel yang berbeda dengan penekanan pada pengaruh komposisi mineral batuan dengan sifat-sifat rekayasanya. Selain itu juga, hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa secara umum batu lempung Formasi Subang memiliki sifat mengembang (*swelling*) tinggi sampai sangat tinggi (Hermawan, 1993; Sadisun dkk., 1997).

2.3 Karakteristik Batuan

Batuan memiliki sifat-sifat tertentu yang perlu diketahui dalam mekanika batuan yang dikelompokkan menjadi dua, yaitu sifat fisik dan mekanik. Kedua sifat tersebut dapat ditentukan di laboratorium dan di lapangan. Penentuan di laboratorium umumnya dilakukan terhadap sampel yang diambil di lapangan.

2.3.2 Sifat Fisik Batuan

Penentuan sifat fisik batuan sangat penting diketahui untuk menentukan kualitas batuan tersebut. Data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium akan diperoleh nilai dari masing-masing parameter sifat fisik yang diperoleh melalui penelitian ini adalah bobot isi asli (ρ_n), bobot isi kering (ρ_d), bobot isi jenuh (ρ_s), kadar air asli (w), derajat kejenuhan (S), porositas, dan nisbah rongga (e), rumus yang digunakan sebagai berikut.

1. ρ_n = Densitas Natural

$$\rho_n = \frac{W_n}{(W_s - W_w)} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. ρ_d = Densitas Kering

$$\rho_d = \frac{W_o}{(W_s - W_w)} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.2)$$

3. ρ_s = Densitas Jenuh

$$\rho_s = \frac{W_w}{(W_s - W_w)} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \dots\dots\dots (2.3)$$

4. W = Kadar Air

$$W = \frac{W_n - W_o}{W_o} \times 100 \dots\dots\dots (2.4)$$

5. S = Derajat Kejenuhan

$$S = \frac{W_n - W_o}{W_s - W_o} \times 100 \dots\dots\dots (2.5)$$

6. n = Porositas

$$n = \frac{W_s - W_o}{W_s - W_w} \times 100 \dots\dots\dots (2.6)$$

7. e = Nisbah rongga

$$e = \frac{n}{(1-n)} \dots \dots \dots (2.7)$$

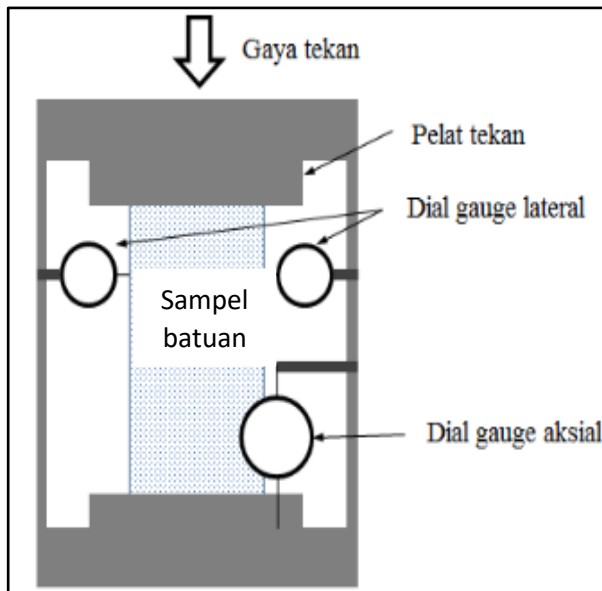
Sampel untuk uji sifat fisik tidak memiliki ketentuan karena volume diprediksi menggunakan prinsip hukum Archimedes tentang gaya apung oleh air, yang penting sampel muat di cawan yang berdiameter 5 cm (Melati, 2019).

2.3.3 Kuat Tekan Uniaksial (*Unconfined Compressive Strength*)

Kuat tekan uniaksial adalah gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung sebuah sampel batuan sesaat sebelum sampel tersebut hancur (*failure*) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan (tegangan pemampatan sama dengan nol). Perhitungan kuat tekan uniaksial dapat dilihat pada persamaan 2.8 (Rai dkk, 2013).

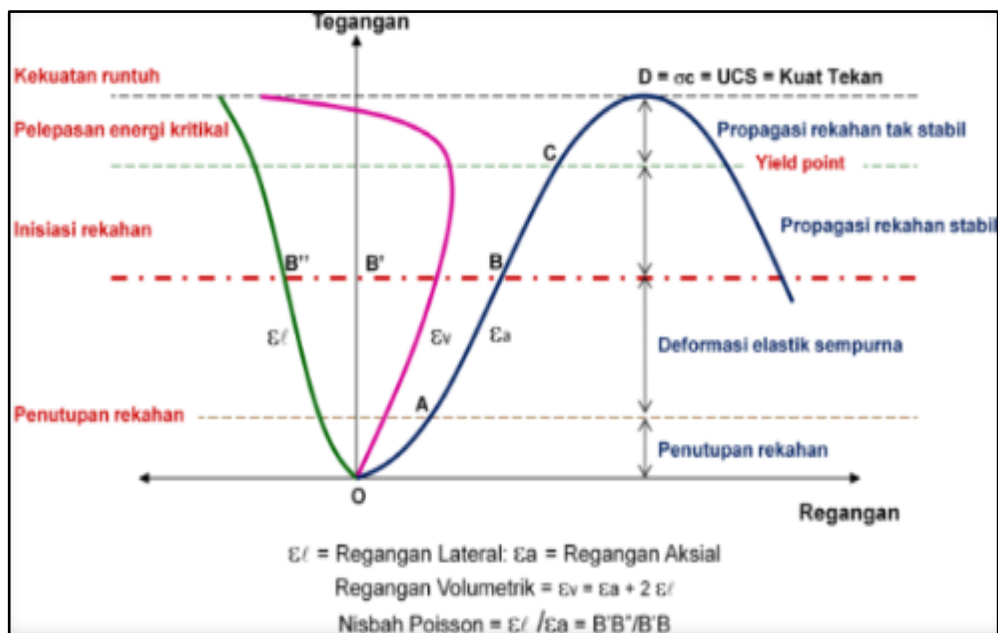
$$\sigma_c = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.8)$$

dengan σ_c = kuat tekan (MPa), F = beban total saat sampel hancur (N), dan A = luas permukaan sampel yang ditekan (mm²).



Gambar 2.5 Penempatan sampel pada mesin kuat tekan (Melati, 2019)

Kuat tekan uniaksial (*unconfined compressive strength*) batuan diukur dengan memberikan pembebanan pada sampel berbentuk silinder menggunakan mesin tekan sampai sampel mengalami keruntuhan (*Indian Berau of Mines, 2014*). Tujuan utama uji ini adalah untuk menentukan nilai kekuatan batuan utuh. Hasil uji ini berupa beberapa informasi, seperti kurva tegangan-regangan, kuat tekan uniaksial, modulus elastisitas, nisbah Poisson, energi fraktur, dan energi fraktur spesifik (Gambar 2.6) (Arif, 2016).



Gambar 2.6 Kurva tegangan regangan pada uji kuat tekan uniaksial (Hoek and Brown, 1980; Leba, 2020)

2.4 Sayatan Tipis

Sampel batuan dipreparasi menjadi sayatan tipis dengan ketebalan standar $\pm 30 \mu\text{m}$ dan direkatkan ke *glass slide* dan *glass cover* menggunakan epoksi (indeks bias: 1,54). Sayatan tipis tersebut dianalisis dengan menggunakan Mikroskop Polarisasi Nikon Eclipse 50i POL dengan lensa polarisator bawah (pengamatan nikol sejajar) dan polarisator atas/analisisator (pengamatan nikol bersilang). Untuk mengidentifikasi mineral, maka karakter mineral yang diamati dalam pengamatan nikol sejajar meliputi bentuk mineral, belahan (*cleavage*), warna, perubahan warna (jika ada), relief (yaitu

perbedaan indeks bias mineral terhadap epoksi, semakin besar perbedaan tersebut maka semakin tinggi kenampakan reliefnya).

Pengamatan karakter mineral pada nikol bersilang meliputi warna bias rangkap (yaitu warna hasil interferensi gelombang saat melewati mineral), orde (intensitas) warna bias rangkap, dan kondisi ketika mineral tampak gelap maksimum. Analisis sayatan tipis umumnya dilakukan tanpa menggunakan *compensator plate* (*gypsum plate*) (Sasmita, 2017).

2.5 Analisis X-Ray Diffraction (XRD)

X-ray diffraction (XRD) merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan suatu senyawa kimia tertentu dalam wujud padat dengan menggunakan difraksi/pantulan sinar x karena proses preparasinya mudah, murah, dan cepat. Sinar x merupakan radiasi elektromagnetik yang dihasilkan oleh deselerasi partikel dengan kecepatan tinggi secara tiba-tiba (Moore and Reynold, 1997; Wicaksono, 2017). Analisis dengan XRD dalam perkembangannya juga digunakan dalam ilmu-ilmu selain geologi di antaranya adalah arkeologi, teknik sipil, teknik kimia, teknik material, dan kedokteran.

Analisis mineralogi dengan XRD mempunyai keunggulan dibandingkan analisis petrografi karena dapat mengidentifikasi dengan jelas jenis mineral lempung. Sebagai objek yang sangat penting dalam penelitian yang berbasis batuan atau material, teknik preparasi sampel XRD yang berkualitas dan berstandar riset mutlak dibutuhkan dalam setiap kegiatan riset (Setiawan, 2017).

Prinsi kerja analisis XRD adalah sebagai berikut.

1. Sampel pada diletakkan pada suatu preparat kaca
2. Sumber sinar berkerja mengelilingi sampel sambil menyinari sampel
3. Detektor menangkap pantulan sinar dari sampel

4. Alat perekam, merekam intensitas pantulan sinar untuk tiap sudut tertentu



Gambar 2.7 Alat *X-ray diffraction*

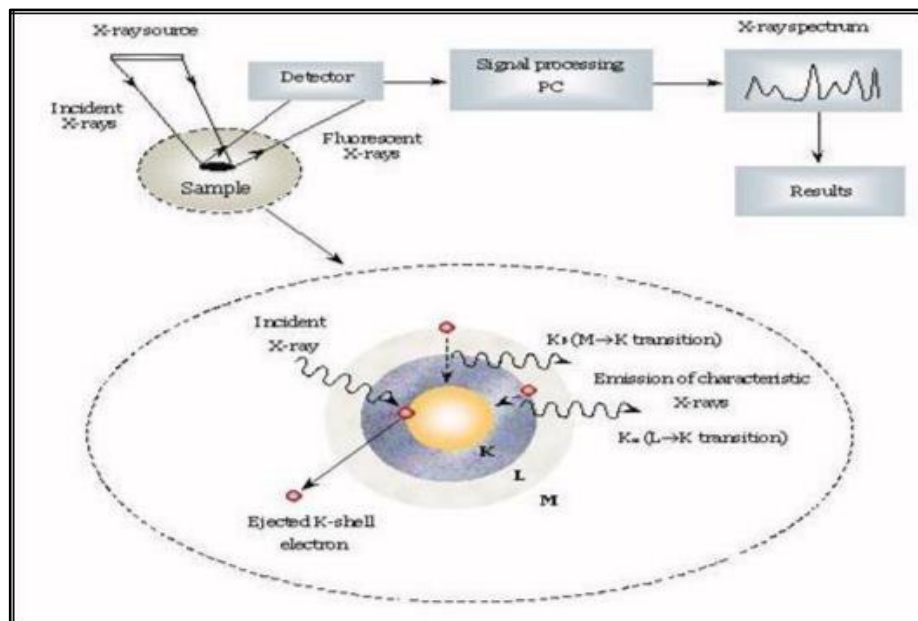
2.6 Analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF)

X-ray fluorescence (XRF) merupakan teknik analisis nondestruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk, ataupun sampel cair. XRF mampu mengukur elemen dari berilium (Be) hingga uranium (U) pada level *trace element*, bahkan di bawah level ppm. Secara umum, spektrometer XRF mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi *fluorescence* yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar x (PAN alytical, 2009).

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel. Metode ini dipilih sebagai aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Bergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar x, tetapi juga sumber

eksitasi primer yang lain, seperti partikel alfa, proton, atau sumber elektron dengan energi yang tinggi (Jamaluddin, 2016).

Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan sinar x yang terjadi akibat efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom pada sampel terkena sinar berenergi tinggi (sinar x). Berikut adalah penjelasan prinsip kerja XRF berdasarkan efek fotolistrik yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.

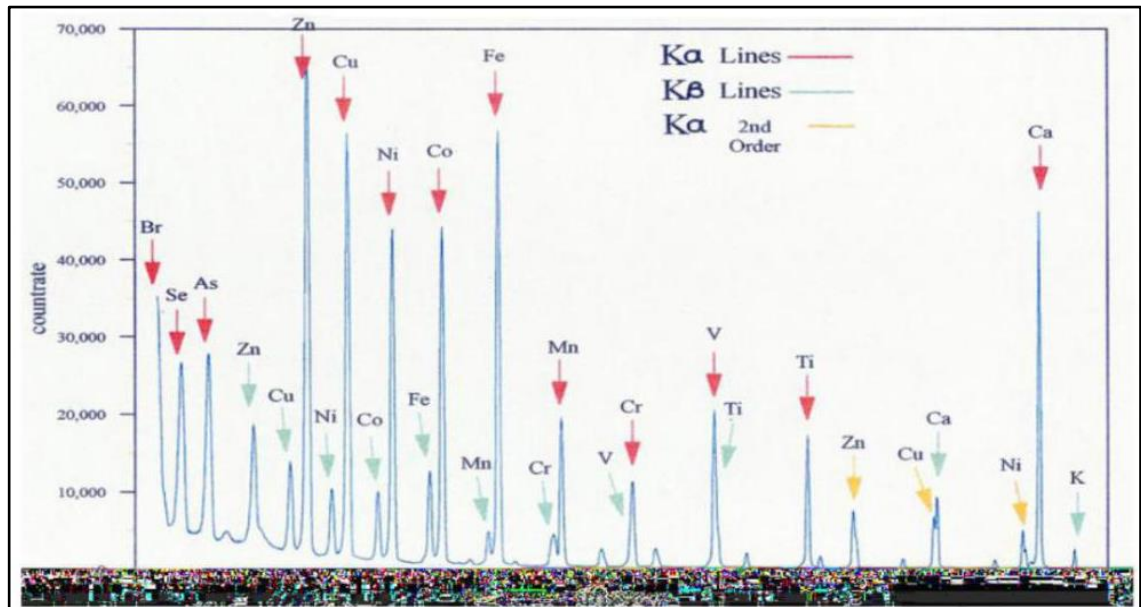


Gambar 2.8 Prinsip kerja alat *x-ray fluorescence* (XRF) (Sumantry, T., 2002)

Masrukan dkk. pada tahun 2007 menyatakan bahwa unsur yang dapat dianalisis adalah unsur yang mempunyai nomor atom rendah seperti unsur karbon (C) sampai dengan unsur yang mempunyai nomor atom tinggi seperti uranium (U). Unsur C mempunyai sinar x transisi ke kulit K sebesar 0,28 keV, sedangkan sinar x karakteristik dari kulit L pada atom U sebesar 13,61 keV (Masrukan dan Rosika, 2008).

Data hasil pengukuran XRF berupa sumber spektrum dua dimensi dengan sumbu x adalah energi (keV) dan sumbu y adalah cacahan/intensitas sinar x yang dipancarkan oleh setiap unsur (Gambar 2.8). Setiap unsur menghasilkan spektrum dengan energi

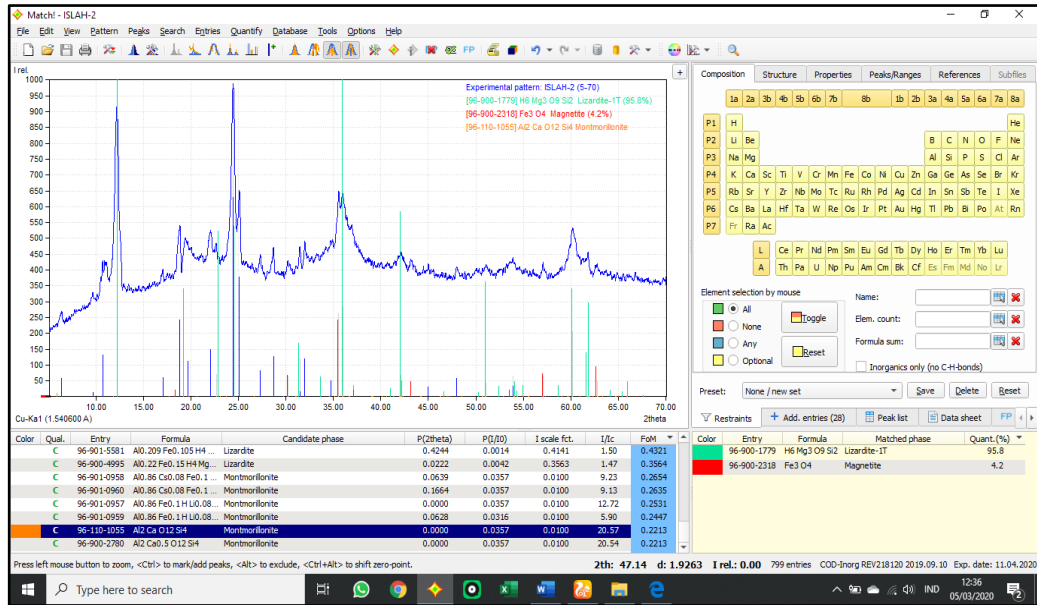
yang spesifik. Energi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan inti elektron dan juga energi yang dipancarkan oleh transisi merupakan karakteristik dari setiap unsur (Sumantry, 2002).



Gambar 2.9 Kandungan unsur-unsur pada tingkat energi tertentu

2.7 Analisis Korelasi Derajat Pelapukan dan Kekuatan Batuan

Hasil penelitian pada analisis petrografi menggunakan sayatan tipis akan menghasilkan himpunan berdasarkan kenampakan mikroskopis secara langsung yang terdapat pada sampel, sedangkan hasil dari *x-ray diffraction* (XRD) menghasilkan data berupa difraktogram yang datanya diolah menggunakan perangkat lunak *impact match!* 3 untuk mengidentifikasi mineral-mineral yang terdapat pada sampel. Pemilihan mineral dapat dikenali secara langsung berdasarkan analisis makroskopis. Nilai kuantitatif yang dimunculkan oleh perangkat lunak *impact match!* 3 didasarkan pada mineral-mineral yang dipilih oleh perangkat tersebut, dengan persentase bersifat relatif.



Gambar 2.10 Software impact match! 3

Analisis korelasi menggunakan analisis korelasi linear sederhana program *microsoft excel*. Korelasi ini akan menentukan hubungan antara dua variabel yaitu derajat pelapukan dan *uniaxial compressive strength*, berdasarkan nilai r atau koefisien korelasi yang telah dibagi oleh Guild (Tabel 2.2) ke dalam beberapa kategori. Apabila nilai $r = -$, maka variabel tersebut memiliki hubungan berbanding terbalik, begitupun sebaliknya. Hasil dari analisis regresi sederhana ditentukan menggunakan aplikasi statistik *microsoft excel*. Rumus korelasi linear sederhana yaitu sebagai berikut.

$$Y = a + bx \dots\dots\dots (2.9)$$

$$a = \frac{\sum Xi^2 \sum Yi - \sum Xi \sum (Xi Yi)}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$b = \frac{\sum X (Xi Yi) - \sum Xi \sum Yi}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \dots\dots\dots (2.11)$$

Model korelasi telah diuji tingkat kerataan datanya dengan menentukan nilai regresi (r). Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai regresi data sebagai berikut.

$$r = \frac{n \sum Xi Yi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{\sqrt{[n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2][n \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2]}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Tabel 2.2 Klasifikasi Korelasi (Guilford, 1956; Helistiawan, 2008)

Koefisien Korelasi (r)	Hubungan
0-0,2	Tidak ada korelasi
0,21-0,4	Rendah atau Kurang
0,41-0,7	Cukup
0,71-0,9	Tinggi
0,91-1	Sangat Tinggi

2.8 Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan Menurut SNI 0378-80

Batu alam untuk bahan bangunan yang dipergunakan sebagai pondasi, penutup lantai, batu tempel/batu hias, dan batu tonggak memiliki standar kuat tekan batuan. Standar kuat tekan batuan untuk bahan bangunan yang dipergunakan sebagai pondasi, penutup lantai, batu tempel/batu hias, dan batu tonggak dapat dilihat pada tabel 2.3 di bawah ini.

Tabel 2.3 Syarat mutu kuat tekan batu alam untuk bahan bangunan menurut SNI 0378-80

No.	Jenis Bangunan	Kuat Tekan Minimum (Mpa)
1	Fondasi berat	147
2	Fondasi sedang	98
3	Fondasi ringan	78,4
4	Penutup lantai atau trotoar	58,8
5	Tonggak dan batu tepi jalan	49
6	Batu hias atau tempel	19,6