

BUKU PANDUAN

KULIAH LAPANGAN I
KULIAH LAPANGAN KEBUMIHAN
TA 2022/2023




PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PROGRAM SARJANA

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
UPN "VETERAN" YOGYAKARTA



**BUKU PANDUAN
KULIAH LAPANGAN I
KULIAH LAPANGAN KEBUMIHAN**

Penerbit:
UPN Veteran Yogyakarta Press
2023



BUKU PANDUAN KULIAH LAPANGAN I PENGENALAN LAPANGAN KEBUMIHAN

Penulis:

SHOFA RIJALUL HAQ
KETUT GUNAWAN
SINGGIH SAPTONO
WAWONG DWIRATMINAH
OKTARIAN WISNU LUSANTONO
INMARLINIANTO
WATERMAN
BARLIAN DWINAGARA
TEDY AGUNG CAHYADI
KRESNO
NURKHAMIM
GUNAWAN NUSANTO
DWI POETRANTO
HASYWIR THAIB SIRI
RADEN HARIYANTO
EDY NURSANTO
HARTONO
FAIZAL AGUNG RIYADI
SHENNY LINGGASARI
KRISTANTO JIWO SAPUTRO

Editor:

SHOFA RIJALUL HAQ
KETUT GUNAWAN

Desain Sampul:

HERU SUHARYADI

Tata Letak Isi:

OKTARIAN WISNU LUSANTONO

Penerbit:

UPN Veteran Yogyakarta Press

Ukuran: 14,8 x 21 cm; xvii + 72 hlm

ISBN: 978-602-8206-52-5

Redaksi :

LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur Yogyakarta. 55283. Telp/Fac: (0274) 489027

Cetakan Pertama; Januari 2023

Hak Penerbitan © 2023 UPN Veteran Yogyakarta Press

Dilarang mengutip dan memperbanyak tanpa izin tertulis dari penerbit, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk apa pun, baik cetak, photoprint, microfilm, dan sebagainya.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	I-1
1.3. Materi.....	I-2
1.4. Manfaat.....	I-2
BAB II KEADAAN UMUM DAERAH PARANGTRITIS.....	II-1
2.1. Tinjauan Umum.....	II-1
2.2. Kondisi Geologi.....	II-1
2.2.1. Geomorfologi.....	II-3
2.2.2. Stratigrafi.....	II-3
2.2.2.1. Batuan Sedimen Klastik Vulkanik.....	II-3
2.2.2.2. Batuan Gunungapi.....	II-4
2.2.2.3. Batuan Sedimen Klastik Karbonat.....	II-4
2.2.2.4. Endapan Permukaan.....	II-4
2.2.3. Struktur Geologi.....	II-4
2.3. Fenomena Geologi Daerah Parangtritis.....	II-5
2.3.1. Pantai Curam.....	II-5
2.3.2. Pantai Landai.....	II-6
2.3.2.1. Gumuk Pasir.....	II-6
2.3.2.2. Stadia Sungai.....	II-10
2.3.2.3. Air Panas Parangwedang.....	II-13
2.3.2.4. Batu Andesit Parangkusumo.....	II-15
2.3.2.5. Pelapukan.....	II-16
2.3.3. Karst.....	II-20
2.3.3.1. Kawasan Eksokarst.....	II-1
2.3.3.2. Kawasan Endokarst.....	II-3

2.3.4. Denudasi	II-6
BAB III PERALATAN DAN PERLENGKAPAN LAPANGAN	III-1
3.1. Peta Dasar.....	III-1
3.2. <i>Global Positioning System (GPS)</i>	III-3
3.2.1. GPS Garmin GPSMap76 CSx	III-4
3.2.1.1. Tampilan Awal	III-4
3.2.1.2. Menghidupkan <i>Receiver GPS</i>	III-6
3.2.1.3. Pengukuran Koordinat dari Objek Titik	III-6
3.2.1.4. Melihat Data Tersimpan	III-7
3.3. Kompas Geologi.....	III-7
3.3.1. Penentuan Sistem <i>Azimuth</i>	III-8
3.3.2. Penggunaan Kompas Geologi.....	III-9
3.4. Palu Geologi.....	III-9
3.5. Larutan HCl.....	III-10
3.6. Kaca Pembesar	III-11
3.7. Meteran.....	III-12
BAB IV IDENTIFIKASI DAN PEMANFAATAN KOMODITAS	IV-1
4.1. Identifikasi Komoditas di Parangtritis dan Sekitarnya.....	IV-1
4.1.1. Andesit	IV-1
4.1.2. Batugamping	IV-2
4.1.3. Pasir Besi	IV-3
BAB V KUALITAS AIR.....	V-1
5.1. Standar Kualitas Air	V-2
5.1.1. Parameter Kimia	V-5
5.1.2. Parameter Biologi	V-7
BAB VI PENGAMBILAN SAMPEL	VI-1
6.1. Sampel Pasir Besi.....	VI-1
6.1.1. Genesa Endapan Pasir Besi.....	VI-1
6.1.2. Metode dan Peralatan Pengambilan Sampel.....	VI-2
6.1.2.1. Sumur Uji (<i>Test Pit</i>)	VI-2
6.1.2.2. Sampel Saluran (<i>Channel Sampling</i>).....	VI-3
6.1.2.3. Bor Tangan (<i>Hand Auger Drill</i>)	VI-4

6.1.2.4.	Bangka Bor (<i>Empire Drill</i>).....	VI-5
6.1.3.	Preparasi Sampel.....	VI-6
6.1.3.1.	Metode <i>Cone and Quartering</i>	VI-6
6.1.3.2.	Metode <i>Riffle Sampler</i>	VI-7
6.1.4.	Pola Pengambilan Sampel.....	VI-8
6.1.5.	Penyimpangan Pengambilan Sampel.....	VI-9
6.1.6.	Penentuan Persentase Kemagnetan.....	VI-10
6.1.7.	Perhitungan Rerata Kadar.....	VI-10
6.1.8.	Langkah Kerja Pengambilan Sampel Pasir Besi.....	VI-11
DAFTAR PUSTAKA.....		vii
LAMPIRAN A PENGUKURAN KUALITAS DAN KUANTITAS AIR.....		viii

DAFTAR GAMBAR

Gambar II–1. Peta Geologi Lembar Yogyakarta Jawa (Van Bemmelen, 1949)	II-2
Gambar II–2. Kenampakan Pantai Parangendog	II-5
Gambar II–3. Proses Pembentukan Pantai Diskordan	II-5
Gambar II–4. Vegetasi Gumuk Pasir	II-7
Gambar II–5. Tipe Gumuk Pasir.....	II-8
Gambar II–6. Gumuk Pasir Parangtritis.....	II-9
Gambar II–7. Air Permukaan Di Area Gumuk Pasir	II-10
Gambar II–8. Sungai Stadia Muda.....	II-11
Gambar II–9. Sungai Stadia Dewasa	II-11
Gambar II–10. Sungai Stadia Tua.....	II-12
Gambar II–11. Sungai Opak	II-12
Gambar II–12. Jalur Aliran Sungai Opak	II-13
Gambar II–13. Ilustrasi Mata Air Panas Parangwedang.....	II-14
Gambar II–14. Sumber Air Panas Parangwedang	II-15
Gambar II–15. Andesit Parangkusumo	II-16
Gambar II–16. Kristalisasi Garam	II-17
Gambar II–17. Ilustrasi <i>Exfoliation Dome</i> pada Batu Granit	II-17
Gambar II–18. Ilustrasi <i>Frost Shattering</i>	II-18
Gambar II–19. Pelapukan Eksfoliasi	II-18
Gambar II–20. Ilustrasi <i>Root Wedging</i>	II-19
Gambar II–21. Skema Pelarutan Batugamping	II-20
Gambar II–22. Ilustrasi Kawasan Eksokarst.....	II-3
Gambar II–23. Ilustrasi Terbentuknya Sungai Bawah Tanah.....	II-4
Gambar II–24. Sendang Beji.....	II-4
Gambar II–25. <i>Stalactite</i> , <i>Stalagmite</i> , dan <i>Pillar</i>	II-5
Gambar II–26. Kondisi Gua Karst	II-5
Gambar II–27. Bentuk Denudasi	II-6
Gambar III–1. Peta Topografi Daerah Parangtritis dan Sekitar.....	III-2
Gambar III–2. Garmin GPSMap 76 CSx	III-4
Gambar III–3. Tampilan Layar Utama GPSMap 76 CSx.....	III-5

Gambar III–4. Kompas Geologi	III-8
Gambar III–5. Palu Geologi.....	III-9
Gambar III–6. Larutan HCl.....	III-11
Gambar III–7. Kaca Pembesar	III-11
Gambar III–8. Meteran	III-12
Gambar IV–1. Penambangan Pasir Besi.....	IV-4
Gambar V–1. Persentase Volume Air di Bumi.....	V-1
Gambar VI–1. Peralatan <i>Sampling</i> untuk Sumur Uji	VI-3
Gambar VI–2. Pelaksanaan <i>Sampling</i> dengan Sumur Uji	VI-3
Gambar VI–3. Bentuk Sumur Uji dan Saluran	VI-4
Gambar VI–4. Bor Tangan	VI-5
Gambar VI–5. Bagian Bangka Bor.....	VI-6
Gambar VI–6. Metode <i>Cone and Quartering</i>	VI-7
Gambar VI–7. Metode <i>Riffle Sampler</i>	VI-8
Gambar VI–8. Sketsa Lokasi dan Pola Pengambilan Sampel	VI-9

DAFTAR TABEL

Tabel III-1. Indeks Kekuatan Batuan Dengan Kekuatan Palu Geologi (ISRM, 1981).....	III-10
Tabel V-1. Klasifikasi Air Berdasarkan Jumlah TDS	V-4
Tabel V-2. Klasifikasi Perairan Berdasarkan Nilai Kesadahan	V-6
Tabel VI-1. Karakteristik Mineral Utama Pasir Besi.....	VI-2
Tabel VI-2. Hubungan Ukuran Partikel dan Berat Sampel	VI-10
Tabel VI-3. Tabel Pengolahan Data Pengambilan Sampel.....	VI-14

BAB I

PENDAHULUAN

(Shofa Rijalul Haq, S.T., M.Eng., Ph.D., Ir. Inmarlinianto, M.T., Ir. Wawong Dwi Ratminah, M.T.)

1.1. Latar Belakang

Lulusan sarjana teknik pertambangan diharapkan memiliki kesiapan fisik, mental, dan pengetahuan akademik yang di atas rata – rata untuk dapat menyelesaikan pekerjaan dengan baik. Sebagai seorang *engineer* yang pada umumnya menjadi profesi tujuan lulusan sarjana teknik pertambangan, kondisi lapangan menjadi hal yang perlu dipahami dan dikenali dengan baik. Pada kondisi pasca pandemi Covid-19 saat ini, dimana sebuah keterbatasan menjadi suatu keniscayaan, seorang individual memerlukan kemampuan (*skills*) yang lebih untuk menjawab tantangan serta mencapai kompetensi utama sebagai mahasiswa Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.

Praktik Pengenalan Lapangan Kebumian (kuliah lapangan I) merupakan Mata Kuliah Lapangan berdasarkan kurikulum KKNI tahun 2016. Kuliah lapangan I juga termasuk dalam kelompok Mata Kuliah Keilmuan dan Keterampilan (MKK) yang memiliki standar capaian sebagai penunjang kemampuan mahasiswa dalam memahami serta mengikuti mata kuliah lain di bidang keahlian pertambangan seperti Geologi Dasar, Eksplorasi, Genesa Komoditas, dan Pengantar Pengolahan Mineral.

Kuliah lapangan I bertempat di daerah Parangtritis yang merupakan suatu daerah di wilayah selatan provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Parangtritis merupakan daerah dengan fenomena geologi yang cukup kompleks dan beragam serta memiliki potensi yang sangat beragam di bidang kebumian dan energi. Oleh karena itu, daerah Parangtritis dipilih menjadi objek yang tepat dalam rangka memperkenalkan dasar – dasar teknik pertambangan khususnya di bidang eksplorasi, penambangan, serta pengolahan komoditas.

1.2. Maksud dan Tujuan

Mata kuliah Praktik Pengenalan Lapangan Kebumian dimaksudkan untuk memperkenalkan hal – hal dasar tentang teknologi pertambangan yang meliputi kondisi geologi, eksplorasi, penambangan, dan pengolahan komoditas. Mahasiswa diharapkan dapat memiliki gambaran yang lebih jelas mengenai profesi sebagai *engineer* pertambangan sehingga dapat menentukan sikap dalam menekuni pendidikan di Teknik Pertambangan UPN “Veteran”

Yogyakarta. Tujuan dilaksanakannya Praktik Pengenalan Lapangan Kebumian adalah sebagai berikut:

1. Mengenalkan fenomena dan kegiatan lapangan yang pada umumnya dilakukan oleh profesi *engineer* pertambangan.
2. Mempelajari fenomena alam secara geologi di daerah Parangtritis dan sekitarnya dan penggunaan peralatan penyelidikan lapangan.
3. Melatih sikap berpikiri kritis dan keingintahuan terhadap fenomena geologi dan profesi *engineer* pertambangan pada khususnya serta dapat menanamkan sikap bertanggung jawab dalam penyelesaian tugas secara individu maupun kelompok.

1.3. Materi

Materi yang disampaikan dalam buku Panduan Pengenalan Lapangan Kebumian ini meliputi:

1. Keadaan umum daerah Parangtritis dan sekitarnya serta potensi daerah
2. Peralatan dan perlengkapan lapangan
3. Identifikasi dan pemanfaatan komoditas
4. Uji kuantitas dan kualitas air
5. Pengambilan sampel komoditas

1.4. Manfaat

Manfaat yang diharapkan kepada mahasiswa Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta dalam mengikuti Praktik Pengenalan Lapangan Kebumian adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa dapat mengenali dan memahami fenomena geologi khususnya di daerah Parangtritis dan sekitarnya.
2. Mahasiswa mendapatkan gambaran umum mengenai profesi *engineer* pertambangan serta menunjang kemampuan mahasiswa dalam memahami mata kuliah bidang keahlian utama.
3. Mahasiswa dapat mengenali dan memahami jenis peralatan lapangan serta cara pengoperasian peralatan.

BAB II

KEADAAN UMUM DAERAH PARANGTRITIS

(Ir. Ketut Gunawan, M.T., Ir. Kresno, M.M., M.Sc., Ir. Dwi Poetranto, M.T., Dr. Edy Nursanto, S.T., M.T.)

2.1. Tinjauan Umum

Daerah Parangtritis secara astronomis terletak di Lintang Selatan dan Bujur Timur dengan koordinat tepatnya pada $7^{\circ} 59' 27'' - 8^{\circ} 2' 29''$ dan $110^{\circ} 16' 47'' - 110^{\circ} 22' 21''$. Daerah ini berada di Pantai Selatan Pulau Jawa yang berjarak ± 27 Km dari pusat kota Yogyakarta dan berhadapan langsung dengan Samudera Indonesia. Secara administratif daerah ini masuk ke dalam Wilayah Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

2.2. Kondisi Geologi

Secara geologis, daerah Parangtritis terletak di zona Pegunungan Sewu Jawa Tengah dan zona dataran aluvial pantai (Van Bemmelen, 1949). Peta geologi lembar Yogyakarta dapat dilihat pada **Gambar II-1**. Secara fisiografik, daerah Parangtritis terletak di zona Plato Selatan Jawa Tengah yang berupa pegunungan Karst yang dibatasi oleh jalur Batuagung. Di sekitar muara Kali Opak merupakan dataran aluvial pantai (Pennekoek, 1949). Di bagian utara terdapat patahan yang mengarah ke barat daya – timur laut. Sedangkan di selatan mengarah ke utara mengikuti arah sungai dan patahan tersebut merupakan sesar geser.

2.2.1. Geomorfologi

Daerah Parangtritis terdiri dari beberapa unit geomorfik. Pada bagian timur berupa lereng barat Pengungan Baturagung (*Baturagung Ranges*). Bagian barat merupakan bekas laguna. Bagian selatan merupakan gumuk pasir yang berbatasan dengan Samudera Indonesia. Bagian barat dan selatan merupakan daerah dataran aluvial pantai (*coastal alluvial plain*) yang tersusun oleh endapan sungai (*fluvial deposit*) dan endapan laut (*marine deposit*). Endapan fluvial menempati bagian utara sedangkan endapan laut menempati bagian selatan. Dengan kata lain daerah Parangtritis disebut daerah *fluvio-marine*. Daerah terendah berada pada permukaan air laut sedangkan daerah tertinggi pada *fluvio-marine* berada pada daerah gumuk pasir dengan ketinggian ± 15 meter dari permukaan air laut (mdpl).

Pantai parangtritis dibatasi oleh dinding patahan (*horst*) sebagai tembok penahan aliran air tanah. Dinding patahan tersebut adalah dinding patahan Perbukitan Baturagung di bagian timur dan dinding patahan Perbukitan Menoreh di bagian barat. Perbukitan Baturagung inilah yang membantu proses terbentuknya gumuk pasir di daerah Parangtritis. Angin dari arah tenggara terhalang oleh Pegunungan Baturagung sehingga pasir terakumulasi dan bergeser ke tengah sehingga di bagian timur terbentuk gumuk pasir. Perbukitan Baturagung sendiri merupakan bentuk lahan dari proses strukturisasi yang secara genesis merupakan dataran tinggi (*plato*) selatan Pulau Jawa yang telah mengalami pengangkatan dan patahan. Perbukitan structural ini terbentuk oleh proses diatropisme yang berupa sesar bertingkat.

2.2.2. Stratigrafi

Stratigrafi daerah Parangtritis dan sekitarnya tersusun oleh batuan Tersier yang terdiri dari batuan sedimen klastik vulkanik, batuan gunungapi, dan batuan sedimen klastik karbonatan serta endapan permukaan yang berumur Kuartar. Daerah Parangtritis berada pada tiga buah formasi geologi yaitu Formasi Nglanggran, Formasi Oyo dan Formasi Wonosari.

2.2.2.1. Batuan Sedimen Klastik Vulkanik

Batuan sedimen klastik-tufa (Tomt), terdiri dari batuan klastik vulkanik berbutiran abu hingga lapilli, tidak bersifat gampingan, dan tidak terdapat fosil. Ketebalan perlapisan tufa tersingkap di daerah Sinder mencapai 75 meter. Satuan tufa merupakan material kedap air dengan permeabilitas primer yang sangat kecil.

2.2.2.2. Batuan Gunungapi

Batuan gunungapi tersier terdiri dari satuan breksi-andesit (Tomb), satuan andesit (Toma), satuan lava parangkusumo (Tmlp). Breksi-andesit pada umumnya diselingi oleh aliran lava bersusunan andesitan yang mempunyai struktur lempeng yang telah terlapukkan dan terubahkan dengan ditemukan mineral klorit dan serisit.

Satuan andesit berupa lava berwarna hitam, kelabu, kehijauan serta memperlihatkan kekar tiang terubahkan dengan ditemukan mineral klorit. Satuan lava parangkusumo merupakan lava basal yang memiliki kekar dari struktur aliran lava dan diselingi retas andesit hornblende berstruktur kekar lempeng. Batuan satuan lava parangkusumo terubahkan dengan adanya mineral klorit dan kalsit. Batuan ini dapat ditemukan tersingkap di daerah situs Parangkusumo. Selingan lava andesit-hornblende, merupakan indikasi parameter pembentukan sumber panas daerah panas bumi Parangtritis.

2.2.2.3. Batuan Sedimen Klastik Karbonat

Batuan sedimen klastik-karbonat terdiri dari batugamping terumbu (Tmlc) dan batugamping pasiran (Tmls).

2.2.2.4. Endapan Permukaan

Endapan permukaan dapat disebut sebagai satuan alluvium (Qa). Endapan ini terdiri dari lempung hingga kerakal hasil rombakan pelapukan dan pencucian batuan di sekitarnya serta endapan pantai. Endapan pantai terdiri dari pasir berukuran halus hingga kasar yang membentuk gump pasir sepanjang pesisir pantai Parangtritis hingga pantai Depok.

2.2.3. Struktur Geologi

Struktur geologi di daerah Parangtritis Sebagian besar berkaitan dengan gejala tektonik yang pernah berlangsung pada *Java Trench* dan pembentukan sistem pegunungan di selatan Jawa. Bentuk struktur yang dapat di daerah Parangtritis berupa sesar normal (sesar Bantul, Bambang Lipuro, dan Mudal), sesar mendatar (sesar Parangkusumo, Soka, Nambangan, dan Siluk), ketidakselarasan (*unconformity*) dan retakan (*fracturing*). Arah umum sesar memiliki arah tenggara – barat laut yaitu pada $N 275^{\circ} W$ – $N 310^{\circ} W$ dan arah timur laut – barat daya yang berkisar antara $N 20^{\circ} W$ hingga $N 50^{\circ} W$.

2.3. Fenomena Geologi Daerah Parangtritis

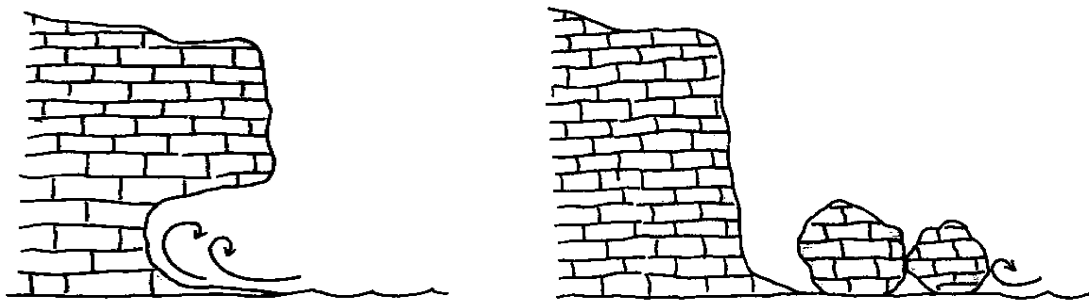
2.3.1. Pantai Curam

Fenomena pantai curam terdapat di sekitar pantai Parangendog (**Gambar II-2**) yang merupakan pantai tipe konkordan, Pantai konkordan adalah pantai yang berdinding curam serta dinding curam yang memiliki arah sejajar dengan poros dari pegunungan maupun garis pantai, Oleh karena itu, daerah pantai curam memiliki garis pantai yang lurus.



Gambar II-2. Kenampakan Pantai Parangendog

Pantai konkordan tersebut akibat adanya pukulan ombak yang berkelanjutan pada bagian bawah dinding tebing. Hal tersebut mengakibatkan pada bagian bawah mengamali abrasi yang membentuk tenggorokan pantai. Akibat adanya abrasi, terbentuk batuan yang menggantung pada dinding pantai tersebut dan akhirnya runtuh akibat gaya gravitasi membentuk *boulder* dan tersebar di sekitar dinding tebing. Di lokasi pantai Parangendog sekitar daerah Randu Alas terdapat bidang patahan (*fault*) yang memanjang dari utara – selatan.



(a). Proses abrasi pada dinding tebing

(b). Terbentuknya Boulder

Gambar II-3. Proses Pembentukan Pantai Diskordan

2.3.2. Pantai Landai

Daerah pantai landai berada di sebelah barat dari pantai Parangendog. Pantai landai di daerah Parangtritis merupakan sebuah teluk yang menjorok ke daratan. Hal ini dapat terlihat dengan adanya bekas pukulan ombak di lereng pegunungan di sebelah utara. Pantai ini mengalami kemajuan seiring dengan penambahan volume pasir yang terbawa dari Gunung Merapi melalui Sungai Opak.

Daerah pantai landau adalah pantai Parangtritis hingga pantai Depok. Pantai Parangtritis memiliki panjang sekitar 2 Km dan lebar sekitar 300 meter. Material pasir yang diangkut oleh Sungai Opak ke laut bersifat sementara karena adanya gelombang ombak laut yang kuat (*riptide*) sehingga material pasir tersebut dihempaskan kembali ke daerah pantai. Di daerah pantai landai terdapat beberapa fenomena geologi seperti: gump pasir, stadia sungai, sumber air panas, singkapan andesit, dan pelapukan.

2.3.2.1. Gump Pasir

Gump pasir (*sand dunes*) merupakan fenomena geologi yang hanya dapat ditemui di dua tempat di Indonesia yaitu di Gunung Bromo dan Parangtritis. Karakteristik umum terbentuknya daerah gump pasir adalah sebagai berikut:

- a. Adanya dataran landai yang cukup luas
- b. Adnya angin yang bertiup secara stabil dengan arah yang tetap
- c. Adanya persediaan material pasir yang banyak
- d. Adanya penyinaran matahari yang terus menerus

Disamping ke empat syarat tersebut ada karakteristik tambahan yaitu keberadaan vegetasi khusus di daerah gump pasir. Vegetasi yang umum dijumpai di daerah gump pasir berupa rumput, semak, dan tumbuhan litoral (Polunin, 1990). Spesies vegetasi yang dapat dijumpai di daerah gump pasir Parangtritis adalah sebagai berikut:

- a. *Spinifex litoterus*
- b. *Ipomoea pescaprae*
- c. *Palmae*
- d. *Pandanus*
- e. *Calanthropus giganteae*



(a) *Spinifex Litorus*



(b) *Ipamoa Pescaprae*



(c) *Palmae*



(d) *Pandanus*



(e) *Colanthropus Giganteae*

Gambar II-4. Vegetasi Gumuk Pasir

Gumuk pasir terbagi menjadi dua jenis berdasarkan cara terbentuknya yaitu gumuk pasir fisis dan gumuk pasir organogen. Secara morfologi, gumuk pasir di daerah Parangtritis merupakan bentuk perbukitan dengan tinggi 10 – 15 mdpl. Ilustrasi tipe gumuk pasir dapat dilihat pada **Gambar II-5**.

1. Gumuk Pasir Fisis

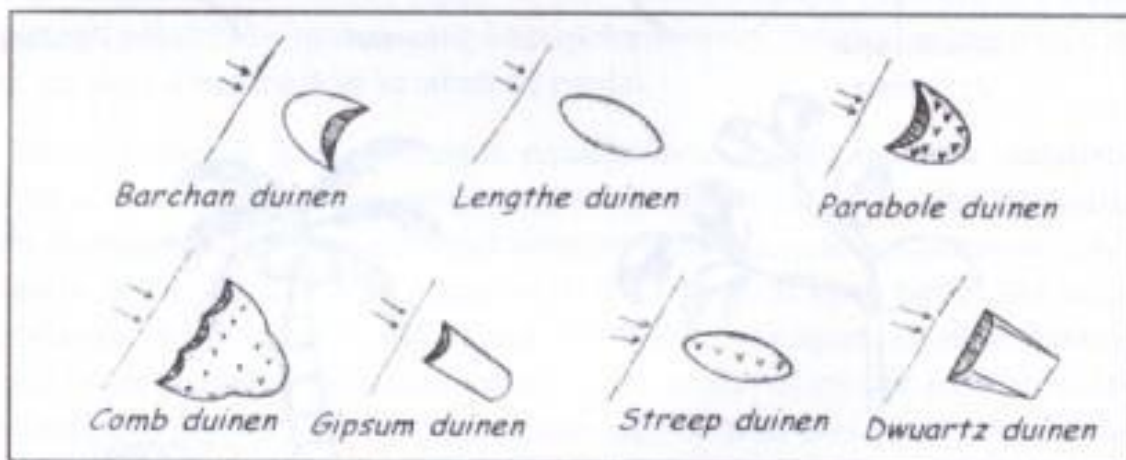
Gumuk pasir fisis adalah gumuk pasir yang pembentukannya sangat tergantung dari kekuatan angin dan dibantu oleh kelembaban udara. Gumuk pasir fisis pada umumnya tidak memiliki vegetasi. Tipe gumuk pasir fisis terbagi menjadi dua yaitu:

- *Barchanoid dunes* adalah gumuk pasir yang tidak bervegetasi, mempunyai lereng yang berhadapan dengan datangnya arah angin dan lereng sebaliknya lebih curam.
- *Longitudinal dunes* adalah gumuk pasir yang tidak bervegetasi dengan bentuk memanjang searah dengan datangnya angin. Gumuk pasir ini biasanya terbentuk di belakang gumuk pasir tipe *Barchanoid*.

2. Gumuk Pasir Organogen

Gumuk pasir organogen adalah gumuk pasir yang proses pembentukannya dibantu dengan keberadaan vegetasi. Tipe gumuk pasir organogen adalah sebagai berikut:

- *Parabolic dunes* adalah gumuk pasir dengan bentuk seperti tipe *Barchan duinen* dengan lereng yang searah dengan arah angin merupakan lereng curam dan sebaliknya lebih landau.
- *Comb dunes* adalah gumuk pasir yang mirip dengan tipe *Parabole duinen* dan berbentuk berjajar dan berhimpit menjadi satu kesatuan hingga menyerupai sisir (*comb*).
- *Streep dunes* adalah gumuk pasir yang mirip dengan tipe *Lengthe duinen* hanya saja memiliki vegetasi.
- *Dwuartz duinen* adalah gumuk pasir yang memiliki bentuk melintang dengan arah datangnya angin (sejajar dengan garis pantai) sehingga menyerupai tanggul dari pantai tersebut.



Keterangan: → arah angin ✓ vegetasi

Gambar II-5. Tipe Gumuk Pasir

Gumuk pasir di daerah Parangtritis terbentuk akibat adanya perbedaan pasang surut serta penyinaran matahari. Material pasir yang terbawa dari Sungai Opak menuju ke laut selatan mengalami pengeringan sehingga mudah untuk terbawa oleh angin. Pasir yang memiliki ukuran material besar dan bobot isi berat akan diendapkan dekat dengan laut. Sedangkan pasir dengan ukuran material kecil dan bobot isi ringan akan diendapkan lebih dekat dengan daratan. Hasil kerjasama dari proses tersebut membentuk suatu gelembur gelombang (*ripple mark*) yang menyebabkan terbentuknya gumuk pasir. *Ripple mark* merupakan bentuk mula dari gumuk pasir sehingga apabila ditemukan *ripple mark* dapat diperkirakan arah angin. Pasir yang berada di area gumuk pasir tidak hanya berasal dari Gunung Merapi tetapi juga berasal dari pegunungan gamping di sebelah timur pantai Parangtritis. Hal tersebut ditunjukkan dengan adanya perbedaan warna dari pasir yang ada di wilayah gumuk pasir.



Gambar II-6. Gumuk Pasir Parangtritis

Gumuk pasir di Parangtritis memiliki laguna dimana pada area – area tertentu terdapat genangan air. Genangan air tersebut terjadi akibat siklus hidrologi dan adanya lapisan kedap air (lapisan impermeable) yang berada di bawah permukaan gumuk pasir secara setempat. Lapisan *impermeable* tersebut pada umumnya berupa lempung. Dengan adanya lempung

tersebut, air yang seharusnya dapat lolos ke dalam lapisan pasir (terinfiltrasi) tidak dapat mengalir secara sempurna. Air permukaan yang muncul akibat adanya siklus hidrologi berupa hujan terjebak di atas lapisan lempung sehingga terbentuk suatu laguna.



Gambar II-7. Air Permukaan Di Area Gumuk Pasir

2.3.2.2. Stadia Sungai

Stadia sungai adalah derajat atau tingkat erosi pada suatu tempat dan waktu tertentu. Stadia sungai pada umumnya ditafsirkan dari bentuk morfologi, pola aliran, dan ciri – ciri lainnya. Berdasarkan Lobeck (1939) stadia sungai terbagi menjadi 3 yaitu stadia muda, stadia dewasa, dan stadia tua. Karakteristik masing – masing tipe stadia sungai tersebut adalah sebagai berikut:

a. Sungai stadia muda

Sungai stadia muda memiliki ciri – ciri sebagai berikut:

- Gradien sungai curam
- Arus sungai deras
- Memiliki lembah curam berbentuk “V”
- Erosi vertikal lebih kuat dibandingkan erosi horizontal
- Adnya air terjun

Muda



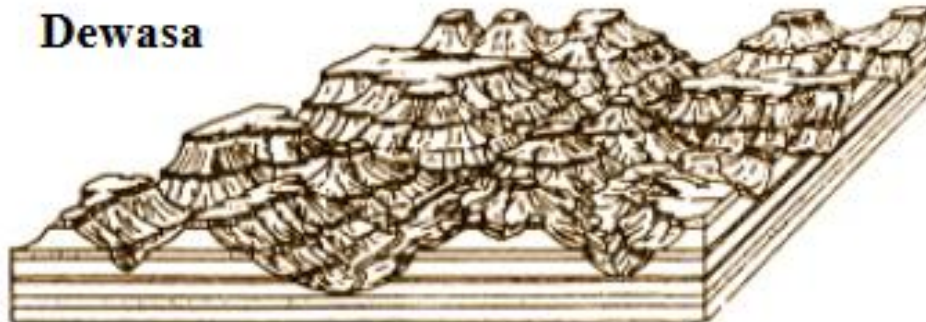
Gambar II-8. Sungai Stadia Muda

b. Sungai stadia dewasa

Sungai stadia dewasa memiliki ciri – ciri sebagai berikut:

- Gradien sungai landau
- Aliran sungai berbelok – belok
- Tidak dijumpai adanya air terjun di sepanjang aliran sungai
- Erosi vertikal seimbang dengan erosi horizontal
- Lembah sungai berbentuk “U”

Dewasa



Gambar II-9. Sungai Stadia Dewasa

c. Sungai stadia tua

Sungai stadia tua memiliki ciri – ciri sebagai berikut:

- Erosi horizontal lebih kuat dibandingkan erosi vertikal
- Lembah sungai lebar
- Sungai berbelok dan menghasilkan endapan di sisi samping sungai dengan litologi seragam
- Arus sungai tidak kuat

Tua

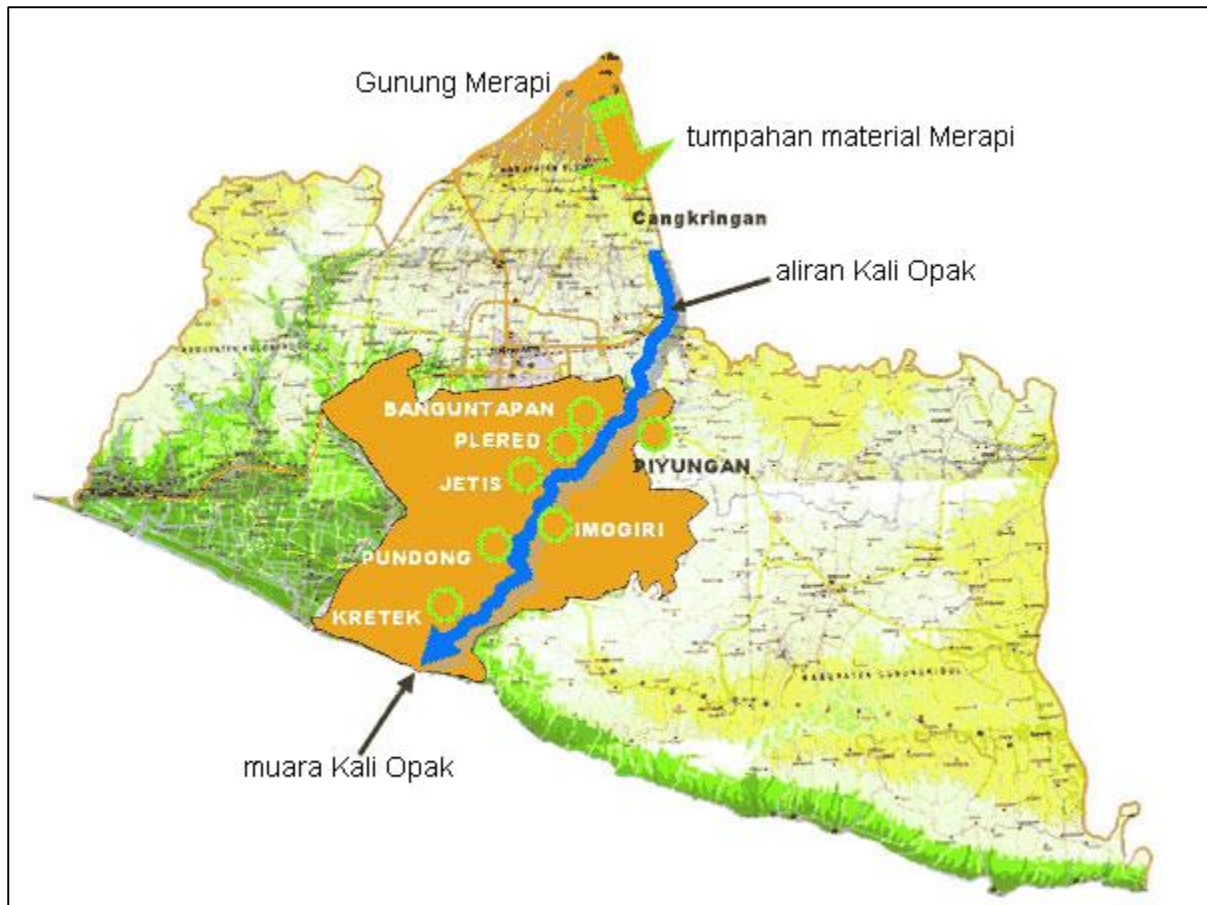


Gambar II–10. Sungai Stadia Tua

Sungai Opak termasuk dalam sungai stadia tua dengan muara bergeser dari timur ke arah barat. Hal ini terjadi karena adanya arah angin yang bertiup dari arah tenggara (angin pasad tenggara). Selain itu, gumuk pasir juga disinyalir sebagai penghalang aliran sungai.



Gambar II–11. Sungai Opak

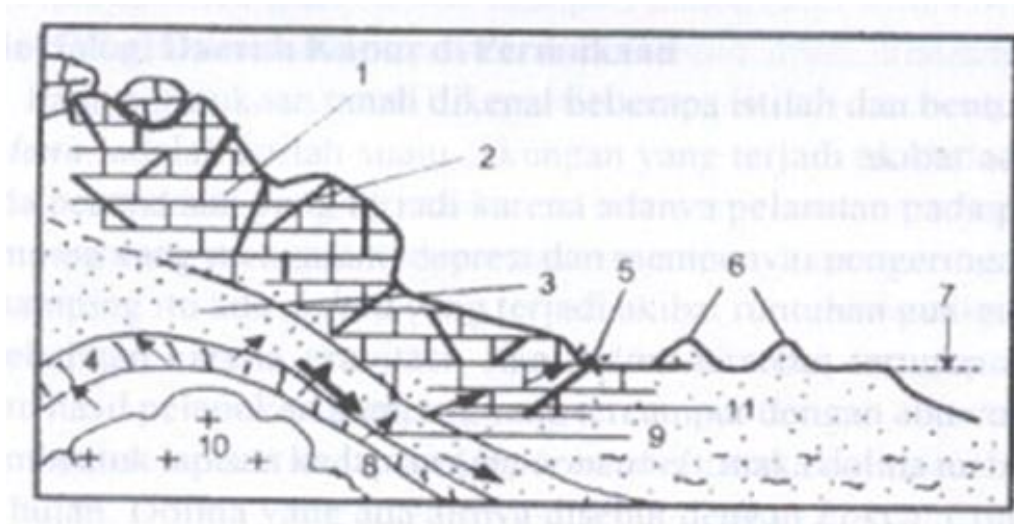


Gambar II–12. Jalur Aliran Sungai Opak

2.3.2.3. Air Panas Parangwedang

Parangwedang merupakan daerah di Parangtritis yang memiliki manifestasi panas bumi. Parangwedang merupakan sumber wisata pemandaian air panas. Sumber air panas di Parangwedang disebabkan adanya air panas yang keluar dari dalam bumi. Hal ini terjadi karena dua hal yaitu:

1. Pengaruh *geothermal gradient* dimana setiap turun ke dalam bumi 100 meter temperatur mengalami kenaikan 3,3°C.
2. Gejala *post-volcanic* yaitu hasil kegiatan gunung api yang sudah tidak aktif lagi.



Keterangan:

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Perbukitan Batugamping | 5. Mata air panas | 9. Radiasi panas dari batuan sumber |
| 2. Diaklas | 6. Gumuk pasir | |
| 3. Lapisan akuifer | 7. Permukaan air laut | 10. Batholit (batuan sumber panas) |
| 4. Lapisan kedap air | 8. Zona metamorfosa kontak | 11. Aliran airtanah |

Gambar II-13. Ilustrasi Mata Air Panas Parangwedang

Menurut Hochstein (1976) terbentuknya air panas di Parangwedang adalah sebagai berikut:

1. Batholit sebagai sumber air panas mengeluarkan radiasi panas hingga mencapai zona metamorfosa kontak
2. Air panas dari dalam permukaan bumi menuju ke arah lapisan akuifer pada formasi batugamping. Terjadi pencampuran suhu dari air panas dalam dengan air pada lapisan akuifer batugamping.
3. Air panas keluar melalui rekahan (*fractures*) membawa mineral berupa belerang (sulfida).

Mata air panas (MAP) di Parangwedang berada di elevasi 8 mpdl dengan suhu 43°C dan keasaman (pH) sebesar 7,5 – 7,7. Pada kolam air panas di Parangwedang muncul gelembung gas dan endapan algae berwarna hijau kehitaman.



Gambar II-14. Sumber Air Panas Parangwedang

2.3.2.4. Batu Andesit Parangkusumo

Di daerah Parangkusumo terdapat batuan beku andesit yang merupakan batuan beku luar. Batuan andesit tersebut memiliki banyak rekahan (*fractures*) dan diskontinuitas (*discontinuity*) yang disebabkan oleh hal – hal sebagai berikut:

1. Batuan andesit merupakan batuan beku luar hasil dari pembekuan magma. Terjadi penurunan tekanan dan temperature secara cepat yang tidak diimbangi dengan proses pembekuan batuan. Hal ini mengakibatkan retakan.
2. Batuan andesit yang tersingkap mengalami pemuaihan dan penyusutan akibat dari sinar matahari dan hujan. Pada saat proses berlangsung, mineral – mineral di dalam batuan andesit tidak selalu sama sehingga menyebabkan retakan.
3. Adanya batuan lain yang terendapkan di atas lapisan batuan andesit. Batuan andesit tersebut menahan beban setebal kedalaman batuan di atas lapisan tersebut. Batuan andesit yang telah tersingkap karena erosi tersebut mengalami kehilangan beban dan mengalami retakan.



Gambar II–15. Andesit Parangkusumo

2.3.2.5. Pelapukan

Pelapukan (*weathering*) adalah proses pemecahan (*disintegration*) dan pelarutan (*decomposition*) material yang berada di permukaan bumi karena adanya kontak dengan udara dan kondisi lembab serta dibantu oleh tanaman dan binatang (Giluly, Waters, & Woodford, 1958). Proses pelapukan terbagi menjadi tiga yaitu proses pelapukan fisika dan kimia.

1. Pelapukan Fisik/Mekanik

Pelapukan fisik/mekanik adalah proses pelapukan yang dapat memecah suatu batuan menjadi bagian – bagian kecil tanpa mengubah komposisi mineralnya. Jenis pelapukan fisik/mekanik yang umum terjadi di alam adalah sebagai berikut (Giluly, Waters, & Woodford, 1958):

a. *Salt Crystallization* (Kristalisasi Garam)

Batuan dengan mineral garam mengalami kontak dengan air dimana air tersebut dapat masuk dan keluar melalui retakan/rekahan pada batuan tersebut. Air yang menguap akan membentuk kristal garam yang seiring dengan berjalannya waktu, kristal garam tersebut dapat membesar dan memecah batuan. Kristalisasi garam pada umumnya terjadi di daerah gurun yang sangat panas dan pinggir pantai yang terkena air laut. Hal ini karena adanya proses kapiler dimana penarikan air dari bawah tanah ke permukaan tanah.



Gambar II-16. Kristalisasi Garam

b. *Stress Release* (Pelepasan Tekanan)

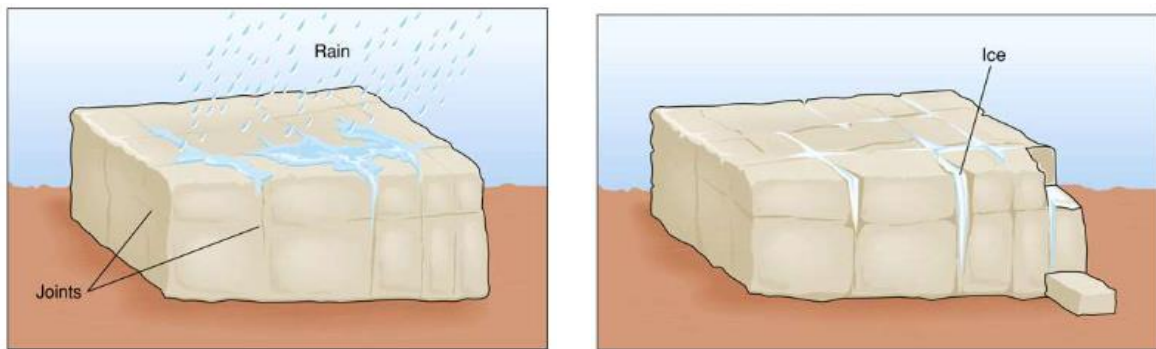
Batuan pada umumnya terbentuk akibat adanya tekanan dan temperatur di dalam permukaan bumi. Tekanan yang tinggi mengakibatkan batuan menjadi kompak dan kuat. Apabila tekanan tersebut hilang, maka kekuatan batuan akan menurun dan menghasilkan retakan (*fracture*) pada batuan yang dapat dimasuki oleh unsur lain (pada umumnya air). Retakan yang terjadi dapat membagi batuan menjadi lapisan atau lembaran (*sheet*) yang membuat permukaan luar batuan terkelupas secara perlahan. Proses ini menjadi proses penyebab utama dalam pembentukan kubah batuan yang dikenal *exfoliation dome*.



Gambar II-17. Ilustrasi *Exfoliation Dome* pada Batu Granit

c. *Hydrofracturing/Frost Shattering* (Pelapukan Es)

Pelapukan akibat adanya air yang membeku di dalam batuan. Air pada umumnya tersimpan pada pori dan/atau rekahan batuan. Air tersebut akan meningkat volumenya sekitar 5 – 10% apabila membeku dan menjadi es. Ketika ada perubahan temperatur yang berkelanjutan secara terus menerus, perubahan air menjadi es dan sebaliknya akan memicu pemecahan batuan yang ditempatinya. Proses ini tergantung dari keberadaan pori, keberadaan air/cairan dalam rekahan dan/atau pori, temperatur dan jangka waktu proses.



Gambar II–18. Ilustrasi *Frost Shattering*

d. *Insolation Weathering* (Ekspansi Termal)

Batuan yang terbentuk di dalam bumi mengalami ekspansi apabila dipanaskan dan kontraksi apabila didinginkan. Lapisan luar batuan pada umumnya terpapar langsung dengan lingkungan luar akan mengalami ekspansi dan kontraksi secara terus menerus akibat adanya perbedaan suhu. Proses tersebut terjadi lebih cepat pada lapisan luar batuan dibandingkan lapisan dalam. Oleh karena itu, lapisan luar akan mengalami pengelupasan seperti lapisan bawang bombay dimana fenomena ini dikenal sebagai eksfoliasi (*exfoliation*)



Gambar II–19. Pelapukan Eksfoliasi

e. *Organic Fracturing*

Pelapukan terjadi akibat pengaruh dari unsur – unsur organik seperti tumbuhan dan hewan. Tumbuhan dan hewan melakukan aktivitas fisik yang dapat memperlemah hingga menghancurkan batuan. Sebagai contoh, batuan yang ditumbuhi lumut karena lembab seiring dengan waktu akan melemah dan pecah.



Gambar II–20. Ilustrasi *Root Wedging*

2. Pelapukan Kimia

Pelapukan kimia pada umumnya terjadi akibat adanya pengurangan maupun penambahan unsur kimia pada batuan. Secara umum terbagi menjadi tiga yaitu *dissolution*, *hydrolysis*, dan *oxidation*. Pada umumnya agen pelapukan secara kimiawi adalah air. Hal ini karena air dapat mengisi pori dan/atau rekahan pada batuan serta membawa ion yang dapat berreaksi dengan senyawa mineral pada batuan.

a. *Dissolution*

Merupakan proses pelarutan ion – ion yang dapat larut seperti Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , dan SiO_2 yang dapat digantikan oleh senyawa asam seperti H_2CO_3 , H_2SO_4 , HNO_3 dan HCl .

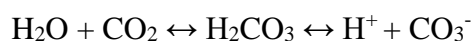
b. *Hydrolysis*

Merupakan proses penambahan air sebagaimana penambahan ion hidroksil (OH^-). Pada umumnya air mengalami perkolasi dan tersalurkan pada mineral *clay* dan membentuk *olivine*, *augite*, *hornblende*, dan *feldspars*.

c. Oxidation

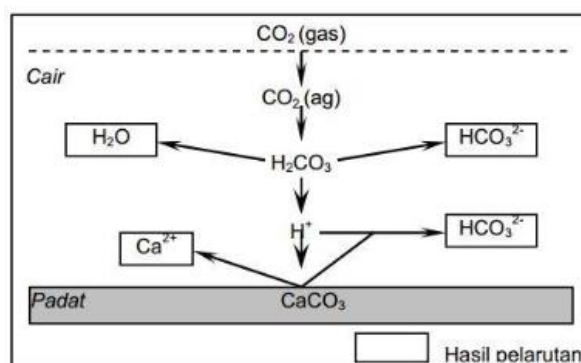
Merupakan proses penambahan oksigen. Sebagai contoh penambahan oksigen pada batuan yang memiliki ion besi akan membentuk hematit (pada daerah kering) dan limonit (pada daerah basah).

Reaksi kimia juga dapat mengakibatkan perubahan (transformasi) batuan. Sebagai contoh pada batugamping yang mengalami perkolasi pada mineral anhidrit (CaSO_4) dapat berubah menjadi gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Pada umumnya reaksi kimia memerlukan suatu agen yang disebut agen alterasi berupa karbon dioksida (CO_2). Karbon dioksida yang terlarut dalam air akan membentuk asam karbonat (H_2CO_3). Reaksi kimia tersebut dapat menyebabkan pelapukan pada batuan beku.



2.3.3. Karst

Daerah Parangtritis merupakan daerah yang didominasi oleh batugamping sebagai batuan dasar. Oleh karena itu, fenomena geologi berupa karst juga terdapat di daerah Parangtritis. Karst merupakan istilah Bahasa Jerman yang memiliki arti lahan gersang berbatu (Adji dkk, 1999 dan Haryono, 2009). Menurut Ford dan Williams (1989), daerah karst adalah suatu medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang dengan baik. Karst secara umum adalah suatu bentang alam yang secara khusus berkembang pada batuan karbonat yang terbentuknya dipengaruhi oleh proses pelarutan yang sangat tinggi dibandingkan dengan batuan lainnya (Summerfield, 1991).



Sumber: Trudgil (1985) dalam Haryono dan Adji (2004)

Gambar II-21. Skema Pelarutan Batugamping

Proses pelarutan tersebut dinamakan karstifikasi. Proses pelarutan batugamping diawali oleh larutnya CO_2 di dalam air hingga membentuk H_2CO_3 . Larutan H_2CO_3 yang tidak stabil terurai menjadi H^+ dan CO_3^- . Skema proses karstifikasi dapat dilihat pada **Gambar II-21**. Ciri umum daerah karst adalah sebagai berikut:

1. Terdapat sejumlah cekungan (*deprest*) dengan bentuk dan ukuran yang bervariasi. Cekungan tersebut dapat digenangi dan/atau tidak digenangi air dengan kedalaman dan jarak yang berbeda.
2. Terdapat bukit – bukit kecil dalam jumlah banyak yang merupakan sisi erosi akibat pelapukan kimia batugamping.
3. Sungai – sungai tidak mengalami perkembangan permukaan. Sungai umumnya terputus, dapat hilang ke dalam tanah dan dapat muncul kembali dari dalam tanah.
4. Terdapat sungai – sungai di bawah permukaan.
5. Terdapat gua – gua kapur di bawah permukaan dan pada permukaan.
6. Terdapat endapan sedimen lumpur berwarna merah (*terrарosa*) yang merupakan endapan residual dari pelapukan batugamping.
7. Terdapat permukaan yang terbuka dengan kenampakan kasar, pecah/berlubang, dan/atau runcing (*lapies*)

Kawasan karst telah diatur dalam Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Nomor 7 Tahun 2012 tentang Penetapan Kawasan Bentang Alam Karst. Pada peraturan tersebut disebutkan bahwa terdapat dua bentuk kawasan bentang alam karst yaitu bentuk eksokarst dan bentuk endokarst.

2.3.3.1. Kawasan Eksokarst

Kawasan eksokarst adalah kawasan karst di bagian permukaan. Pada kawasan karst permukaan terdapat beberapa fenomena geologi yaitu sebagai berikut:

- a. Mata air permanen

Merupakan mata air yang selalu mengalir sepanjang tahun.

- b. Dolina

Merupakan daerah lekukan tertutup di permukaan akibat proses pelarutan dan peruntuhan yang memiliki ukuran bervariasi dengan kedalaman antara 2 – 100 meter dan diameter antara 10 – 1000 meter. Apabila dolina tersebut tertutup oleh *terrарosa* yang merupakan hasil pelapukan batugamping yang tercampur dengan abu vulkanis, maka dolina tersebut

dapat menampung air. Hal ini karena endapat *terrarosa* merupakan lapisan kedap air. Dolina yang memiliki air disebut *lokva*, dapat ditemukan di Telaga Grengseng, Kedung Wuni, Sambirejo.

c. Uvala

Merupakan gabungan dari 2 (dua) atau lebih dari dolina. Uvala juga dapat memiliki genangan air dan masih disebut sebagai telaga.

d. Polje

Merupakan gabungan dari 2 (dua) atau lebih dari uvala.

e. Telaga

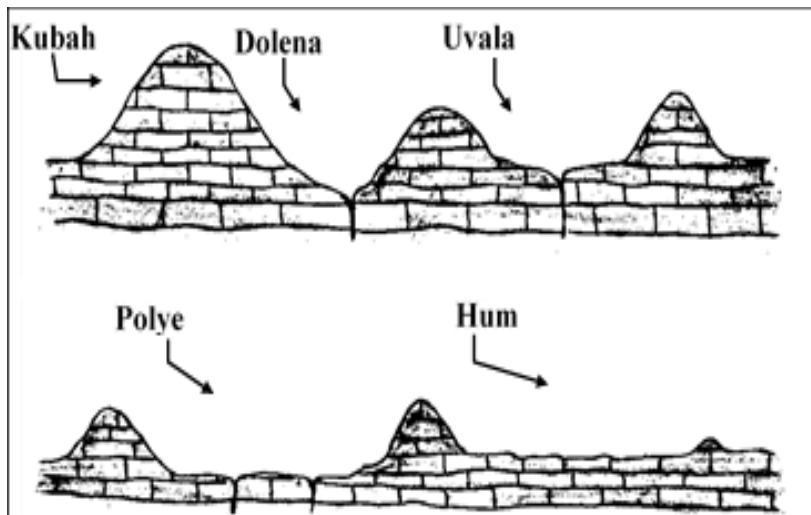
Merupakan daerah uvala dan/atau polje yang tergenang air.

f. Travertyn

Travertyn adalah pengendapan dari kristal kalsit yang terjadi di luar dalam bentuk tanggul (*drempel*). Air larutan $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ yang jatuh mengakibatkan CO_2 memercu terus menguap dan airnya keluar.

g. Bukit karst

Merupakan bukit dengan bentuk kerucut (*conical*), membulat (*sinusoid*), menara (*tower*), meja (*table*) dan bentukan lainnya. Bukit karst yang dapat dijumpai di daerah Parangtritis adalah berbentuk kubah kapur dengan ketinggian 100 – 200 mdpl dengan lereng lurus dan cembung. Pada area *plateau* pegunungan dengan luas $\pm 1.300 \text{ Km}^2$ terdapat kubah kapur sekitar 40.000 buah. Penyebaran kubah kapur tersebut ada yang merupakan inti *biocherm* dimana pada daerah tersebut mengalami penurunan dan kenaikan beberapa kali. Hal ini dibuktikan dengan adanya lapisan tufa (*tuff*) yang berseling dengan batugamping.



Gambar II-22. Ilustrasi Kawasan Eksokarst

2.3.3.2. Kawasan Endokarst

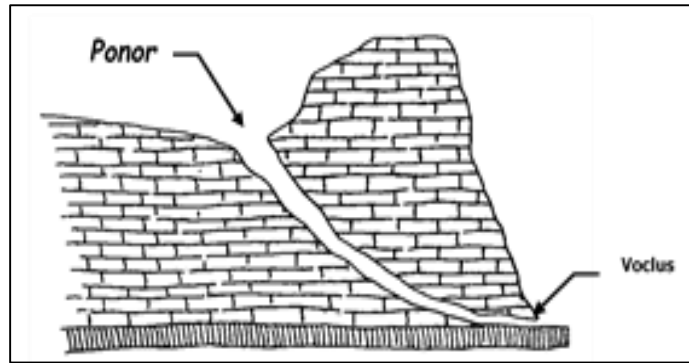
Kawasan endokarst adalah kawasan karst bawah permukaan. Pada kawasan karst bawah permukaan terdapat fenomena geologi sebagai berikut:

a. Sungai bawah tanah

Sungai bawah tanah adalah sungai yang mengalir di bawah permukaan tanah. Sungai bawah tanah di daerah karst terbentuk dari proses sebagai berikut:

- Adanya hujan yang menyebabkan air masuk ke dalam diaklas sampai ke lapisan kedap air.
- Air yang telah masuk banyak selalu mencari jalan keluar dengan menerobos daerah lunak/lemah dan terbentuk sungai di bawah tanah.

Jalan masuk air disebut sebagai *ponor* sedangkan jalan keluar air disebut *voclus* (**Gambar II-23**). Fenomena sungai bawah tanah ini dapat dilihat di situs Sendang Beji (**Gambar II-24**).



Gambar II–23. Ilustrasi Terbentuknya Sungai Bawah Tanah



Gambar II–24. Sendang Beji

b. Speleoterm

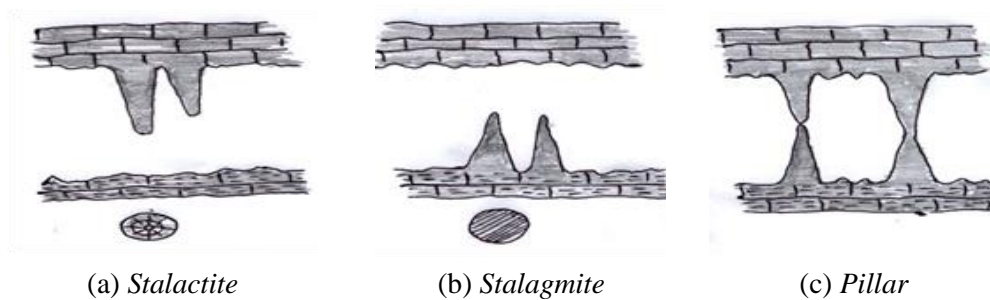
Merupakan bentukan hasil pelarutan kalsium karbonat (CaCO_3) yang menghiasi bagian dalam gua seperti stalactite, stalagmite, pilar, dan *flowstone*. Terbentuknya *stalactite* dan *stalagmite* yang merupakan batuan tetesan akibat adanya hal – hal sebagai berikut:

- Terdapat lapisan kapur yang cukup tebal dan memiliki diaklas
- Terdapat gua kapur atau sungai bawah tanah dengan kelembaban tinggi sehingga memungkinkan rekristalisasi dari tetesan kapur tersebut.
- Terdapat hutan di daerah kapur yang merupakan daerah sumber humus penghasil CO_2 yang bersama dengan air hujan meresap dan melarutkan gamping dengan reaksi sebagai berikut:



Reaksi tersebut merupakan reaksi bolak balik sehingga memungkinkan CaCO_3 kembali dengan urutan terjadinya adalah sebagai berikut:

- Atap gua yang memiliki diaklas merupakan pipa utama sebagai jalan masuk hasil pelarutan. Hasil pelarutan ini setelah sampai pada gua akan mengkristal kembali dalam bentuk mineral kalsit dengan dinding tipis dan jernih. Diameter pipa pada umumnya antara 3 – 5 mm.
- Apabila pipa tersebut tersumbat oleh kristal kalsit maka terjadi pembentukan cabang.
- Apabila pipa utama dan cabang telah tersumbat oleh kristal kalsit maka penebalan dinding akan terjadi bersamaan dengan terbentuknya *stalactite*.
- Hasil tetesan yang mengandung kapur bisa terendapkan di dasar gua dengan mengalami proses yang mirip sehingga terbentuk *stalagmite*.
- Dalam pertumbuhan *stalactite* dan *stalagmite* dapat menjadi satu dan hal ini disebut sebagai *pillar*.



Gambar II–25. *Stalactite*, *Stalagmite*, dan *Pillar*

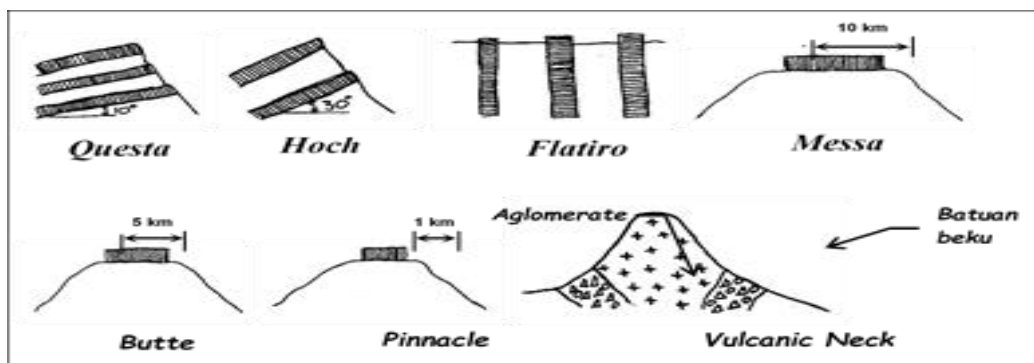


Gambar II–26. Kondisi Gua Karst

2.3.4. Denudasi

Denudasi adalah suatu proses pendataran relief atau pengupasan yang terjadi di permukaan bumi akibat erosi maupun longsor. Denudasi pada umumnya terjadi di daerah tropik dan menghasilkan bentuk – bentuk (**Gambar II–27**) sebagai berikut:

1. *Questa*; adalah tebing dengan kemiringan lapisan 10° yang terdiri dari lapisan batuan yang berselang antara batuan keras dan lunak. Lapisan batuan lunak biasanya adalah *clay* dan pasir. Lapisan batuan keras pada umumnya adalah breksi, batupasir, dan batukapur.
2. *Hoch-back*; adalah sama dengan *questa* dengan kemiringan lapisan batuan berselang.
3. *Flatiron*, termasuk sisa denudasi dengan kemiringan lapisan tegak lurus atau hampir tegak ($\pm 90^\circ$).
4. *Messa*, merupakan sisa denudasi yang memiliki lapisan batuan keras dengan kemiringan horizontal. Luasan *messa* dapat mencapai ratusan kilometer.
5. *Butte*, merupakan sisa denudasi yang mirip dengan *messa* dengan luasan sekitar 5 – 10 Km².



Gambar II–27. Bentuk Denudasi

BAB III

PERALATAN DAN PERLENGKAPAN LAPANGAN

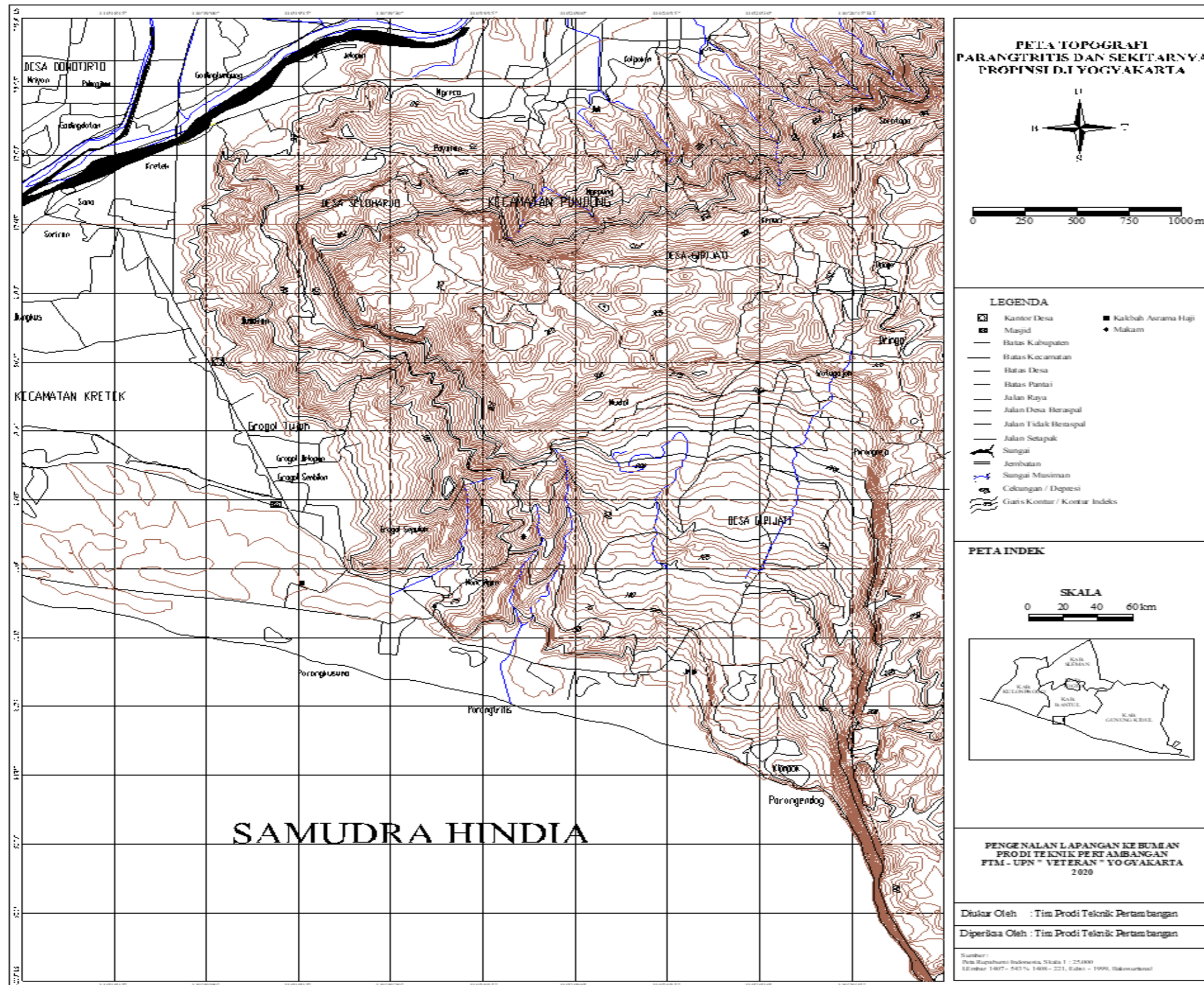
(Dr. Ir. Singgih Saptono, M.T., Dr. Ir. Barlian Dwinagara, M.T., Dr. Nurkhamim, S.T., M.T., Ir. Hartono, M.T.)

Peralatan dan perlengkapan yang diperlukan untuk kegiatan lapangan pada umumnya dan pada Praktik Lapangan Kebumihan ini adalah sebagai berikut:

1. Peta dasar
2. *Global Positioning System (GPS)*
3. Kompas geologi
4. Palu geologi
5. Kaca pembesar
6. Meteran
7. Larutan HCl
8. Plastik Sampel
9. Alat Tulis (Pensil, Busur derajat, penggaris)

3.1. Peta Dasar

Peta dasar yang digunakan dalam penyelidikan lapangan pada umumnya adalah peta topografi (peta rupa bumi) daerah penyelidikan. Skala peta yang digunakan pada umumnya 1 : 10.000 sampai dengan 1 : 50.000. Peta tersebut memuat unsur – unsur alami dan buatan manusia yang dinyatakan dengan garis kontur dengan interval tertentu. Pada kegiatan Praktik Lapangan Kebumihan ini peta dasar yang digunakan adalah peta topografi daerah Parangtritis dan sekitarnya dengan skala 1 : 12.500 (**Gambar III–1**). Peta topografi ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan observasi, mengetahui lokasi pengamatan dan stasiun pembelajaran.



Gambar III-1. Peta Topografi Daerah Parangtritis dan Sekitar

3.2. *Global Positioning System (GPS)*

Saat ini GPS telah diaplikasikan dalam berbagai bidang, seperti kepentingan militer, survei dan pemetaan, geodesi, geodinamika, navigasi dan transportasi, studi tropofir dan atmosfer, pertanian dan kehutanan, pertambangan dan *remote sensing*, GIS (*Geographic Information System*) dan olahraga rekreasi. Kekurangan utama teknologi GPS ialah tidak bisa digunakan ditempat-tempat dimana sinyal dari satelit GPS tidak dapat mencapai alat penerima GPS, misalnya dalam ruangan, di bawah air, hujan lebat dan lain-lain. Setelah mengenal sekilas tentang GPS, GPS dapat digunakan oleh siapa saja, dimana dan kapan saja tanpa tergantung cuaca dan waktu, dengan syarat pengguna GPS harus mempunyai Receiver GPS.

Receiver GPS merupakan alat atau perangkat yang digunakan untuk menerima dan menyimpan data yang dikirim oleh satelit GPS. Berdasarkan dari tingkat akurasi receiver GPS dibagi menjadi tiga tipe yaitu Tipe Navigasi, Tipe Mapping, dan Tipe Geodetik.

Tipe Navigasi atau Tipe Genggam (*handheld*) mempunyai tingkat akurasi antara 3 - 10 m dan menerima sinyal langsung dari satelit GPS. Walaupun tingkat akurasinya antara 3 - 10 m, tapi banyak yang memilih tipe ini untuk berbagai kegiatan ataupun usaha, karena bentuknya yang relatif mudah digenggam dan ringan, pengoperasiannya pun mudah serta harganya terjangkau.. Beberapa merk yang beredar di pasaran seperti : Garmin GPS V, Garmin GPS60, Garmin e Trex, Thales Mobile Mapper dan masih banyak lagi, tidak lupa handphone yang dilengkapi dengan GPS itu termasuk tipe navigasi.

Tipe Mapping (Pemetaan) mempunyai tingkat akurasi antara 1 - 3 m dan tipe mapping biasanya membutuhkan *base station* yang berfungsi untuk menerima sinyal satelit dan mengirimnya ke *receiver* GPS. Tipe ini biasa digunakan untuk survey dan pemetaan dan setelah di *download* ke komputer dapat dilakukan koreksi secara diferensial. Untuk tipe mapping yang pernah dilihat baru merk Trimble Pathfinder, yang kalau memakainya digendong seperti astronot di bulan, merk yang lain belum pernah melihat.

Tipe Geodetik merupakan tipe yang paling teliti dan paling canggih dibanding dengan tipe navigasi ataupun tipe mapping karena mempunyai tingkat akurasi dibawah 1 meter, dan harganya pun paling mahal. Untuk merk tipe geodetik yang beredar di pasaran, disebuah situs belanja online, seperti : Leica GPS 1200 dan Leica Smart station.

Alat penerima di bumi menggunakan satelit-satelit sebagai titik referensi yang sangat akurat posisinya. Alat penerima ini memiliki kemampuan menangkap sinyal yang sangat lemah dari satelit GPS dan tidak terdeteksi oleh alat-alat lainnya. Sinyal GPS merupakan sinyal yang kompleks karena didesain untuk militer berbeda dengan sinyal untuk sipil, sinyal harus aman

dari gangguan sinyal-sinyal lainnya. Dalam praktiknya, untuk mengkalkulasikan posisi geografis suatu lokasi di muka bumi secara tepat, maka diperlukan minimal 4 satelit yang memberikan sinyal yang masuk ke dalam GPS penerima untuk dapat memperhitungkan posisi tersebut.

3.2.1. GPS Garmin GPSMap76 CSx

3.2.1.1. Tampilan Awal

GPS yang digunakan pada Prakterk Lapangan Kebumian ini adalah merek Garmin Tipe GPSMap 76 CSx (**Gambar III–2**). GPS ini memiliki 4 – 12 satelit yang dapat masuk ke dalam GPS penerima. GPS penerima tersebut akan menyeleksi satelit yang terbaik dalam tampilan untuk memperbarui posisi/koordinat alat yang telah diperoleh sebelumnya.



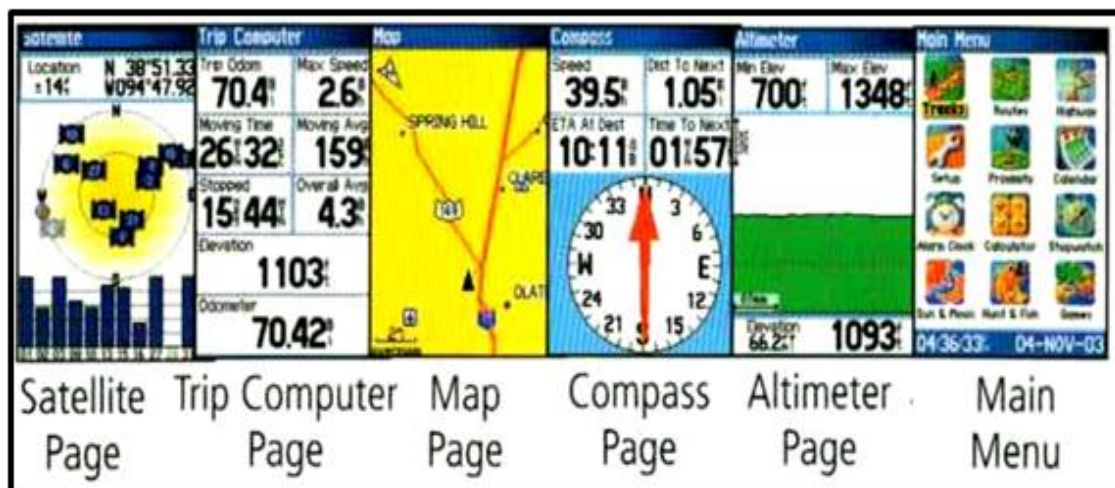
Gambar III–2. Garmin GPSMap 76 CSx

Garmin Tipe GPSMap 76 CSx memiliki sembilan (9) tombol pengoperasian yaitu sebagai berikut:

1. Tombol *ON/OFF*. Tombol ini berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan Receiver atau untuk mengatur terang/gelap layar.
2. Tombol *Zoom In* dan tombol *Zoom Out*. Tombol ini berfungsi pada tampilan halaman (*page*) peta (*map*) untuk memperbesar atau memperkecil tampilan peta dilayar.

3. Tombol *FIND*. Tombol *Find* berfungsi untuk menampilkan menu *Find*, berguna untuk navigasi mencari suatu titik yang telah diketahui koordinatnya (*waypoint*).
4. Tombol *MARK*. Tombol *Mark* berfungsi untuk menyimpan posisi saat pengukuran ke dalam *waypoint*
5. Tombol *QUIT*. Tombol *Quit* berfungsi untuk keluar dari suatu tampilan menu atau kembali ke halaman sebelumnya.
6. Tombol *ROCKER*. Tombol *Rocker* berfungsi untuk memilih menu atau menggerakkan kursor pada tampilan di layer.
7. Tombol *PAGE*. Tombol *Page* berfungsi untuk pindah dari tampilan halaman (*page*) 1 ke halaman berikutnya.
8. Tombol *MENU*. Tombol *Menu* berfungsi untuk menampilkan option masing-masing tampilan halaman atau kalau ditekan 2 kali akan menampilkan halaman menu utama.
9. Tombol *ENTER*.

Tampilan layar utama Garmin Tipe GPSMap 76 CSx dapat dilihat pada **Gambar III-3**. *Receiver* Garmin GPS Navigasi menampilkan informasi ke pengguna dalam bentuk halaman per halaman (*page*) informasi di layer monitor. Umumnya ada lima (5) tampilan halaman informasi yang terdiri dari *Satelite Page*, *Trip Komputer Page*, *Map Page*, *Compass Page*, *Main Menu Page*. Untuk alat GPS yang dilengkapi dengan altimeter, terdapat 1 halaman muka lagi yaitu *Altimeter Page*. Untuk pindah dari tampilan halaman satu ke halaman lainnya dapat melakukan dengan menekan tombol *PAGE* atau *QUIT*.



Gambar III-3. Tampilan Layar Utama GPSMap 76 CSx

3.2.1.2. Menghidupkan *Receiver* GPS

Untuk menghidupkan *receiver* dapat dilakukan dengan menekan tombol *ON/OFF*, setelah dihidupkan *receiver* akan melakukan inisialisasi (*acquiring satellite* atau mencari sinyal satelit), setelah menerima 4 satelit akan muncul tampilan halaman informasi satelit beserta koordinat sebagai berikut:

Informasi kanan atas menunjukkan koordinat geografi posisi alat saat ini, bagian kiri atas menunjukkan ketelitian koordinat tersebut (makin kecil nilainya makin baik). Bagian diagram batang menunjukkan informasi jumlah satelit dan kuat sinyal satelit yang diterima.

Apabila *receiver* tidak digunakan dalam jangka waktu yang lama (3 bulan) dalam keadaan baterai dilepas, lakukan inisialisasi berikut :

- Hidupkan *receiver* (tekan tombol *ON/OFF*).
- Setelah muncul halaman *Satellites*, tekan tombol menu 1 kali.
- Dengan menggunakan tombol *Rocker* pilih *NEW LOCATION*, kemudian tekan *Enter*, setelah itu pilih *Automatic* dan tekan *Enter*. Untuk kondisi seperti ini perlu waktu inisialisasi sekitar 15 menit.

3.2.1.3. Pengukuran Koordinat dari Objek Titik

Pengertian objek titik di lapangan sangat relative tergantung dari skala peta yang diinginkan (contoh suatu desa dapat berupa titik pada peta skala 1:1.000.000, suatu rumah/bangunan dapat berupa titik pada peta skala 1:25.000, suatu tiang listrik dapat berupa titik pada peta skala 1:500). Pengukuran penentuan posisi titik di lapangan seperti tiang, bangunan, jembatan menggunakan GPS Navigasi dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Persiapan peralatan
 - a. *Receiver* GPS Navigasi
 - b. Formulir ukuran.
2. Pengukuran di lapangan
 - a. Datang ke lokasi objek titik yang akan diukur (kondisi terbuka).
 - b. Hidupkan alat.
 - c. Tunggu beberapa saat (setelah diterima 4 satelite), akan muncul informasi koordinat.
 - d. Catat atau rekam ke memori (*Waypoint*) dengan cara : Tekan tombol *MARK*.

- e. Menggunakan tombol *Rocker* pilih Avg/rata-rata, dilanjutkan dengan menekan tombol *Enter*, setelah *Estimated Accuracy* terpenuhi misalnya 2 m, tekan tombol *Enter*. Kalau perlu beri nama titik pada baris paling atas. Pindahkan kursor ke tombol *OK* selanjutnya tekan *Enter*.
- f. Sebaiknya catat no urut *Waypoint* dan nilai koordinat di formulir survey dan lengkapi juga dengan keterangan objek yang diperlukan. Lakukan hal yang sama untuk titik lainnya.

3.2.1.4. Melihat Data Tersimpan

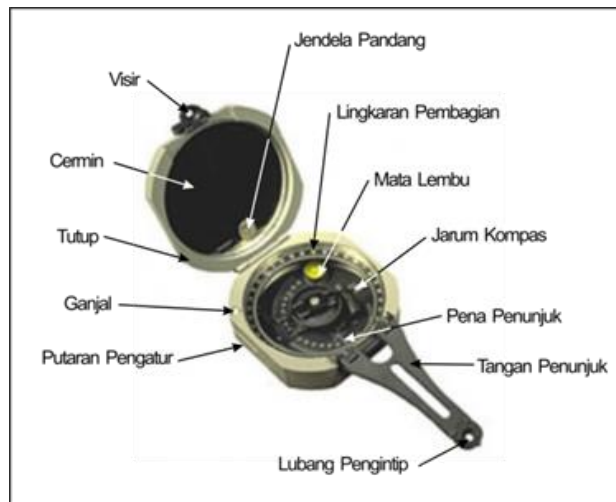
Untuk melihat data yang tersimpan di dalam GPS dilakukan dengan menggunakan langkah – langkah sebagai berikut:

1. Tekan tombol *Menu 2* (dua) kali.
2. Sorotkan cursor pada sub-menu *waypoint*, tekan *ENTER*.
3. Setelah masuk pada sub dari sub-menu *waypoint*, sorotkan cursor pada data *waypoint* yang sudah tersimpan.
4. Tekan tombol *ENTER*.

3.3. Kompas Geologi

Kompas geologi adalah peralatan yang wajib ada untuk setiap penyelidikan lapangan. Kompas geologi digunakan untuk menentukan arah dari suatu fenomena geologi dan/atau titik. Kompas geologi yang biasa digunakan adalah merek Brunton dan Tamaya. Pada Praktikum Pengenalan Lapangan Kebumihan yang digunakan adalah merek Tamaya (**Gambar III-4**). Secara umum, kompas geologi dibedakan menjadi dua macam yaitu:

- a. Kompas Geologi dengan pembagian skala $0^0 - 360^0$.
- b. Kompas Geologi dengan pembagian $0^0 - 90^0$.



Gambar III-4. Kompas Geologi

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan kompas geologi adalah :

1. Gelembung udara pada nivo kotak harus masuk ke lingkaran tengahnya (kompas dalam keadaan horisontal).
2. Pembidikan sasaran /objek harus segaris dengan penyipat pada kaca cermin penutup kompas.
3. Sesuaikan dahulu Inklinasi dan Deklinasi di lokasi penelitian.

3.3.1. Penentuan Sistem *Azimuth*

Sebelum menggunakan kompas geologi, harus ditentukan terlebih dahulu sistem azimuthnya. *Azimuth* adalah sudut horisontal yang diukur dari utara ke satu titik tertentu searah jarum jam dan besarnya 360^0 . Dikenal dua macam Utara sebagai acuan, yaitu Utara Astronomis / Geografis yang mendasarkan Utara sebenarnya dan Utara magnetis. Untuk kompas geologi menggunakan Utara magnetis. Dalam keadaan tenang jarum magnet pada kompas geologi selalu menunjukkan Utara-Selatan (ujung jarum yang menunjukkan Utara biasanya dicirikan dengan tanda ataupun warna tertentu). Cara menentukan sistem azimuth kompas geologi adalah sebagai berikut :

1. Kompas dalam keadaan horisontal (gelembung udara pada nivo kotak berada pada lingkaran tengahnya).
2. Tepatkan angka pada skala lingkaran horisontal berimpit dengan salah satu ujung jarum kompas yang menunjuk arah Utara.
3. Putar kompas ke kanan atau ke kiri. Jika diputar ke kanan angka pada skala lingkaran makin bertambah besar, maka sistem azimuthnya adalah NE, selanjutnya apabila diarahkan ke

obyek tertentu dan menunjukkan angka 45, maka penulisannya adalah N 45⁰ E. Demikian sebaliknya jika ke kiri, maka sistem azimuthnya adalah NW.

3.3.2. Penggunaan Kompas Geologi

Dalam kegiatan observasi lapangan kompas geologi dapat digunakan untuk :

1. Penunjuk arah Utara, sebagai orientasi pada peta dasar yang digunakan.
2. Mengukur posisi planimeter (literal) suatu obyek.
3. Mengukur besarnya kemiringan (dalam derajat) suatu lereng.
4. Mengukur kedudukan struktur bidang diskontinu (*strike* dan *dip* perlapisan batuan sedimen ataupun kekar dalam batuan beku).

3.4. Palu Geologi

Palu geologi adalah salah satu alat untuk menentukan indek kekuatan batuan di lapangan. Caranya adalah memukulkan palu geologi tegak lurus terhadap bidang permukaan batuan yang akan ditentukan kekuatannya. Berdasarkan bentuk dan kegunaannya, palu geologi dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

1. *Pick Hammer*, adalah palu geologi yang salah satu ujungnya berbentuk runcing, digunakan untuk mengambil sampel batuan yang berstruktur masif, misalnya batuan beku dan metamorf.
2. *Chisel Hammer*, adalah palu geologi yang salah satu ujungnya berbentuk pipih, digunakan untuk mengambil sampel batuan yang berstruktur perlapisan, misalnya batuan sedimen (batugamping).



(a) *Chisel Hammer*



(b) *Pick Hammer*

Gambar III-5. Palu Geologi

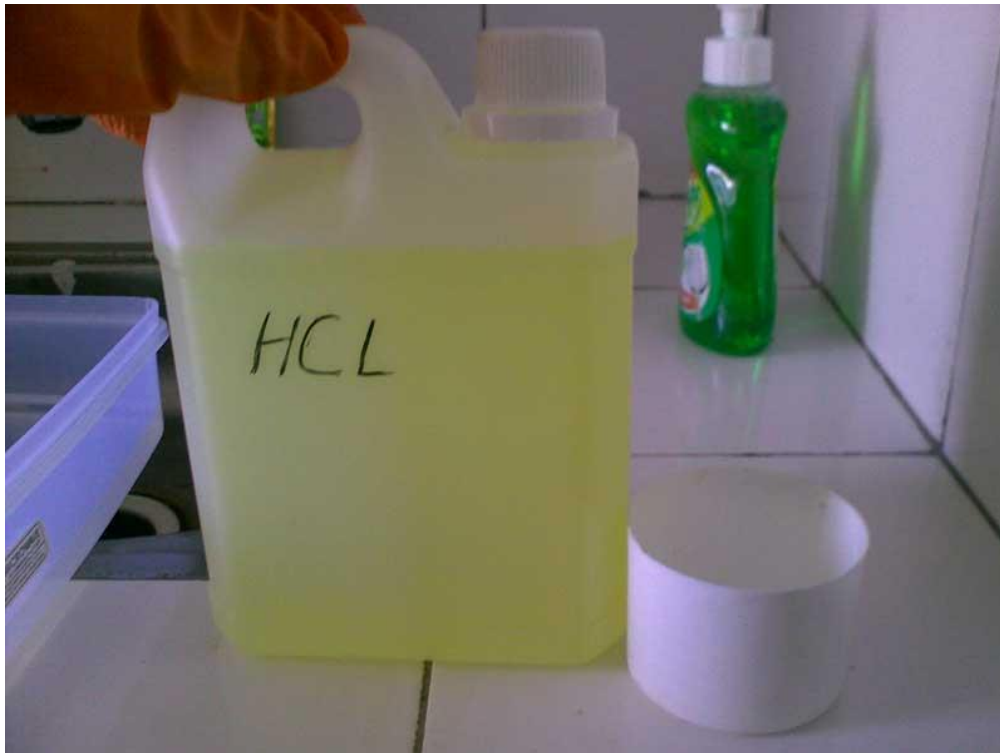
Palu geologi dapat digunakan untuk melakukan estimasi kekuatan batuan. Kriteria indeks kekuatan batuan berdasarkan palu geologi (ISRM, 1981) ditunjukkan pada .

Tabel III-1. Indeks Kekuatan Batuan Dengan Kekuatan Palu Geologi (ISRM, 1981)

<i>Class</i>	<i>Description</i>	<i>Unconfined Compressive Strength (MPa)</i>	<i>Rock Examples</i>
R0	<i>Extremely weak rock - Indented by thumbnail.</i>	0,25–1,0	
R1	<i>Very weak rock - Crumbles under firm blows with point of geological hammer and can be peeled by a pocket knife</i>	1,0–5,0	Chalk, Rocksalt
R2	<i>Weak rock - Can be peeled by a pocket knife with difficulty, shallow indentations made by firm blow with point of geological hammer.</i>	5,0–25	Coal, Schist, Siltstone
R3	<i>Medium strong rock - Cannot be scraped or peeled with a pocket knife, specimen can be fractured with single firm blow of geological hammer.</i>	25–50	Sandstone Slate
R4	<i>Strong rock - Specimen requires more than one blow of geological hammer to fracture it.</i>	50–100	Gneiss
R5	<i>Very strong rock - Specimen requires many blows of geological hammer to fracture it.</i>	100–250	Marble, Granite

3.5. Larutan HCl

Larutan HCl digunakan untuk mengetahui jenis batuan yang akan diselidiki. Asam klorida (HCl) akan beraksi terhadap unsur karbonat (CaCO_3). Larutan HCl yang digunakan pada umumnya adalah larutan HCl encer 0,1 N. Hal ini dimaksudkan apabila larutan HCl yang digunakan konsentrasinya lebih tinggi, maka semua mineral dalam batuan akan memercik (membuih), sehingga sulit untuk melakukan deskripsi terhadap batuan yang diteliti.



Gambar III-6. Larutan HCl

3.6. Kaca Pembesar

Kaca pembesar (loupe) atau disebut juga *Hands-Lens* digunakan untuk mengetahui kandungan mineral, fosil fragmen batuan secara cepat di lapangan, kaca pembesar terdiri dari beberapa macam ukuran pembesar, seperti : 8x dan 15x atau 10x dan 15x atau 8x dan 12x.



Gambar III-7. Kaca Pembesar

3.7. Meteran

Meteran adalah alat ukur dimensi panjang. Pada penyelidikan lapangan diperlukan meteran dengan panjang 25 m, 5 m dan 1 m. Meteran ini diperlukan untuk mengukur pembatas objek (*window of object*), seperti pengukuran jarak bentang pengukuran kekar, jarak antar bidang kekar, lebar bukaan kekar, dan pengukuran panjang aliran dari lokasi aliran air.



Gambar III-8. Meteran

BAB IV

IDENTIFIKASI DAN PEMANFAATAN KOMODITAS

(Dr. Ir. Waterman, S. Bargawa, M.T., Ir. Gunawan Nusanto, M.T., Shenny Linggasari, S.T., M.T.,
Dr. Nurkhamim, S.T., M.T.)

Kegiatan usaha Pertambangan di wilayah Indonesia diatur oleh suatu Undang-Undang Republik Indonesia yaitu Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara yang telah diperbarui dengan Undang Undang Nomor 3 Tahun 2020. Untuk melaksanakan Undang-Undang tersebut maka dibentuklah Peraturan Pemerintah, salah satunya PP Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara yang kemudian diganti dengan PP Nomor 24 Tahun 2012. Pada Undang – Uundang No. 4/2009 mendefinisikan bahwa mineral adalah senyawa anorganik yang terbentuk di alam, yang memiliki sifat fisik dan kimia tertentu serta susunan kristal teratur atau gabungannya, yang membentuk batuan dalam bentuk lepas atau padu. Adapun komoditas pertambangan dikelompokkan menjadi:

1. Mineral Radioaktif : radium, thorium, uranium dll
2. Mineral Logam : emas, tembaga, besi dll.
3. Mineral Non-Logam : intan, bentonit dll.
4. Batuan : andesit, batugamping dll
5. Batubara : batubara, gambut.

4.1. Identifikasi Komoditas di Parangtritis dan Sekitarnya

Di daerah Parangtritis dan sekitarnya dijumpai adanya komoditas batugamping, andesit, pasir besi yang kemungkinan dapat dimanfaatkan. Demikian pula didapatkan kalsit, *stalagtit* dan *stalagmit*, trass, batupasir, yang jumlahnya sedikit sehingga kecil kemungkinan dapat dimanfaatkan. Disamping itu untuk melakukan kegiatan penambangan harus ada Izin Usaha Pertambangan (IUP) dengan salah satu pertimbangannya adalah kondisi daerahnya merupakan daerah wisata sehingga kemungkinan dilarang untuk melakukan kegiatan penambangan.

4.1.1. Andesit

Andesit merupakan batuan beku intermediet (derajat keasaman tengah-tengah) yang membeku diluar. Batu andesit yang masih segar berwarna abu-abu.

Sifat-sifat:

- Warna abu-abu dengan kilap tanah
- Desnsitas 2,50 - 2,80 ton/m³
- Kuat tekan sekitar 40 – 240 MPa
- Tidak mudah larut dalam asam maupun basa

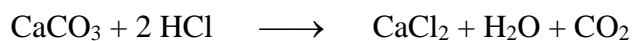
Berdasarkan sifat-sifat batu andesit tersebut, maka batu andesit ini banyak digunakan dalam pembangunan sarana dan prasarana infrastuktur sipil seperti bahan bangunan, bahan baku pembuatan jalan raya maupun jembatan, bahan baku untuk beton bertulang, tiang listrik, untuk dinding eksterior dan lain-lain. Penambangannya dapat dilakukan secara tambang terbuka sedangkan pembongkarannya menggunakan pemboran dan peledakan. Pengolahannya bisa dilakukan dengan cara peremukan dan pengayakan atau secara dipotong untuk mendapatkan *dimensional stone* (dinding eksterior).

4.1.2. Batugamping

Batugamping adalah suatu komoditas yang ada kaitannya dengan batuan sedimen. Batugamping mempunyai komposisi kimia CaCO₃ merupakan senyawa karbonat mempunyai mineral kalsit (trigonal crystal) dan aragonit (orthorombic crystal) dengan rumus kimia sama CaCO₃.

Sifat-sifat:

- Mengandung CaO yang tinggi
- Mudah larut dalam asam lemah dengan melepaskan CO₂ yang tidak berbau, bila dipakai untuk mengetes, batuan yang ditetesi HCl akan memercik dengan reaksi sebagai berikut :



Dapat memercik karena timbul gas CO₂ dan air (H₂O).

Batugamping yang merupakan komoditas industri yang banyak kegunaannya. Pemanfaatan batugamping dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu batugamping mentah dan batugamping yang sudah dikalsinasi (dibakar). Hal ini juga akan berkaitan dengan pengolahan batugamping itu sendiri. Hasil rekristalisasi batugamping karena proses pelarutan adalah mineral kalsit.

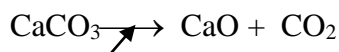
a. Batugamping Mentah

Dalam beberapa hal batugamping dapat langsung dipergunakan sebagai bahan baku industri misal dalam industri semen, kertas, industri pralon, pupuk (penetral tanah asam), bahan

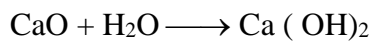
bangunan dan lain-lain. Proses pengolahannya terdiri atas peremukan, pengayakan, penggilingan, dan *cyclone* sehingga didapat ukuran sesuai yang diinginkan konsumen.

b. Batugamping Hasil Kalsinasi

Batugamping dilakukan kalsinasi (pemanasan) sehingga didapat produk kapur tohor, kapur padam dan dapat pula dibuat kapur ringan (*light calcium carbonat atau LCC*) yang dapat digunakan untuk pelicin tablet maupun bahan kosmetik. Proses kalsinasi terjadi pada temperatur 900⁰C-1.000⁰C sehingga batugamping akan terurai menjadi CaO dan CO₂. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



CaO disebut kapur tohor. Jika kapur tohor disiram air akan menghasilkan kapur padam dan dalam proses ini dikeluarkan panas dengan reaksi sebagai berikut :



Kapur padam ini banyak digunakan untuk bahan bangunan dan di industri pengawetan buah-buahan.

4.1.3. Pasir Besi

Pasir besi yang terdapat di sepanjang Pantai Parangtritis, terus ke arah Barat sampai daerah pantai Cilacap. Pasir besi ini terendapkan sebagai endapan sedimen sehingga mempunyai ukuran butir yang halus. Pada umumnya pasir besi ini terdiri atas mineral besi, yaitu ilmenit (FeO TiO₂), magnetit (Fe₃O₄), dan hematit (Fe₂O₃) dengan mineral penyertanya adalah kuarsa, feldspar dan hornblende. Pasir besi ini dapat dimasukkan dalam dua kelompok komoditas, yaitu:

- a. Mineral logam apabila sasaran pengolahan dan pemurniannya akan didapatkan logam besi untuk pembuatan baja.
- b. Mineral bukan logam apabila pasir besi dalam pengolahannya tidak diambil logam besinya, tetapi setelah dilakukan pengolahan langsung digunakan sebagai bahan baku untuk industri semen portland.

Untuk dapat dinyatakan bahwa pasir besi dapat ditambang, maka perlu diketahui Derajat Kemagnetan (*MD = magnetizing degree*) yang sudah dikalibrasikan dengan kadar Fe pada konsentrat. MD itu sendiri adalah banyak dalam berat yang tertarik oleh magnet. Misalnya pada waktu eksplorasi dicari daerah diperoleh MD = 18%, ini diharapkan setelah pengolahan dilakukan akan diperoleh kadar konsentratnya > 50 % Fe.

Penambangan pasir besi dapat dilakukan dengan metode konvensional (*truck and shovel*) dan monitor (pompa semprot), dalam penambangan ini dibutuhkan banyak air sehingga hasil kegiatan ini berupa *slurry* (campuran pasir besi dengan air). Hasil penambangan kemudian dipompakan melalui pipa menuju unit pengolahan yang mendasarkan perbedaan sifat kemagnetan. Alat yang digunakan adalah *magnetic separator* untuk memisahkan mineral berharga yang tertarik magnet dengan mineral tidak berharga (tidak tertarik magnet).



Gambar IV-1. Penambangan Pasir Besi

BAB V

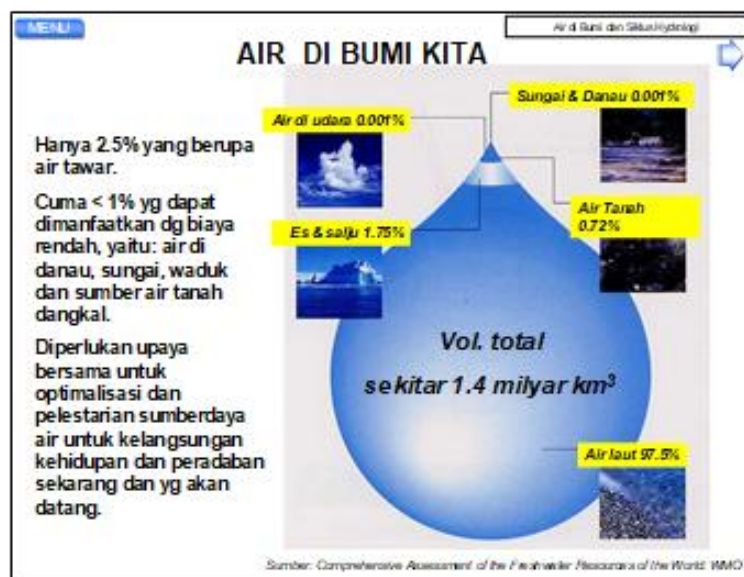
KUALITAS AIR

(Ir. Hasywir Thaib Siri, M.Sc., Ir. Raden Hariyanto, M.T., Faisal Agung Riyadi, S.T., M.T.)

Bumi yang dihuni oleh makhluk hayati maupun non hayati memiliki volume air total kurang lebih 1,4 milyar km^3 . Dari jumlah air yang sebanyak itu hanya 2,5 % berupa air tawar, selebihnya 97,5 % berupa air asin. Sedikitnya volume air tawar sehingga dapat diilustrasikan sebagai kerucut kecil dari satu tetes air yang besar. Air tawar yang hanya 2,5 % ini terdiri :

- Awan (air yang ada diudara) = 0,001%
- Air sungai dan danau = 0,001%
- Air tanah dangkal dan air tanah dalam = 0,720%
- Es dan Salju = 1,750%

Jumlah air tawar yang ada ini dimanfaatkan oleh manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan untuk kelangsungan hidupnya. Kurang dari 1% air tawar yang dapat dimanfaatkan dengan biaya murah yaitu air danau, air sungai, waduk dan air tanah dangkal. Untuk itu diperlukan upaya bersama untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber-sumber air, melakukan konservasi dan pelestarian sumberdaya air untuk kelangsungan kehidupan dan peradaban sekarang dan yang akan datang.



Gambar V-1. Persentase Volume Air di Bumi

5.1. Standar Kualitas Air

Standar kualitas air adalah persyaratan kualitas air yang ditetapkan oleh suatu negara atau daerah untuk keperluan perlindungan badan air sesuai pemanfaatannya. Kualitas air harus memenuhi persyaratan Fisika, Kimia, Mikrobiologis, dan Radio aktif. Persyaratan-persyaratan itu antara lain:

a) Syarat Fisik.

1. Air tidak boleh berwarna
2. Air tidak boleh berasa
3. Air tidak boleh berbau
4. Suhu air hendaknya dibawah suhu udara ($\pm 25^{\circ} \text{C}$)

b) Syarat-syarat kimia.

Air minum tidak boleh mengandung racun, zat-zat mineral atau zat-zat kimia tertentu dalam jumlah melampaui batas ambang yang telah ditentukan.

c) Syarat-syarat bakteriologi.

Air minum tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (patogen) dan tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang telah ditentukan yaitu 1coli/100 ml air.

d) Syarat-syarat Radiologis.

Air minum tidak boleh mengandung zat yang menghasilkan bahan - bahan yang mengandung radioaktif, seperti sinar alfa, beta, dan gamma.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia PP No 22 Tahun 2021, kriteria baku mutu kualitas air dibagi menjadi empat kelas yaitu:

1. Kelas I.

Air baku yang memenuhi syarat untuk air minum dan dapat digunakan langsung tanpa melalui proses pengolahan, terutama pengawasan kandungan logam berat dan zat - zat racun lainnya.

2. Kelas II.

Air baku yang memenuhi syarat untuk air minum dengan syarat harus diolah terlebih dahulu dalam suatu instalasi pengolahan air minum.

3. Kelas III.

Air yang memenuhi syarat untuk perikanan dan peternakan.

4. Kelas IV.

Air yang memenuhi syarat untuk pertanian, usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air, lalu lintas air dan keperluan lainnya.

5. Kelas V.

Air yang tidak sesuai digunakan untuk keperluan-keperluan tersebut diatas, dan biasanya digunakan sebagai penampung/penyalur air buangan.

Dalam penentuan kualitas air parameter yang digunakan meliputi parameter fisika, kimia dan biologi :

1. Beberapa parameter fisika yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi bau, kekeruhan, rasa, suhu, warna, jumlah Zat Padat Terlarut (TDS), jumlah Zat Padatan Tersuspensi (TSS), dan daya hantar listrik :

2. Bau.

Air minum yang berbau, selain tidak estetik juga tidak disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk terhadap kualitas air, misalnya bau amis, berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berbau.

3. Kekeruhan.

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat-zat tersuspensi seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Tidak dapat di hubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat tersuspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir.

4. Rasa.

Air minum biasanya tidak memberikan rasa (tawar). Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berasa.

3. Suhu.

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas, agar tidak terjadi pelarutan zat kimia pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia di

dalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum dapat menghilangkan dahaga.

4. Warna.

Air minum sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetika dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Warna pada air disebabkan oleh adanya partikel hasil pembusukan bahan organik, ion-ion metal alam (besi dan mangan), plankton, humus, buangan industri, dan tanaman air.

5. Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS).

Zat padat merupakan materi residu setelah pemanasan dan pengeringan pada suhu 103 °C – 105 °C. Residu atau zat padat yang tertinggal selama proses pemanasan pada temperatur tersebut adalah materi yang ada dalam contoh air dan tidak hilang atau menguap pada 105 °C. Dimensi zat padat dinyatakan dalam mg/l atau g/l, % berat (kg zat padat/kg larutan), atau % volume (dm³ zat padat/liter larutan).

6. TDS (*Total Dissolved Solid* / Jumlah Zat Padat Terlarut).

Zat padat terlarut yaitu zat padat yang lolos filter/kertas saring pada analisis zat tersuspensi sehingga analisis zat padat terlarut dapat merupakan kelanjutan analisis zat padat tersuspensi. Klasifikasi air berdasarkan TDS dapat dilihat pada .

Tabel V-1. Klasifikasi Air Berdasarkan Jumlah TDS

Jumlah Garam/padatan terlarut (mg/l)	Jenis air
< 1.000	Air tawar
1.000 – 10.000	Air Payau
10.000-100.000	Air agak asin
> 100.000	Air asin

7. TSS (*Total Suspended Solid*).

Padatan tersuspensi total (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi (diameter > 1 µm) yang tertahan pada saringan millipore dengan diameter pori 0,45 µm. TSS terdiri dari lumpur dan pasir halus, serta jasad-jasad renik, terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103°C sampai dengan 105°C. Kenaikan berat saringan mewakili

padatan tersuspensi total (TSS).

8. Daya Hantar Listrik – DHL (*electric conductivity*-EC).

Daya hantar listrik adalah sifat kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik secara kimiawi air dengan daya hantar listrik rendah merupakan isolator yang baik, pada saat logam-logam terlarut terpisah menjadi ion-ion. Air yang banyak mengandung garam/logam terlarut akan memiliki DHL yang tinggi dengan hambatan listrik yang rendah. Satuan DHL merupakan invers dari satuan hambatan “ohm” dan ditulis “mhos” Nilai DHL air diberikan dalam sepersejuta mhos per sentimeter atau mikromhos per sentimeter ($\mu\text{mhos}/\text{Cm}$). Satuan $\text{mhos}/\text{Cm} = \text{simens (S)}$ atau $\mu\text{mhos}/\text{Cm} = \mu\text{S}$

5.1.1. Parameter Kimia

Parameter kimia yang digunakan untuk menentukan kualitas air meliputi kandungan ion Besi (Fe), Mangan (Mn), Sulfur (S), kesadahan (*hardness*), pH, dan Zat organik (*Organic matter*).

1. Kandungan Besi.

Pada umumnya, besi di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri); Kadang-kadang besi juga terdapat sebagai senyawa siderite (FeCO_3) yang bersifat mudah larut dalam air (Cole, 1988 dalam Effendi, 2003). Besi dibutuhkan oleh tubuh dalam pembentukan haemoglobin. Banyaknya Fe di dalam tubuh dikendalikan pada fase absorpsi.

2. Kandungan Mangan.

Mangan berada dalam bentuk *manganous* (Mn^{2+}) dan *manganik* (Mn^{4+}). Di dalam tanah, Mn^{4+} berada dalam bentuk senyawa mangan dioksida yang sangat tak terlarut di dalam air dan mengandung karbondioksida. Logam ini berperan dalam pertumbuhan dan merupakan salah satu komponen penting pada sistem enzim. Pada tumbuhan, mangan merupakan unsur esensial dalam proses metabolisme. Air tanah yang mengandung sejumlah mangan selalu kekurangan oksigen terlarut dan mengandung karbondioksida dalam jumlah yang tinggi.

3. Sulfat.

Ion sulfat (SO_4) adalah anion utama yang terdapat di dalam air. Jumlah ion sulfat yang berlebih dalam air minum menyebabkan terjadinya efek cuci perut pada manusia. Sulfat mempunyai peranan penting dalam penyaluran air maupun dalam penggunaan oleh umum. Sulfat banyak ditemukan dalam bentuk SO_4^{2-} dalam air alam.

4. Kesadahan.

Kesadahan (*hardness*) disebabkan adanya kandungan ion-ion logam bervalensi banyak (terutama ion-ion bervalensi dua, seperti Ca, Mg, Fe, Mn, Sr). Kation-kation utama penyebab kesadahan di dalam air antara lain Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , dan Mn^{2+} . Anion-anion utama penyebab kesadahan di dalam air antara lain HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , dan SiO_3^{2-} . Kesadahan air berkaitan erat dengan kemampuan air membentuk busa.

Tabel V-2. Klasifikasi Perairan Berdasarkan Nilai Kesadahan

Kesadahan (mg/l CaCO_3)	Klasifikasi Perairan
< 50	Lunak (<i>soft</i>)
50 – 150	Menengah (<i>moderately hard</i>)
150 – 300	Sadah (<i>hard</i>)
> 300	Sangat sadah (<i>very hard</i>)

5. pH.

pH merupakan suatu parameter penting untuk menentukan kadar asam/basa dalam air. Penentuan pH merupakan tes yang paling penting dan paling sering digunakan pada kimia air. Perubahan pH air dapat menyebabkan berubahnya bau, rasa, dan warna. Skala pH berkisar antara 0 – 14. Klasifikasi nilai pH adalah sebagai berikut :

- pH = 7 menunjukkan keadaan netral;
- $0 < \text{pH} < 7$ menunjukkan keadaan asam.
- $7 < \text{pH} < 14$ menunjukkan keadaan basa (alkalis).

Air minum sebaiknya netral, tidak asam/basa, untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air minum. pH standar untuk air minum sebesar 6,5 – 8,5.

6. Zat Organik.

Zat organik (KMnO_4) merupakan indikator umum bagi pencemaran. Tingginya zat organik yang dapat dioksidasi menunjukkan adanya pencemaran. Zat organik mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Oleh sebab itu, bila zat organik banyak terdapat di badan air, dapat menyebabkan jumlah oksigen di dalam air berkurang. Bila keadaan ini terus berlanjut, maka jumlah oksigen akan semakin menipis sehingga kondisi menjadi anaerob dan dapat menimbulkan bau.

5.1.2. Parameter Biologi

Pemeriksaan air secara biologis sangat penting untuk mengetahui keberadaan mikroorganisme yang terdapat dalam air. Berbagai jenis bakteri patogen dapat ditemukan dalam sistem penyediaan air bersih, walaupun dalam konsentrasi yang rendah. Analisa mikrobiologi untuk bakteri-bakteri tersebut dilakukan berdasarkan organisme petunjuk (*indicator organism*). Bakteri-bakteri ini menunjukkan adanya pencemaran oleh tinja manusia dan hewan berdarah panas lainnya, serta mudah dideteksi. Bila organisme petunjuk ini ditemui dalam contoh air, berarti air tersebut tercemar oleh bakteri tinja serta ada kemungkinan mengandung bakteri patogen. Bila contoh air tidak mengandung organisme petunjuk berarti tidak ada pencemaran oleh tinja dan air tidak mengandung bakteri patogen.

BAB VI

PENGAMBILAN SAMPEL

(Ir. Ketut Gunawan, M.T, Kristanto Jiwo Saputro, S.T., M.T., Dr. Ir. Waterman S.B., M.T.)

6.1. Sampel Pasir Besi

6.1.1. Genesa Endapan Pasir Besi

Endapan pasir besi di Pantai Selatan Pulau Jawa berasal dari batuan beku andesit dan breksi andesit yang banyak dihasilkan oleh letusan gunung berapi seperti Gunung Merapi, Gunung Merbabu dan Gunung Slamet. Proses pelapukan yang bekerja secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama dan diikuti proses erosi dan transportasi maka hasil pelapukan tersebut akan tersedimentasi di sepanjang sungai hingga pantai Selatan Jawa. Sungai tersebut diantaranya adalah Sungai Opak, Sungai Progo dan Sungai Bogowonto. Akibat adanya arus sungai dan gelombang laut, pasir yang terendapkan di laut terlemparkan di sepanjang pantai selatan sebagai endapan *placer*.

Endapan pasir besi yang dekat muara sungai umumnya mempunyai kadar Fe relatif rendah, semakin jauh sampai batas tertentu semakin tinggi kadarnya. Hal ini dikarenakan ukuran butiran pasir dekat muara relatif kasar sehingga mineral bijih besi masih terikat oleh mineral pengotornya dengan demikian kadarnya rendah. Sedangkan yang lebih jauh pada muara sungai ukuran pasirnya lebih halus sehingga mineral bijih besi sudah bebas dari ikatan mineral pengotor.

Perbedaan berat jenis (*specific gravity*) antara mineral bijih besi yang mempunyai berat jenis besar dibanding dengan mineral pengotornya (*gangue mineral*) yang mempunyai berat jenis relatif kecil maka mineral bijih besi akan mengendap lebih dahulu. Mineral ringan dan berat yang mengandung unsur besi diendapkan dalam bentuk gumpuk-gumpuk pasir sepanjang dataran pantai. Endapan ini mengandung mineral utama seperti magnetit ($\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), hematit (Fe_2O_3), dan ilmenit ($\text{FeTiO}_3/\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$), serta mineral ikutan pirhotit (FeS), pirit (FeS_2), markasit, kalkopirit (CuFeS_2), kromit ($\text{FeO}_2\text{Cr}_2\text{O}_3$), almandit ($\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$), andradit ($\text{Ca}_3\text{Fe}_2(\text{SiO}_4)_3$), SiO_2 bebas, serta unsur jejak (*trace element*) lainnya antara lain: Mn, Mg, Zn, Na, K, Ni, Cu, Pb, As, Sb, W, Sn, dan V. Penyebarannya berupa lensa-lensa atau lapisan mendatar dengan batuan dasar (*bed rock*) terdiri dari lempung (*clay*) atau pasir kasar (*coarse sand*). Kandungan utama mineral magnetic pasir besi dapat dilihat di .

Tabel VI-1. Karakteristik Mineral Utama Pasir Besi

No	Mineral	Kimia	BJ	Warna	Kilap	% Fe	Tertarik magnet
1	Magnetite	Fe ₃ O ₄	5,20	Hitam	Duel metalic	72,40	Sangat kuat
2	Hematite	Fe ₂ O ₃	5,26	Abu-abu	Metalic	70,00	Sedang
3	Ilmenite	FeTiO ₃	4,72	Hitam	Metalic	38,80	Sangat lemah

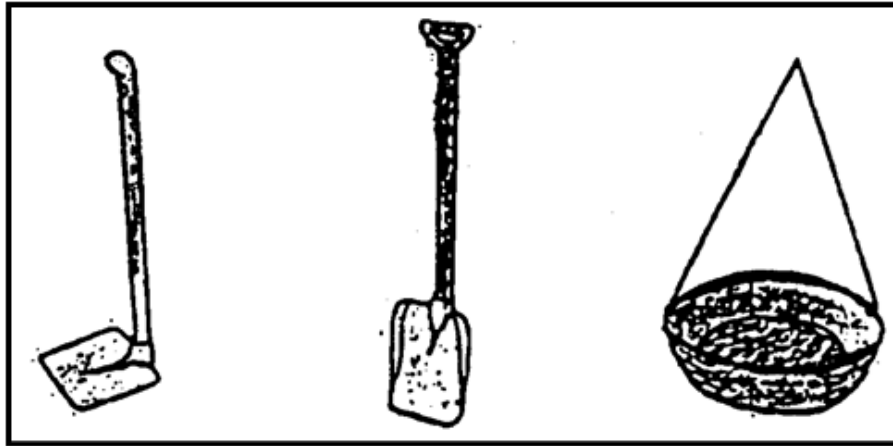
6.1.2. Metode dan Peralatan Pengambilan Sampel

Metoda pengambilan sampel pasir besi untuk eksplorasi dapat dilakukan secara manual, yaitu sumur uji (*test pit*), saluran (*channel sampling*), bor tangan (*hand auger drill*) dan bangka bor (*empire drill*).

6.1.2.1. Sumur Uji (*Test Pit*)

Pengambilan sampel untuk endapan pasir besi dilakukan dengan membuat sumur uji berukuran bebas mendasarkan atas keleluasaan dan kenyamanan dalam proses pengambilan. Bentuk sumur uji dapat berupa bujur sangkar dan empat persegi panjang. Ukuran yang diterapkan misalnya (1x1) m², (1x2) m² atau (2x2) m². Dalam praktik di lapangan, pembuatan sumur uji di akhiri jika mencapai menjumpai *bed rock* (lapisan dasar), sehingga apabila mengenai batas air tanah, dinding sumur uji harus dibuat penyangga, misal anyaman bambu yang sering disebut sosok atau songsok.

Cara lain untuk mengambil sampel di bawah permukaan air tanah dapat menggunakan *hand auger drill*. Setiap terjadi kenampakan perubahan fisik, misalnya ada perubahan warna atau perubahan besar butiran dijadikan satu sampel tersendiri. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan sumuran diantaranya adalah cangkul, sekop, dan keranjang (**Gambar VI-1**).



Gambar VI-1. Peralatan *Sampling* untuk Sumur Uji

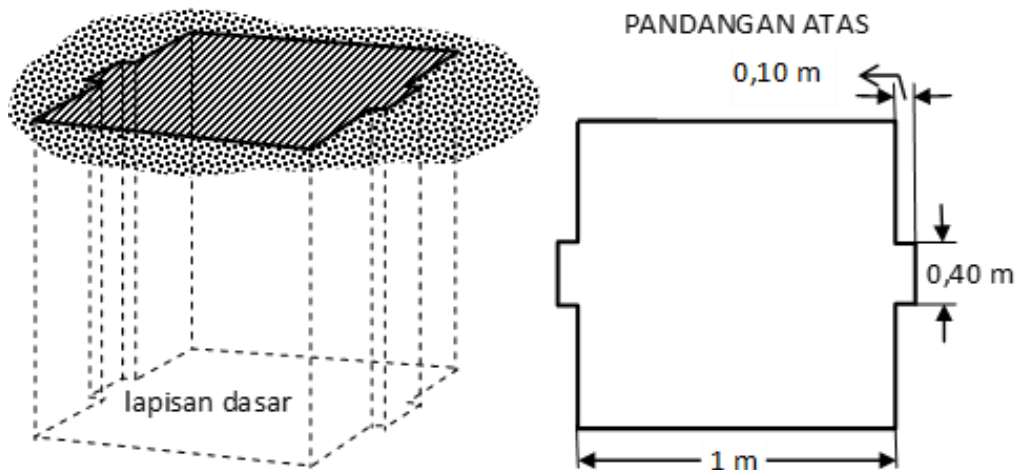


Gambar VI-2. Pelaksanaan *Sampling* dengan Sumur Uji

6.1.2.2. Sampel Saluran (*Channel Sampling*)

Saluran atau *channel sampling* adalah pengambilan sampel secara konvensional yang dilakukan pada sumur uji. Metoda ini dilakukan dengan membuat saluran selebar 20 cm s.d.40 cm memotong endapan. Pada pengambilan sampel yang ideal panjang, lebar, dan kedalaman harus konstan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan memperkirakan volume pengambilan sampel.

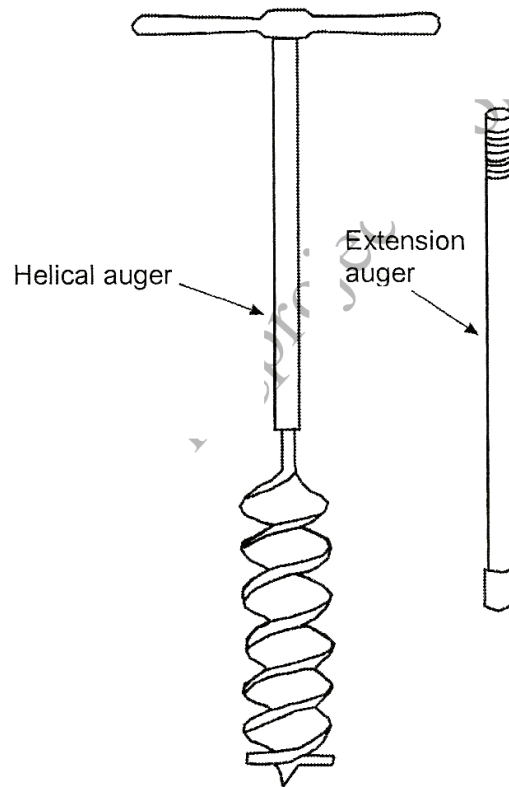
Pelaksanaan pengambilan sampel dengan membuat saluran pada sumur uji dilakukan dari bawah ke atas, tetapi urutan pengambilan sampel tiap lapisan dari atas ke bawah. Seperti halnya pada sumur uji, setiap ada perubahan baik itu warna ataupun ukuran butir harus dijadikan dalam satu sampel tersendiri. Preparasi juga perlu dilakukan untuk mengurangi berat sampel hingga tinggal 5 kg atau disesuaikan dengan kebutuhan untuk laboratorium. Peralatan yang digunakan sama dengan pengambilan sampel dengan membuat sumuran. Bentuk sumur uji dan saluran seperti pada **Gambar VI-3**.



Gambar VI-3. Bentuk Sumur Uji dan Saluran

6.1.2.3. Bor Tangan (*Hand Auger Drill*)

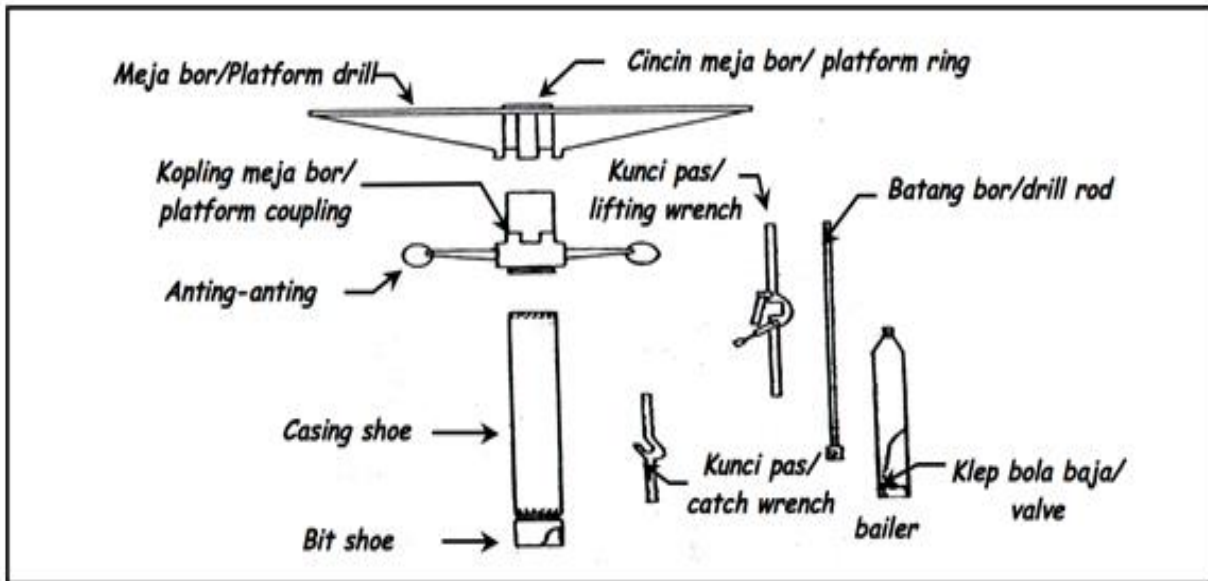
Pemboran ini biasanya dilakukan untuk meneruskan pengambilan sampel cara sumur uji atau saluran yang berhenti karena kondisi tebing yang dikhawatirkan runtuh atau mencapai batas air tanah. Bor tangan cocok diterapkan untuk kondisi material yang lunak dan dangkal, cukup memuaskan dalam kondisi kering dan tidak memuaskan dalam kondisi tanah yang keras dan basah karena adanya kontaminasi.



Gambar VI-4. Bor Tangan

6.1.2.4. Bangka Bor (*Empire Drill*)

Bangka bor adalah alat bor dengan tenaga manusia yang sering digunakan untuk beberapa eksplorasi endapan placer di dunia. Casing atau pipa selubung berdiameter besar diputar oleh empat orang di atas plat form. Pengeluaran sampel tanah dengan cara menumbukkan *core barrel* pada permukaan tanah. Bagian-bagian bangka bor dapat dilihat pada **Gambar VI-5**.



Gambar VI-5. Bagian Bangka Bor

6.1.3. Preparasi Sampel

Preparasi sampel adalah suatu pekerjaan yang bertujuan untuk memperkecil berat dan ukuran sampel yang dapat mewakili seluruh material sampel yang diambil. Preparasi sampel biasanya dua kali yaitu di lapangan dan laboratorium. Preparasi sampel bermacam-macam tergantung pada fisik sampel tersebut dan analisis laboratoriumnya. Preparasi untuk analisis laboratorium kimia tentunya berbeda dengan preparasi untuk analisis laboratorium petrologi atau mekanika batuan.

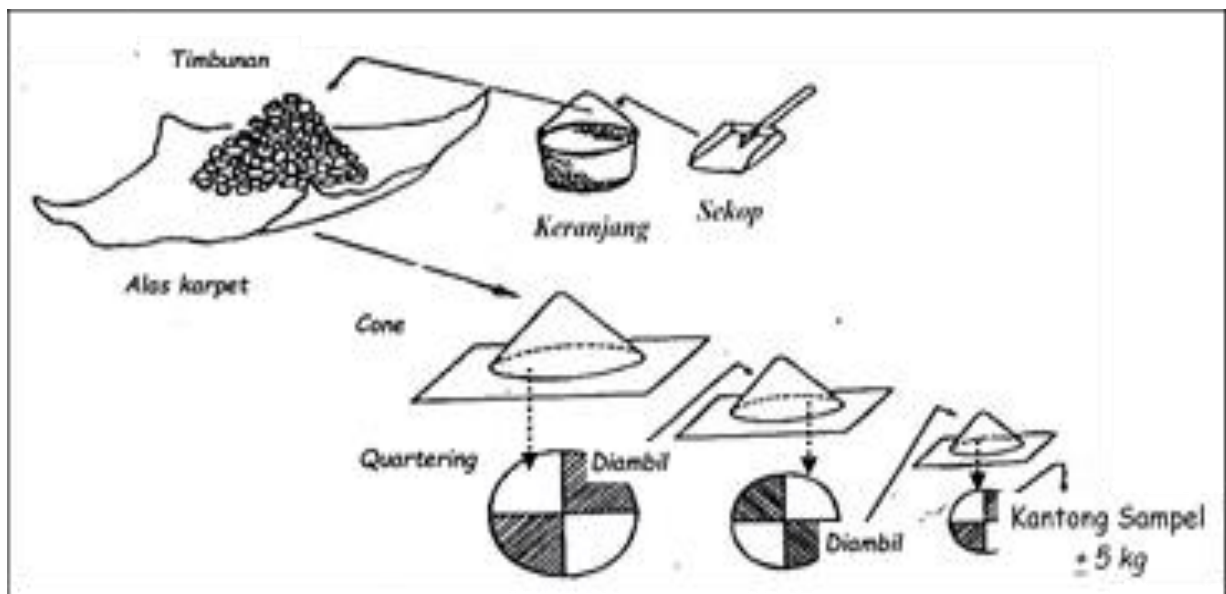
Proses preparasi di lapangan untuk sampel bor dan sumur uji dapat dilakukan dengan dua metoda yaitu *cone and quartering* (**Gambar VI-6**) dan *riffle splitter* (**Gambar VI-7**). Sampel yang diambil harus homogen dari setiap interval kedalaman. Pengambilan sampel tersebut didasari oleh prosedur baku dalam eksplorasi endapan pasir besi pantai.

Peralatan yang diperlukan untuk melakukan preparasi sangat sederhana, diantaranya adalah sekop, alas (plastik atau karet), ember, dan kantong plastik. *Cone and quartering* dilakukan terus sampai mendapatkan sampel sekitar 5 kg atau cukup mewakili untuk proses analisis lebih lanjut. Sampel hasil preparasi kemudian dimasukkan dalam kantong plastik, diberi kode (nomor sampel, tanggal, lokasi pengambilan, kedalaman) dan dibawa ke laboratorium.

6.1.3.1. Metode *Cone and Quartering*

Langkah kerja preparasi sampel dengan metode *cone and quartering* adalah sebagai berikut:

- Sampel pasir hasil pemboran atau sumur uji ditampung pada suatu wadah alas plastik atau karet dan diaduk hingga homogen, selanjutnya dimasukkan dalam kotak *increment*, diratakan dan dibagi dalam garis kotak-kotak atau lingkaran,
- Sampel direduksi dengan menggunakan sendok *increment* dari bagian silang yang berhadapan, dan ditampung dalam kantong sampel,
- Sampel hasil reduksi kemudian dikeringkan,
- Sampel yang sudah dikeringkan dari tiap-tiap interval dibagi menjadi 3 bagian. Satu bagian untuk sampel individu, satu bagian untuk sampel komposit dan satu bagian untuk duplikat,
- Satu bagian dari sampel dari tiap interval digabungkan dengan interval lainnya menjadi sampel komposit.



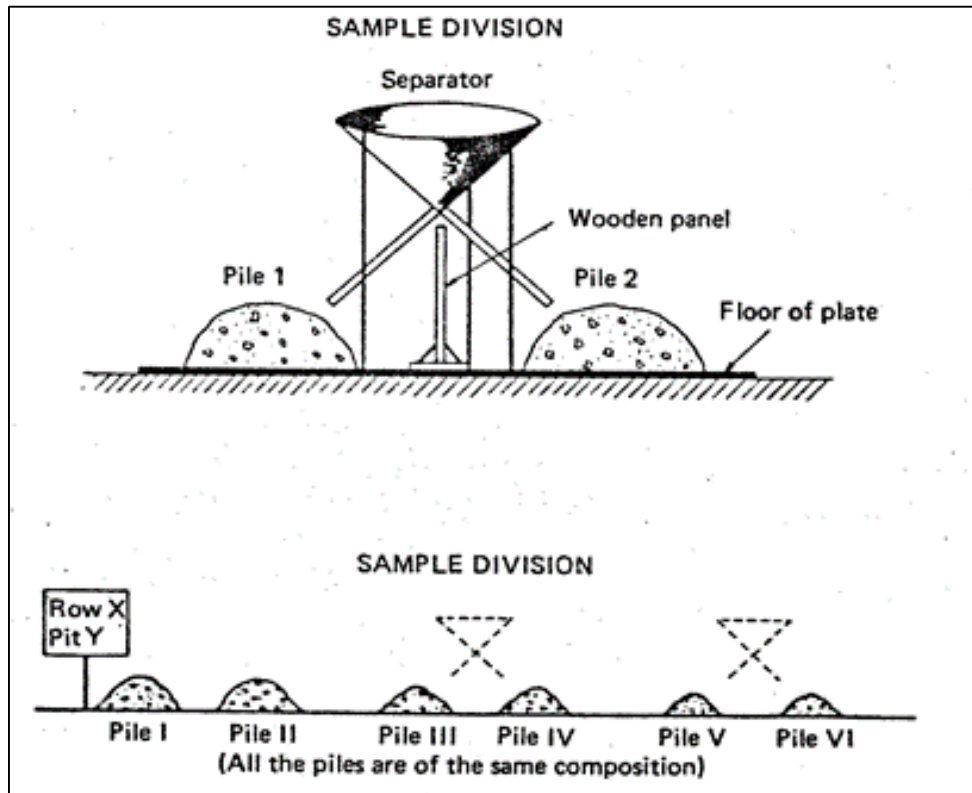
Gambar VI-6. Metode *Cone and Quartering*

6.1.3.2. Metode *Riffle Sampler*

Langkah kerja preparasi sampel dengan metode *riffle sampler* adalah sebagai berikut:

- Sampel pasir hasil pemboran atau sumur uji ditampung pada suatu wadah dan diaduk hingga homogen, kemudian dikeringkan,
- Sampel yang telah kering direduksi dengan *riffle splitter* hingga mendapatkan berat yang diinginkan (sekitar 5 kg),

- Sampel yang sudah displitting dari tiap-tiap interval dibagi menjadi 3 bagian. Satu bagian untuk sampel individu, satu bagian untuk sampel komposit dan satu bagian untuk duplikat.
- Satu bagian sampel dari tiap interval digabungkan dengan interval lainnya menjadi sampel komposit.

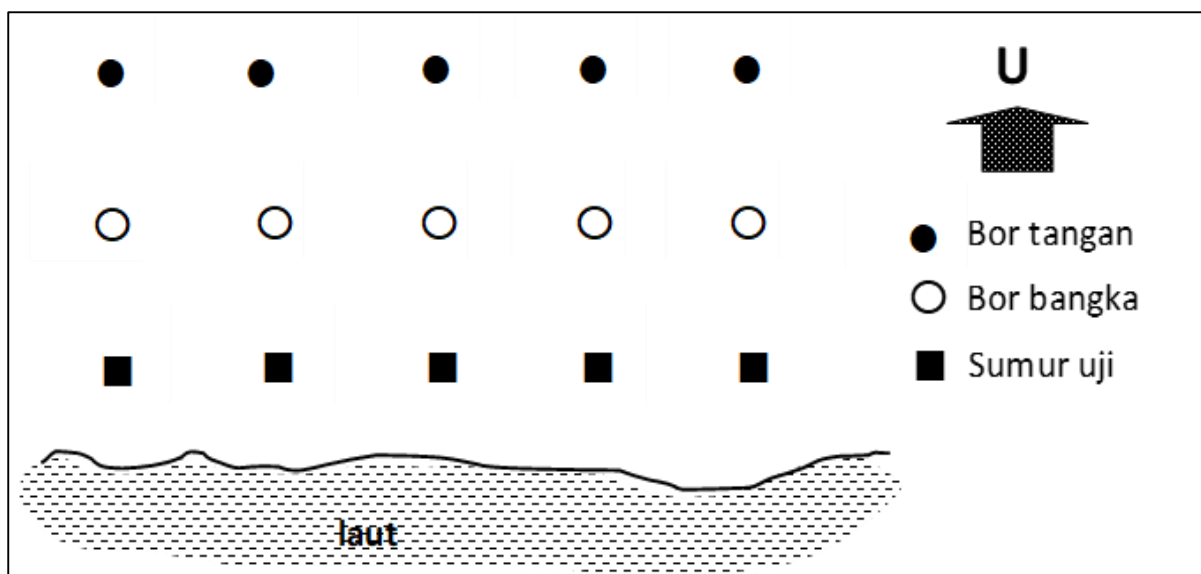


Gambar VI-7. Metode *Riffle Sampler*

6.1.4. Pola Pengambilan Sampel

Pola pengambilan sampel endapan pasir besi tergantung pada topografinya. Untuk permukaan yang rata pola pengambilan sampelnya dapat tetap sedangkan untuk permukaan yang bergelombang polanya disesuaikan dengan kemudahan sampel tersebut diambil tetapi perlu diingat jalur atau lintasan pengambilan sampel harus tetap jaraknya dengan jalur atau lintasan lainnya. Pola dasar pengambilan sampel untuk endapan pasir besi adalah bujur sangkar dan empat persegi panjang.

Dalam eksplorasi terinci, jarak antar lubang bor atau sumuran adalah 20 m (sisi pendek) dan 100 m (sisi panjang). Maksudnya adalah arah tegak lurus garis pantai berjarak 20 m, sedangkan yang sejajar garis pantai berjarak 100 m (**Gambar VI-8**). Hal ini dilakukan karena pengendapan pasir besi yang sejajar dengan garis pantai relatif mempunyai kadar relatif sama, sedangkan pengendapan pasir besi yang tegak lurus dengan garis pantai kadarnya bervariasi.



Gambar VI-8. Sketsa Lokasi dan Pola Pengambilan Sampel

6.1.5. Penyimpangan Pengambilan Sampel

Penyimpangan dalam pengambilan sampel lebih banyak ditentukan oleh faktor psikologis daripada faktor geologi. Besarnya penyimpangan sulit ditentukan karena berhubungan dengan faktor psikologis manusia. Untuk mengantisipasi terjadinya penyimpangan perlu ditaati prosedur pengambilan sampel yang benar. Penyebab terjadinya penyimpangan dalam pengambilan sampel diantaranya adalah:

1. Pengambilan sampel dilakukan lebih dari satu orang atau lebih dari satu prosedur.
2. Kontaminasi/pengotoran sampel yang terjadi karena sisa-sisa pengambilan sampel yang tertinggal pada peralatan tidak dibersihkan terlebih dahulu.
3. Bercampurnya sampel kadar tinggi dengan kadar rendah yang seharusnya dipisahkan dalam dua buah sampel.
4. Kecenderungan mendapatkan lokasi yang berkadar tinggi.
5. Kecenderungan menggunakan metoda pengambilan sampel yang mudah dan murah tanpa mempertimbangkan bentuk dan jenis endapan komoditasnya.
6. Sifat kekompakan material yang akan diambil. Untuk material lunak, pengambilan sampelnya cenderung lebih banyak daripada material keras.

Sebagai perkiraan berapa berat sampel yang harus diambil pada endapan komoditas yang berbentuk lepas (butiran) dapat digunakan tabel hubungan berat sampel – ukuran partikel sampel yang dikemukakan oleh Aplan (1973) (**Tabel VI-2**).

Tabel VI-2. Hubungan Ukuran Partikel dan Berat Sampel

Ukuran/ Diameter maksimum (cm)	Berat sampel (kg)
7,6	1.000
5,0	500
2,3	100
1,5	50
0,7	10
0,5	5
0,2	1

6.1.6. Penentuan Persentase Kemagnetan

Selama ini proses konsentrasi pasir besi yang paling tepat digunakan untuk memisahkan mineral magnetik dengan non-magnetik adalah berdasarkan sifat kemagnetannya. Adapun langkah sederhana dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Ambil hasil preparasi sampel di lapangan sebanyak 1 kg, selanjutnya direduksi hingga seberat 200 gr menggunakan alat *splitter*,
2. Sampel tersebut ditaburkan atau diratakan setipis mungkin ke dalam suatu plastic atau terpal karet secara merata,
3. Pemisahan mineral magnetis dilakukan dengan menggerakkan magnet batang 300 Gauss yang dilapisi plastic atau kaca dengan diulang-ulang sebanyak minimal 7 kali Jarak antara magnet batang dengan lapisan pasir harus dibuat tetap untuk menghindari perbedaan kuat medan magnet.
4. Konsentrat mineral magnetis yang diperoleh dari pemisahan magnet (*magnetizing degree concentrate*), ditimbang dalam satuan gram. Dengan membandingkan berat konsentrat dan berat sampel hasil reduksi, maka didapat harga persentase magnetik dengan rumus:

$$\text{Berat Konsentrat} = (\text{MD} : \text{berat sampel hasil reduksi}) \times 100\%$$

6.1.7. Perhitungan Rerata Kadar

Dalam eksplorasi, kadar suatu titik sampel dapat mewakili luasan tertentu. Untuk mendapatkan kadar rata-rata terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan tergantung pada pengambilan sampel tersebut. Jika dipisahkan berdasarkan dimensinya, rerata kadar dapat dibagi menjadi sebagai berikut:

1. Satu Dimensi

Rerata kadar (k) satu dimensi artinya hanya satu dimensi yang diukur sedangkan dimensi lainnya dianggap sama. Misal dilakukan pada sumur uji (test pit), sampel diambil dengan membuat saluran (*channel sampling*), dimensi yang diukur adalah ketebalan (t), maka rerata kadar (C_{av}) adalah :

2. Dua Dimensi

Rerata kadar (k) dua dimensi misalnya dilakukan pada sumur uji (test pit) dengan tebal dan lebar atau luas pengambilan sampel yang berbedabeda. Rerata kadar (C_{av}) dua dimensi misal lebar (l) dan tebal (t) adalah :

$$C_{av} = \frac{(l_1 \times t_1 \times k_1) + (l_2 \times t_2 \times k_2) + (l_3 \times t_3 \times k_3) + \dots + (l_n \times t_n \times k_n)}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_n}$$

3. Tiga Dimensi

Rerata kadar (k) tiga dimensi karena pengambilan sampel dalam bentuk volume (v) yang berbeda. Rerata kadar (C_{av}) tiga dimensi dalam satuan cm^3 atau m^3 adalah :

$$C_{av} = \frac{(v_1 \times k_1) + (v_2 \times k_2) + (v_3 \times k_3) + (v_4 \times k_4) + \dots + (v_n \times k_n)}{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + \dots + v_n}$$

4. Berat (b)

Rerata kadar (k) dilakukan apabila pengambilan sampel langsung dengan penimbangan dalam satuan berat, maka rerata kadar (C_{av}) adalah :

$$C_{av} = \frac{(b_1 \times k_1) + (b_2 \times k_2) + (b_3 \times k_3) + (b_4 \times k_4) + \dots + (b_n \times k_n)}{b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + \dots + b_n}$$
$$C_{av} = \frac{(t_1 \times k_1) + (t_2 \times k_2) + (t_3 \times k_3) + (t_4 \times k_4) + \dots + (t_n \times k_n)}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + \dots + t_n}$$

6.1.8. Langkah Kerja Pengambilan Sampel Pasir Besi

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan dilakukannya pengambilan sampel maka perlu diperhatikan langkah-langkah sebagai berikut ini yang terbagi dalam empat tahap.

1. Tahap Persiapan

- Penentuan Tujuan
- Pemilihan Metoda
- Peralatan
- Penentuan ketua dan anggota regu

- e. Pembagian tugas anggota regu
- e. Alokasi waktu yang tersedia
- f. Perbekalan :
 - Peta dasar
 - Peralatan (kompas, alat gali, peralatan bor, plastik dll.
 - Obat-obatan
 - Makan dan Minum

2. Tahap Kerja Lapangan

- a. Observasi lapangan
 - Penentuan lokasi titik pengambilan sampel,
 - Sesuaikan dengan lokasi regu lain
 - Ikuti arahan pembimbing
- b. Pemetaan
 - Ikuti arahan penentuan lokasi dengan kompas
 - Plotkan lokasi pengambilan sampel pada peta dasar,
- c. Pengambilan sampel
 - Sesuai tugas masing-masing anggota regu
 - Pembuatan sumur uji, pengambilan sampel pada dinding dengan membuat *channel sampling*
 - Pemboran dengan bor tangan
 - Pemboran dengan bangsa bor
 - Usahakan semua bekerja secara kompak dan mengikuti prosedur
 - Catat kedalaman/ketebalannya per lapisan endapan
- d. Preparasi sampel
 - Lakukan “*cone and quartering*” sampai berat sekitar 5 kg
 - Masukkan dalam kantong plastik
 - Beri nomor sampel
 - Contoh : SU/1/III
 - SU = sumur uji
 - /1/ = sampel pertama
 - III = regu 3
 - Apabila pada sumur uji dilakukan pengambilan sampel lebih dari satu kali, berdasarkan perbedaan warna/distribusi ukuran maka pemberian nomor dilanjutkan.

- Contoh : SU/2/III

SU = sumur uji

/2/ = sampel kedua

III = regu 3

3. Tahap Kerja Laboratorium

- Jemur sampel sampai kering
- Ikuti buku petunjuk dan pembimbing sampai didapatkan kadar setiap conto.

4. Tahap Pelaporan

- Catat kadar masing-masing sampel
- Hitung rerata kadar sesuai petunjuk seperti pada **Tabel VI-3**.

Tabel VI-3. Tabel Pengolahan Data Pengambilan Sampel

Kelompok	Test Pit			Hand Auger			Bangka Bor			Rata - Rata		
	Tebal (m)	Berat Jenis	Kadar (% MD)	Tebal (m)	Berat Jenis	Kadar (% MD)	Tebal (m)	Berat Jenis	Kadar (% MD)	Tebal (m)	Berat Jenis	Kadar (% MD)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)

Keterangan:

Tebal Rata – rata :
$$\frac{(2) + (5) + (8)}{3}$$

Berat Jenis Rata - rata :
$$\frac{((2)x(3)) + ((5)x (6)) + ((8) x (9))}{(2) + (5) + (8)}$$

Kadar Rata – rata :
$$\frac{((2)x(4)) + ((5)x (7)) + ((8) x (10))}{(2) + (5) + (8)}$$

Sumber daya Deposit : Luas x Tebal Rata – rata x Berat Jenis Rata -r ata

Sumber daya Konsentrat : Sumber daya Deposit x %MD Rata - rata

Sumber daya Besi (Ton Fe) : Sumber daya Konsentrat x 50% Kadar Fe

DAFTAR PUSTAKA

1. Bateman, Alan M., 1979, *Economic Mineral Deposit*, John Wiley & Sons. Inc., New York.
2. Baxter and Park, R.D., 1949, *Examination and Evaluation of Mineral Property*, Third Edition, Addison Wesley Press. Inc., Printed in USA.
3. Carras,S., *Sampling Evaluation and Basic Principles Of Ore Reserve Estimation*, Carras Mining & Associates, Unplubished.
4. David Keith Todd, 2005, *Groundwater Hydrology*, Third Edition, John Wiley & Sons. Inc, New York – USA, p. 23 – 60, 267 – 312.
5. Hassanudin, ZA., Andrew Jones, Joenil Kahar, 1995, *Survei dengan GPS*, Edisi 1, Pradnya Pramita, Jakarta.
6. Hassanudin, ZA., 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Edisis kedua, Pradnya Paramita, Jakarta.
7. Kretier, V.M.,1968, *Geological Prospecting and Exploration*, Mir Publisher, Moscow.
8. Reedman, J.H., 1979, *Techniques in Mineral Exploration*, Applied Science Publi- shers, London.
9. Totok Darijanto, 1990, *Explorasi Dasar*, Kursus Pengawas Tambang, Program Studi Teknik Pertambangan-FTM, Institut Teknologi Bandung.
10. Winanto Ajie, PH., 1988, *Buku Petunjuk Kuliah Lapangan Parangtritis*, Fakultas Tambang, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
11., 1999, *User’s Manual GPS III dan System*, Garmin Navigation, Garmin Internasional Inc.

LAMPIRAN A

PENGUKURAN KUALITAS DAN KUANTITAS AIR

(Dr. Tedy Agung Cahyadi, S.T, M.T., IPM, Oktarian Wisnu Lusantono, S.T., M.T.)

1. Mengukur Densitas / bobot isi air laut dan air sungai

Lokasi : Di tepi pantai dan tepi sungai

1. Alat :

- a. Hidrometer (skala 0,900-1,000 dan skala 1,000 -1,100)
- b. Botol aqua 1500 ml atau beaker glass 1000 ml

2. Cara Kerja :

- a. Ambil air laut kurang lebih 2 liter
- b. Masukkan air tersebut dalam botol aqua 1500 ml atau dalam beaker glass
- c. Masukkan alat Higrometer skala 1,0-1,1 kedalam botol aqua / beaker gelas dengan hati-hati (bagian besar / berat yang di bawah).
- d. Baca skala yang ditunjukkan oleh alat hydrometer.

Contoh :

Apabila yang terbaca di angka 1,030, berarti densitas air lautnya = 1,03 gr/ml atau 1,03 kg/liter.

Ulangi cara yang sama tetapi menggunakan sampel air sungai atau air sumur. Apabila menggunakan hidrometer skala 1.000 -1.100 terlalu besar (seluruh skala terbenam) maka ganti dengan hidrometer skala 0,900-1,000.

Contoh :

Apabila terbaca 0,980, ini berarti densitas air sungai/air sumur = 0,980 gr/ml atau 0,980 kg/liter.

2. Mengukur debit air di saluran terbuka (paritan)

Lokasi : Sendang Beji

1. Alat :

- a. Stop watch
- b. Meteran (5 m)
- c. Penggaris 60 Cm
- d. Pelampung / gabus / daun kering/ranting kering.

2. Cara Kerja :

- a. Ukur panjang saluran terbuka / paritan dengan meteran, beri tanda dan catat panjangnya. (misalnya 4,00 m = 400 Cm)
- b. Ukur lebar saluran terbuka dengan meteran misalnya 0,6 m = 60 Cm.
- c. Ukur kedalaman air dengan garisan, misalnya 0,2 m = 20 cm.
- d. Lepaskan pelampung pada titik penataan awal (0,00 m) dan bersamaan dengan itu hidupkan stopwatch.
- e. Matikan stopwatch setelah pelampung mencapai titik penataan akhir (4,00 m)
- f. Baca angka yang tertera pada stopwatch, misalnya 10 detik.
- g. Menghitung debit air

$$Q = A \times V \text{ m}^3/\text{det.}$$

Keterangan :

Q = debit air, $\text{m}^3 / \text{detik}$

A = luas penampang basah, m^2

V = kecepatan aliran m/detik

Menggunakan contoh di atas maka didapat :

Luas penampang basah $A = 0,60 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 0,12 \text{ m}^2$

Kecepatan aliran $V = 4,00 \text{ m} / 10 \text{ detik} = 0,4 \text{ m}/\text{detik}$

Debit aliran $Q = 0,12 \text{ m}^2 \times 0,4 \text{ m}/\text{detik} = 0,048 \text{ m}^3/\text{detik.}$

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ liter}$, maka $Q = 48 \text{ liter}/\text{detik}$

- h. Ulangi langkah d sampai dengan g untuk masing-masing regu. Jadi jika ada 4 regu maka didapat 4 data debit.
- i. Hitung debit rata-rata dengan menjumlahkan ke empat data ($Q_1+Q_2+Q_3+Q_4$) di bagi empat.

3. Mengukur Debit Air dengan V Notch 90°

Alat : Plat berbentuk V dengan sudut 90° dan penggaris

Cara kerja :

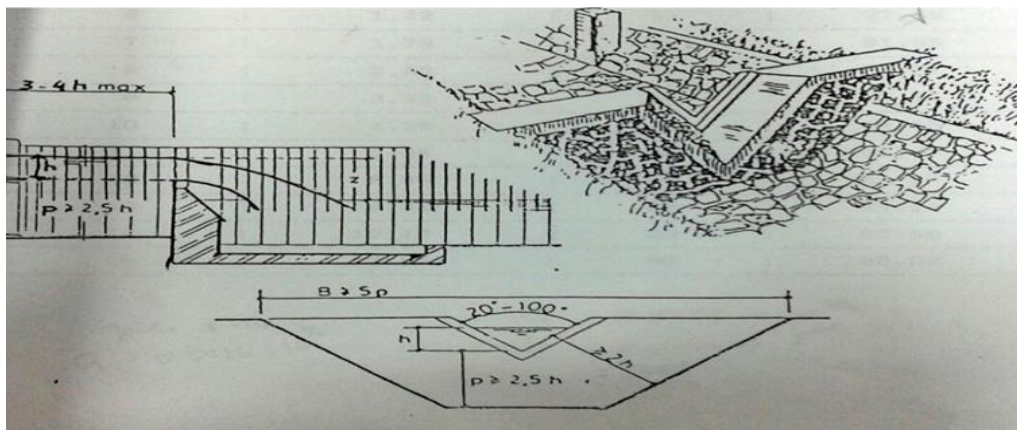
- Cari aliran air permukaan yang memiliki bentuk saluran dan dapat dibendung
- Lakukan pembendungan air dengan Plat V, dan pastikan air tidak merembes di sela-sela plat
- Air yang keluar dari permukaan V diukur ketinggiannya dari dasar V
- Menghitung debit dengan rumus :

$$Q = 1.38H^{5/2}$$

Keterangan :

Q = Debit (m³/det)

H = Tinggi muka air di atas punggung bendung (m)



Gambar A.1. V-Notch

4. Mengukur pH Air

Lokasi : Sendang Beji

1. Alat : pH meter.

Alat pH meter yang di miliki Program Studi Teknik Pertambangan merk Lutron type YK-2001CT, merupakan multi fungsi / *alat three in one* yaitu satu alat yang dapat berfungsi untuk mengukur tiga parameter yaitu pH, *Electric conductivity* (EC) dan *Total Dissolved Solid* (TDS).

2. Cara Kerja

- a. Pasang pH Electrode / pH prop pada BNC Socket (gambar 1, 3-14).
- b. Sediakan air yang akan di ukur pH-nya di dalam botol aqua atau di ember.
- c. Tekan tombol power (gambar 1, 3-2) agak di tahan sehingga pH meter dalam posisi on/hidup.
- d. Pilih tombol fungsi (Function switch-gambar 1, 3-10), pada posisi temperatur pH otomatis (pH AUTO TEMP).
- e. Masukkan pH prob ke dalam air yang telah di sediakan.
- f. Baca nilai pH pada layar LCD setelah angka tersebut tetap atau tidak berubah lagi.
- g. Catat nilai pH pada buku catatan saudara
- h. Ulangi praktik ini sampai 3 kali (3 contoh air), shingga di peroleh 3 data pH.
- i. Setelah selesai pengukuran, bersihkan electrode dengan air murni (aquades).
- j. Contoh terbaca : 8.48, maka berarti air ini agak bersifat basa. Apabila terbaca pH = 7.00 ini berarti netral dan apabila kurang dari 7 berarti bersifat asam. Untuk air baku air minum dipersyaratkan pH berkisar antara 6-9 (Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, tentang kriteria baku mutu kualitas air).

3. FRONT PANEL DESCRIPTION

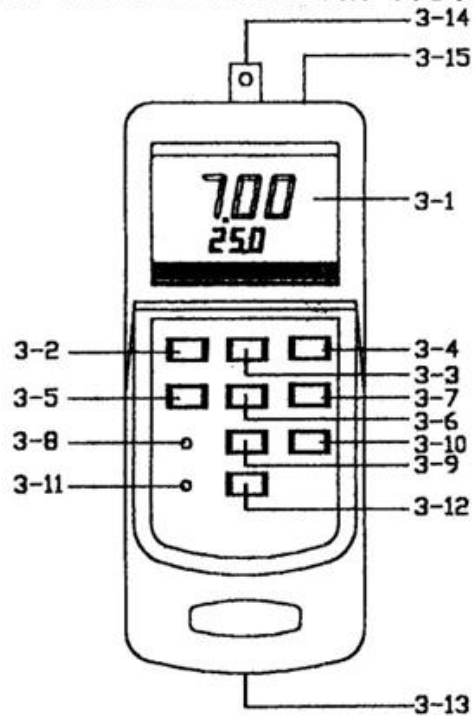


Fig. 1

- | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| 3-1 Display | 3-9 Manual Temp. Button |
| 3-2 Power Off/On button | 3-10 Function Select Switch |
| 3-3 Data Hold Button | 3-11 SLOP(PH 4) Calibration VR |
| 3-4 °C/°F button | 3-12 >> Button (Manual Temp. adjust) |
| 3-5 Memory "Record" Button | 3-13 Battery Compartment/Cover |
| 3-6 Memory "Call" Button | 3-14 Input Socket (BNC, for PH & mV) |
| 3-7 > Button (Manual Temp. adjust) | 3-15 Temp. Probe Input Socket |
| 3-8 CAL.(PH 7) Calibration VR | |

Gambar A.2. Panel Alat pH meter

Spesifikasi Alat pH meter type Lutron YK-2001CT

2-1 General Specifications

Circuit	Custom one-chip of microprocessor LSI circuit.	
Display	Dual function meter's display, 13 mm(0.5") 13 mm (0.5") super large LCD display.	
Measurement	PH	0 to 14 PH
	mV	0 to 1999 mV
	Temperature	0 to 65 °C 32 to 150 °F
Input Impedance	10 ¹² ohms.	
Temperature Compensation For PH Range	Manual	0 to 100 °C, adjusting by push button on front panel.
	Automatic	With the optional TEMP. probe, 0 to 65 °C.
Calibration For PH Range	Built in SLOPE(PH 4) & CAL.(PH 7) calibration VR (multi-turns potentiometers) on front panel, high reliability.	
Data hold	To hold the reading values on display.	
Memory Recall	Records Maximum, Minimum and Average readings with RECALL.	
Power off	Auto shut off saves battery life, or manual off by push button.	

Over input indication	Indication of " - - - - ".
PH Electrode	Any combination PH electrode with BNC connector/
Operating Temperature	0 °C to 50 °C(32 °F to 122 °F).
Operating Humidity	Max. 80% RH.
Sampling Time	Approx. 0.8 second.
Power Supply	006P DC 9V battery(Heavy duty type).
Power Current	Approx. DC 5.7 mA.
Weight	270 g/0.59 LB (included batteries)
Size (meter)	185 x 78 x 38 mm (7.3 x 3.0 x 1.5 inch).
Standard Accessories	Instruction manual.....1 PC.
Optional Accessories	Carrying case pH electrode, PE-01, PE-11, PE-03. ATC temp. probe, TP-07. PH 4 buffer solution, PH-04. PH 7 buffer solution, PH-07.

2-2 Electrical Specifications (23 ± 5 °C)

Measurement	Range	Resolution	Accuracy
PH	0 to 14 PH	0.01 PH	±(0.03 PH + 2 d)
mV	0 to 1999 mV	1 mV	± (0.5% + 1 d)
Temp.(°C)	0 to 65 °C	0.1 °C	± 1°C (0 - 50°C) ± 4°C (> 50°C)
Temp.(°F)	32 to 150 °F	0.1 °F	±1.8 °F(32 - 122°F) ±7.2 °F(> 122°F)

* PH accuracy are based on after calibration, meter only.

* Spec. tested under the environment RF Field Strength less than 3 V/M & frequency less than the 30 MHz only.

5. Mengukur *Electric Conductivity* (Daya Hantar Listrik)

Lokasi : Sendang Beji

1. Alat : EC meter (*Electric conductivity* meter)
2. Cara Kerja
 - a. Pasang EC prob pada alat EC meter (Gambar A.2, 3-6)
 - b. Pastikan bahwa EC prob pada posisi terkunci (tombol switch hitam pada posisi tertutup).
 - c. Tekan tombol power agak di tahan sehingga EC meter dalam posisi on/hidup.
 - d. Tekan/gunakan tombol C (Gambar A.2, 3-3) untuk memilih pengukuran conductivity, yang ditunjukkan dengan munculnya satuan “mS” (mili Siemens).
 - e. Sediakan air yang akan di ukur daya hantar listrik (EC) nya di dalam botol aqua atau di ember.
 - f. Masukkan EC prop ke dalam air yang telah di sediakan.
 - g. Pilih kisaran konduktivitas yang cocok dengan menekan TOMBOL RANGE (B Botton).
 - h. Jika hasil display menunjukkan “----“ (garis putus-putus agak keatas) menunjukkan kondisi overload, maka pilih kisaran (range) yang lebih tinggi.
 - i. Jika hasil display menunjukkan “_ _ _ _“ (garis putus-putus agak ke bawah) menunjukkan kondisi di luar range, maka pilih kisaran (range) yang lebih rendah.
 - j. Selama pengukuran pada bagian bawah LCD display akan muncul temperatur dalam unit °C atau °F tekan TOMBOL A atau tombol °C/°F.
 - k. Alat ini dapat mengukur pada temperature 0-50 derajat celcius.
 - l. Range 2 mS mampu mengukur 200 sampai 2.000 μ S (mikro Siemens) atau 0,2-2,0 μ S dengan ketelitian 1 mS = 0,001 μ S
 - m. Range 20 μ S mampu mengukur 2 sampai 20 μ S (mili Siemens) dengan ketelitian 0,01 mS. Catatan. 1 mS = 1000 μ S.
 - n. Baca nilai konduktivitas pada layar LCD setelah angka tersebut tetap atau tidak berubah lagi.
 - k. Catat nilai konduktivitas pada buku catatan saudara, misalnya 300 μ S.
 - l. Ulangi praktik ini sampai 3 kali (3 contoh air), sehingga di peroleh 3 data konduktivitas.

3. FRONT PANEL DESCRIPTION

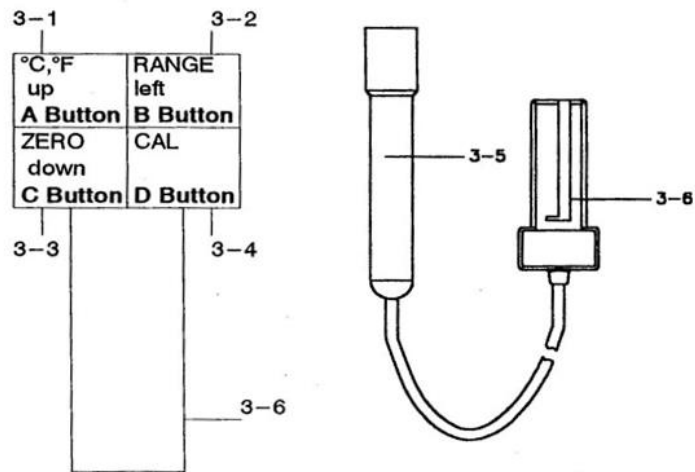


Fig. 1

- 3-1 °C,°F Button/up Button (A Button)
- 3-2 RANGE Button/left Button (B Button)
- 3-3 CD/TDS, down Button (C Button)
- 3-4 Temp. C Button (D Button)
- 3-5 Conductivity Probe
- 3-6 Conductivity Probe Plug

Gambar A.3 Panel CD/TDS PROBE

6. Mengukur jumlah zat padat terlarut (TDS)

Lokasi : Sendang Beji

1. Alat : TDS meter (*Total Dissolved Solid* meter)
2. Cara Kerja :
 - a. Pengoperasian alat ini sama dengan mengoperasikan EC meter, perbedaannya pada penggunaan "CD/TDS" Button (C Button), Gambar 2, 3-3.
 - b. Pasang TDS prob pada alat TDS meter (gambar 2, 3-6)
 - c. Pastikan bahwa TDS prob pada posisi terkunci (tombol switch hitam pada posisi tertutup).
 - d. Tekan tombol power agak di tahan sehingga TDS meter dalam posisi on/hidup.
 - e. Tekan/gunakan tombol C (gambar 2, 3-3) untuk memilih pengukuran TDS, yang ditunjukkan dengan munculnya huruf "P"
 - f. Sediakan air yang akan di ukur Jumlah zat padat terlarut (TDS) nya di dalam botol aqua atau di ember.
 - g. Masukkan/celupkan TDS prob ke dalam air yang telah di sediakan.
 - h. Pilih kisaran TDS yang cocok dengan menekan TOMBOL RANGE (B Botton).
 - i. Jika hasil display menunjukkan "----" (garis putus-putus agak keatas) menunjukkan kondisi overload, maka pilih kisaran (range) yang lebih tinggi.
 - j. Jika hasil display menunjukkan "_ _ _ _" (garis putus-putus agak ke bawah) menunjukkan kondisi di luar range, maka pilih kisaran (range) yang lebih rendah.
 - k. Selama pengukuran pada bagian bawah LCD display akan muncul temperatur dalam unit °C atau °F tekan TOMBOL A atau tombol °C/°F.
 - l. Alat ini dapat mengukur pada temperature 0-50 derajat celcius.
 - m. Range 2000 ppm mampu mengukur TDS 132 sampai 1.320 ppm. dengan ketelitian 1 ppm. (ppm = part per million) atau (1/1.000.000 bagian)
 - n. Range 20.000 ppm mampu mengukur TDS dari 1.320 sampai 13.200 ppm dengan ketelitian 10 ppm.
 - o. Baca nilai TDS pada layar LCD setelah angka tersebut tetap atau tidak berubah lagi.
 - m. Catat nilai TDS pada buku catatan saudara, misalnya 300 ppm. Artinya dalam satu liter air terdapat 300 mgr zat padat yang terlarut.
 - n. Ulangi praktik ini sampai 3 kali (3 sampel air), shingga di peroleh 3 data TDS.



Gambar A.4. Pengambilan sampel mata air (Voclus) di lereng bukit, warna jernih, debit 50-200 liter/detik di Dusun Beji, Desa Girijati, Kecamatan Purwosari. Nomor sampel 39AK. Koordinat S $08^{\circ} 01' 06,2''$ dan E $110^{\circ} 20' 36,7''$