

IDENTIFIKASI MINERAL MAGNETIK MENGGUNAKAN METODA X-RAY DIFFRACTION (XRD) TERHADAP POLUSI DI KOTA PADANG

Catur Krisna Gobah^{*)}, Mahrizal^{**)}, Harman Amir^{**)}

^{*)}Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

^{**)}Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

email: caturkrisna79@gmail.com

ABSTRACT

Many industrial processes such as the production of steel and cement, generate airborne magnetic material. That Particle to contained organized as magnetic mineral included kind of iron sulfide mineral and iron titanium sulfide. Industrial process using as a power plant in that process. Before being burned, coal is essentially nonmagnetic. The process of combustion causes the pyrite present dissociate and form pyrrhotite and sulfur gas. Above about 1350 K, pyrrhotite decomposes into sulfur and iron. Spherical iron particles are formed and subsequently oxidize to magnetite. This research intent on determine level of pollution and kind of magnetic mineral in a pollutant of padang city by undertaking measuring value of magnetic suseptibility. By assume topsoil as a pollutant collector, so making use topsoil as a sample in this research. Measuring value of magnetic suseptibility by using magnetic suseptibilitymeter. Then identification kind of magnetic mineral by using a X-Ray Diffractometer (XRD). Data proessing output of XRD organized as chart for know the kind of magnetic mineral. Data output from measuring value of magnetic suseptibility for know the pollution levels. Result of this research magnetic mineral has present in the Padang city magnetite is a big part. Hematite is a other mineral magnetic only one sample contained that magnetic mineral just in sample KTT 06this sample taking at Lubuk Buaya, Koto Tengah subdistrict.

Keywords : Pollution, Magnetic Mineral, X – Ray Diffraction (XRD)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang berkembang, hal ini di tandai dari kemajuan kota-kota besarnya. Kemajuan kota yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berkembangnya transportasi, berkembangnya industri atau pertambangan, dan lain-lain. Pengaruh berkembangnya industri terhadap lingkungan seperti menghasilkan emisi industri yang mengakibatkan kualitas udara tidak sesuai dengan kualitas udara.

Polusi udara adalah kehadiran satu atau lebih substansi fisik, kimia, atau biologi (unsur-unsur yang berbahaya) di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan, serta mengganggu estetika dan kenyamanan (menurunkan kualitas lingkungan) ataupun merusak properti. Polusi udara yang berbahaya bagi kesehatan manusia adalah partikulat (debu) yang mengandung jelaga, hidrokarbon, sulfurdioksida dan nitrogen oksida. Partikulat berukuran besar dapat tertahan di bagian atas saluran pernapasan manusia, sedangkan partikulat berukuran kecil dan gas dapat mencapai paru-paru. Dari paru-paru, polutan diserap oleh sistem peredaran darah dan menyebar keseluruh tubuh.^[8]

Mineral magnetik sebenarnya selalu ada secara alamiah pada batuan, tanah, atau endapan sedimen, meskipun secara kuantitatif kelimpahannya cukup kecil yaitu sekitar 0.1 % dari massa total batuan atau endapan^[4]. Banyak proses industri seperti produksi baja dan semen menghasilkan partikel-partikel yang berbentuk debu dan abu terbang (*fly ash*). Partikel

tersebut mengandung polutan berbentuk mineral magnetik. Proses industri menggunakan pembakaran batubara sebagai sumber energi. Pada dasarnya batubara tersebut bukanlah mineral magnetik. Batubara tersebut mengandung *pyrite* (FeS_2). *Pyrite* (FeS_2) tersebut akan berubah menjadi *pyrrhotite* (Fe_7S_8) dan gas sulfur pada saat batubara dibakar. Pada suhu di atas sekitar 1350 K, *pyrrhotite* (Fe_7S_8) akan terurai menjadi sulfur dan besi. Partikel besi yang dihasilkan kemudian akan teroksidasi menjadi mineral magnetik *magnetite* (Fe_3O_4). *Magnetite* merupakan mineral tergolong oksida besi. Partikulat mineral yang terhirup dapat menjadi risiko kesehatan, terutama dalam ukuran butir yang lebih kecil pada U.S *power station*, pemabakaran batubara sebanyak 830 juta ton menghasilkan mineral *magnetite* $\pm 1,5 \text{ ng/cm}^2/\text{hari}$ ($\pm 5 \text{ mg/m}^2/\text{tahun}$)^[1].

Penyelidikan pengaruh emisi industri terhadap nilai suseptibilitas magnetik yang diantaranya dilakukan oleh Strzyszc dan Heller. Sampel yang digunakan adalah debu metalurgi dan abu terbang dari pembangkit listrik batu bara dan besi di Upper Silesia serta topsoil di sekitar dekat tanaman di Ojcow, yang berjarak 25 km sebelah timur dari kawasan industri. Penelitian lain oleh Schiavon dan Zhou mengkarakterisasi fraksi magnetik aerosol antropogenik udara. Sampel yang digunakan adalah pelapukan kerak yang ada pada beberapa bangunan bersejarah di Inggris. Pengkarakterisian ini dilakukan untuk membedakan antara jenis emisi yang berbeda dan sumber partikel yang terkandung pada sampel dengan komposisi tertentu. Penyelidikan

tersebut menunjukkan pembakaran listrik batubara dapat mencemari daerah kawasan industri dan sekitarnya^[4].

Sumber polusi dari kegiatan industri di Kota Padang dapat berasal dari pabrik pengolah semen, karet, dan CPO (*crude palm oil*). Kota Padang terdiri dari 11 kecamatan yang diantaranya di daerah tersebut terdapat beberapa pabrik, seperti pabrik semen, karet, dan sawit. Data dari Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Bapeldalda) Padang ada sebelas pabrik besar yang bergerak di pengolahan bahan baku, yang mempengaruhi pencemaran udara di Kota Padang^[3]. Pabrik pengolahan karet, sawit dan semen. Dari sebelas pabrik itu, yang paling berpotensi ada enam pabrik. Satu pabrik pengolahan semen dan lima pabrik karet. Pengerak roda industri itu membuat udara tak bersih. Jika lebih diperinci lima pabrik karet tersebut hanya mencemari lingkungan sebatas bau tak sedap. Sementara itu pabrik pengolahan semen berdampak sangat besar. Kebanyakan proses industri menghasilkan partikel-partikel yang beterbangan di udara bergerak mengikuti aliran udara dan sebagian yang dekat dengan permukaan akan mengendap pada tumbuhan, bangunan, dan tanah langsung jatuh ke tanah permukaan yang disebut dengan topsoil.

Mineral magnetik merupakan polutan yang dapat membahayakan manusia dan lingkungan apabila tingkatannya sudah termasuk tinggi^[5]. Tingkatan polusi tersebut bisa diketahui melalui metoda suseptibilitas magnetik dilihat dari nilai suseptibilitas magnetiknya. Nilai suseptibilitas magnetik diperoleh menggunakan alat *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* model MS2 yang dihubungkan dengan sensor MS2B yang mempunyai diameter internal 36 mm, dan frekuensi 465 Hz. Sensor *Bartington* menciptakan medan magnet yang lemah dari *alternating current* (AC) dengan medan lemah 80 A/m, mendeteksi magnet dari bahan, dan menghitung kerentanan magnetik lalu nilainya ditampilkan pada layar digital^[2], sedangkan jenis dari mineral magnetik yang terkandung dalam polutan dapat diketahui menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Pada penelitian ini akan dilakukan pengukuran nilai medan magnetik dan nilai intensitas untuk mengetahui Jenis mineral magnetik sehingga penelitian ini diberi judul "Identifikasi Mineral Magnetik Menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) Terhadap Polusi Di Kota Padang".

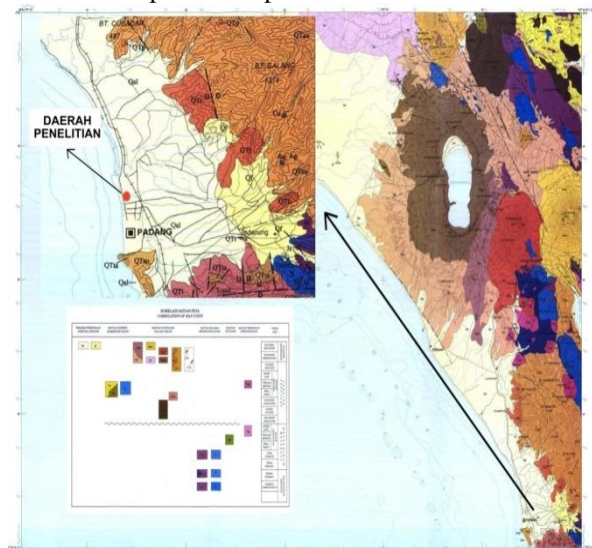
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat deskriptif. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diambil dari hasil pengukuran menggunakan alat *Bartington Susceptibility meter* dan alat *X-Ray Diffraction* (XRD). Sampel pada penelitian ini diambil di beberapa titik di Kecamatan Kota Padang.

Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dilakukan di laboratorium Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Pengukuran kandungan jenis mineral magnetik pada sampel dilakukan di laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

Pada penelitian ini jenis sampel adalah topsoil, yang diambil pada delapan kecamatan. Semua sampel berjumlah 54 sampel, yaitu : 10 sampel di Kecamatan Koto Tengah, 5 sampel di Kecamatan Kuranji, 6 sampel di Kecamatan Padang Barat, 5 sampel di Kecamatan Padang Selatan, 4 sampel di Kecamatan Lubuk Begalung, 5 sampel di Kecamatan Padang Timur, 12 sampel di Kecamatan Padang Utara, dan 7 sampel di Kecamatan Pauh.

Masing-masing sampel dibedakan dengan sistem penamaan sampel, yaitu nama site (kecamatan), jenis sampel, urutan pengambilan sampel. Contoh : KTT01, yaitu Koto Tengah, Topsoil, pengambilan pertama. Posisi sampel secara geografis (dalam bentuk koordinat geografis) ditentukan dengan menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*). Peta lokasi pengambilan sampel topsoil di delapan kecamatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel topsoil^[3]

Sampel yang telah diambil tersebut dikeringkan terlebih dahulu untuk mengurangi kadar air yang terkandung didalamnya. Sampel yang telah kering dihaluskan menggunakan lumpang alu lalu di ayak. Sampel yang sudah halus diukur nilai suseptibilitas magnetiknya menggunakan alat *Bartington Susceptibility Meter*. Masing – masing sampel diukur nilai suseptibilitas magnetiknya sebanyak 3 kali pengukuran, hasil ketiga pengukuran di rata-ratakan.

Dari hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik sampel dapat dikelompokkan kedalam 3 golongan tingkatan polusi yaitu polusi tercemar tinggi, polusi tercemar sedang, dan polusi tercemar rendah untuk ditentukan kandungan mineral magnetiknya. Pada 54 sampel didapat 45 sampel

masuk pada tingkatan polusi tercemar tinggi, 9 sampel tingkatan polusi tercemar sedang, dan tidak terdapat sampel yang masuk pada tingkatan polusi tercemar rendah. Terdapat 10 Sampel yang diidentifikasi kandungan mineral magnetiknya dengan 8 sampel golongan tercemar tinggi dan 2 sampel golongan tercemar sedang. Sampel yang termasuk golongan tercemar sedang adalah KUT 02 dan KTT 06. Sampel yang termasuk golongan tercemar tinggi adalah LBT 02, PUT 12, PTT 03, PAT 05, PST 04, PBT 05, PBT 06.

Hasil pengukuran menggunakan XRD akan memperlihatkan kandungan mineral yang terdapat pada sampel. Untuk menentukan kandungan mineral magnetik hasil pengukuran menggunakan XRD dikelompokkan mana mineral yang termasuk mineral magnetik dengan mengolah data. Hasil pengukuran menggunakan XRD dimasukkan kedalam tabel. Untuk memudahkan dalam memperoleh kesimpulan penelitian hasil pengukuran diplot kedalam bentuk grafik.

HASIL dan PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik menggunakan alat *Bartington Susceptibility Meter* menunjukkan bahwa dari 54 sampel didapatkan hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik (χ) yang bervariasi dari yang terendah terdapat di lokasi Kecamatan Pauh pada nilai suseptibilitas magnetik (χ) $332.1 (x10^{-8} m^3/kg)$, sedangkan suseptibilitas magnetik (χ) tertinggi di lokasi Kecamatan Padang Barat pada nilai suseptibilitas magnetik $4135.9 (x10^{-8} m^3/kg)$. Hasil pengkuran kandungan mineral magnetik pada sampel adalah sebagai berikut:

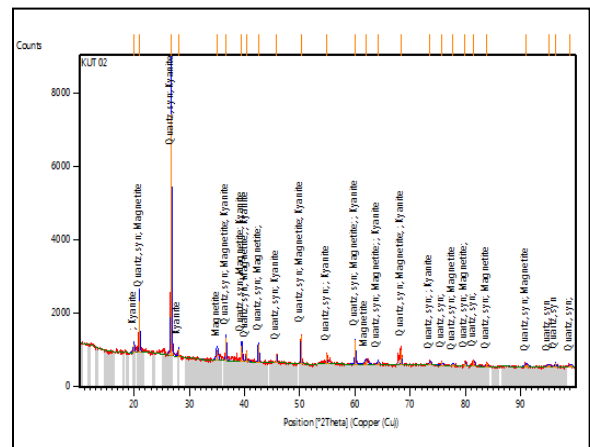
Sampel KUT 02

Data hasil pengukuran sampel KUT 02 menggunakan XRD berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif dapat dilihat pada Tabel 1. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *Hight Score Plus*. Hasil olahan berupa difraktogram difraktogram yang dihasilkan berupa puncak-puncak intensitas sepanjang nilai 2θ dengan bentuk yang bervariasi.

Pada Tabel 1 merupakan data sudut difraksi, jarak spasi, dan intensitas relatif dari sampel KUT 02 yang mencapai puncak difraksi. Puncak difraksi dapat dilihat setelah semua data telah diplot dan diolah menggunakan software *high score plus*. Hasil pengolahan dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Data Hasil pengukuran XRD sampel KUT 02.

| No | $2\theta (^{\circ})$ | $d [Å]$ | $I_r (%)$ | No | $2\theta (^{\circ})$ | $d [Å]$ | $I_r (%)$ |
|----|----------------------|---------|-----------|----|----------------------|---------|-----------|
| 1 | 19,9143 | 4,45857 | 3,56 | 14 | 61,9328 | 1,49708 | 1,57 |
| 2 | 20,9260 | 4,24523 | 21,50 | 15 | 64,0960 | 1,45167 | 1,33 |
| 3 | 26,6971 | 3,33921 | 100,00 | 16 | 68,3579 | 1,37118 | 6,42 |
| 4 | 28,0058 | 3,18608 | 3,26 | 17 | 73,5389 | 1,28684 | 1,27 |
| 5 | 34,9889 | 2,56455 | 3,86 | 18 | 75,6889 | 1,25554 | 1,69 |
| 6 | 36,5943 | 2,45564 | 9,69 | 19 | 77,6805 | 1,22825 | 1,07 |
| 7 | 39,5042 | 2,28121 | 6,85 | 20 | 79,8803 | 1,19987 | 1,84 |
| 8 | 40,3190 | 2,23697 | 4,43 | 21 | 81,4914 | 1,18017 | 2,45 |
| 9 | 42,4933 | 2,12741 | 7,35 | 22 | 83,8239 | 1,15316 | 1,51 |
| 10 | 45,8145 | 1,98062 | 3,72 | 23 | 90,9846 | 1,08013 | 1,15 |
| 11 | 50,1745 | 1,81826 | 11,95 | 24 | 98,9354 | 1,04472 | 0,76 |
| 12 | 54,8932 | 1,67260 | 3,91 | 25 | 96,2626 | 1,03441 | 2,03 |
| 13 | 59,9938 | 1,54074 | 10,24 | | | | |



Gambar 2. Plot grafik data sampel KUT 02 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 2 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel KUT 02. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *kyanite*.

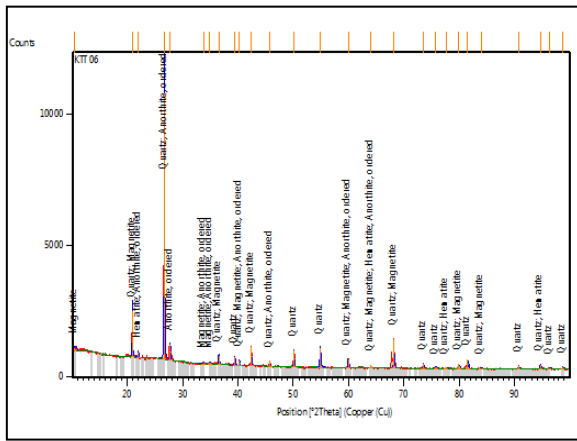
Sampel KTT 06

Data pengukuran sampel KTT 06 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel KTT 06 dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran XRD pada sampel KTT 06

| No | 2θ (°) | d [Å] | I _r (%) | No | 2θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|---------|--------------------|----|---------|---------|--------------------|
| 1 | 10,4954 | 8,42906 | 1.52 | 15 | 59,9116 | 1,54266 | 3.51 |
| 2 | 20,8796 | 4,25456 | 17.19 | 16 | 64,0213 | 1,45318 | 1.26 |
| 3 | 21,9632 | 4,04705 | 2.19 | 17 | 68,1454 | 1,37493 | 11.13 |
| 4 | 26,6550 | 3,34439 | 100.00 | 18 | 73,4729 | 1,28783 | 1.77 |
| 5 | 27,7281 | 3,21735 | 6.05 | 19 | 75,6891 | 1,25554 | 0.47 |
| 6 | 33,7430 | 2,65633 | 0.57 | 20 | 77,6110 | 1,22918 | 0.44 |
| 7 | 34,9237 | 2,56919 | 0.76 | 21 | 79,8680 | 1,20002 | 1.92 |
| 8 | 36,4952 | 2,46208 | 3.55 | 22 | 81,4742 | 1,18037 | 3.65 |
| 9 | 39,4280 | 2,28544 | 3.21 | 23 | 83,8802 | 1,15253 | 0.30 |
| 10 | 40,2530 | 2,24048 | 2.03 | 24 | 90,7793 | 1,08203 | 1.23 |
| 11 | 42,4271 | 2,13057 | 7.28 | 25 | 96,2958 | 1,04810 | 1.94 |
| 12 | 45,7663 | 1,98259 | 2.24 | 26 | 94,6051 | 1,03414 | 0.45 |
| 13 | 50,0965 | 1,82090 | 6.57 | 27 | 98,6630 | 1,01557 | 0.74 |
| 14 | 54,8286 | 1,67303 | 7.57 | | | | |



Gambar 3. Plot grafik data sampel KUT 02 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 3 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel KTT 06. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* dan *hematite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *anorthite*.

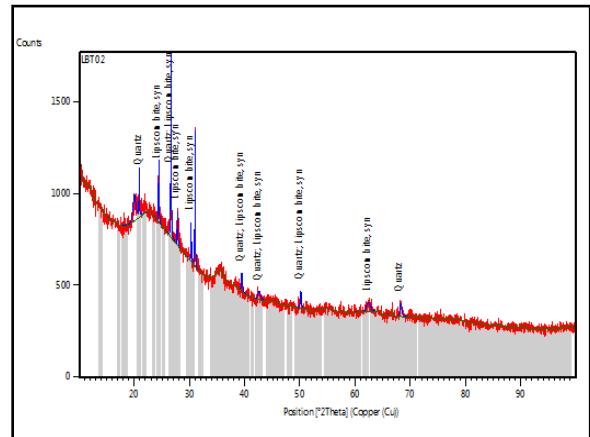
Sampel LBT 02

Data pengukuran sampel LBT 02 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel LBT 02 dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 3. Data hasil pengukuran XRD pada sampel LBT 02

| No | 2θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|---------|--------------------|
| 1 | 19,9990 | 4,43987 | 11.02 |
| 2 | 20,8738 | 4,25574 | 24.25 |
| 3 | 24,4114 | 3,64644 | 30.35 |
| 4 | 26,6421 | 3,34597 | 100.00 |
| 5 | 27,8230 | 3,20659 | 20.28 |
| 6 | 30,2597 | 2,95370 | 23.19 |
| 7 | 30,9812 | 2,88654 | 86.88 |
| 8 | 39,4883 | 2,28209 | 9.76 |
| 9 | 42,5693 | 2,12378 | 3.69 |
| 10 | 50,1329 | 1,81967 | 9.66 |
| 11 | 62,3807 | 1,48863 | 4.12 |
| 12 | 68,2561 | 1,37411 | 7.13 |



Gambar 4. Plot grafik data sampel LBsT 02 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 4 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel LBT 06. Mineral yang terkandung merupakan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *lipscombite*.

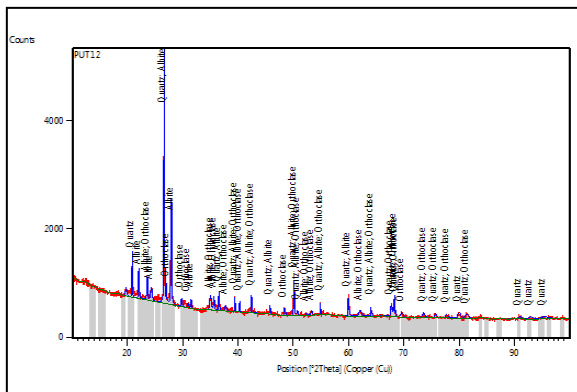
Sampel PUT 12

Data pengukuran sampel PUT 12 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PUT 12 dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 4. Data hasil pengukuran XRD pada sampel PUT 12

| No | 2 θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|---------|--------------------|
| 1 | 19,7270 | 4,50047 | 2.78 |
| 2 | 20,8412 | 4,26232 | 18.47 |
| 3 | 22,0373 | 4,03361 | 10.88 |
| 4 | 23,5600 | 3,77624 | 8.26 |
| 5 | 24,2805 | 3,66579 | 4.69 |
| 6 | 26,6197 | 3,34874 | 100.00 |
| 7 | 27,0518 | 3,29622 | 7.59 |
| 8 | 27,9148 | 3,19625 | 39.98 |
| 9 | 29,7801 | 3,00016 | 3.31 |
| 10 | 30,9517 | 2,88922 | 1.88 |
| 11 | 31,4745 | 2,84241 | 4.43 |
| 12 | 34,9957 | 2,56406 | 5.07 |
| 13 | 35,6082 | 2,52135 | 5.37 |
| 14 | 36,5092 | 2,46117 | 8.40 |
| 15 | 37,7254 | 2,38458 | 2.28 |
| 16 | 39,4335 | 2,28513 | 7.85 |
| 17 | 40,2829 | 2,23889 | 4.89 |
| 18 | 42,4253 | 2,13066 | 7.58 |
| 19 | 45,7407 | 1,98364 | 4.16 |
| 20 | 48,4010 | 1,88065 | 3.05 |
| 21 | 50,1051 | 1,82061 | 17.37 |



Gambar 5. Plot grafik data sampel PUT 12 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 16 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PUT 12. Mineral yang terkandung pada sampel merupakan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz*, *albite*, dan *orthoclase*.

Sampel PUT 09

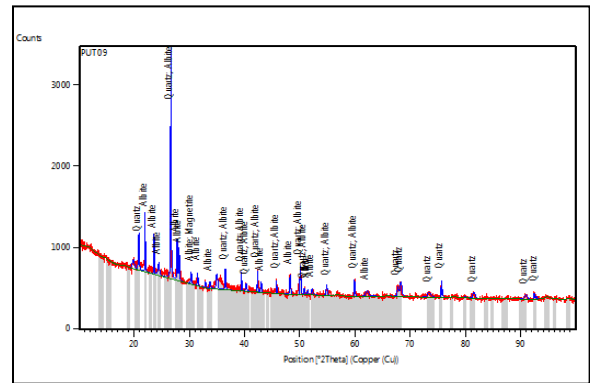
Data pengukuran sampel PUT 09 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada Tabel 5 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada

sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PUT 09 dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran XRD pada sampel PUT 09

| No | 2 θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|--------|--------------------|
| 1 | 19,815 | 4,4807 | 3.25 |
| 2 | 20,815 | 4,2676 | 14.18 |
| 3 | 21,944 | 4,0506 | 28.26 |
| 4 | 23,566 | 3,7753 | 18.13 |
| 5 | 24,403 | 3,6477 | 4.73 |
| 6 | 26,61 | 3,3499 | 100.00 |
| 7 | 27,753 | 3,2145 | 19.39 |
| 8 | 28,101 | 3,1755 | 13.68 |
| 9 | 30,281 | 2,9517 | 5.61 |
| 10 | 31,447 | 2,8448 | 7.34 |
| 11 | 32,834 | 2,7277 | 2.89 |
| 12 | 33,733 | 2,6571 | 2.94 |
| 13 | 34,946 | 2,5676 | 5.79 |
| 14 | 36,462 | 2,4643 | 9.95 |
| 15 | 39,424 | 2,2857 | 9.71 |
| 16 | 40,236 | 2,2414 | 2.94 |
| 17 | 42,3 | 2,1367 | 12.14 |



Gambar 6. Plot grafik data sampel PUT 09 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 6 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PUT 09. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *albite*.

Sampel PTT 03

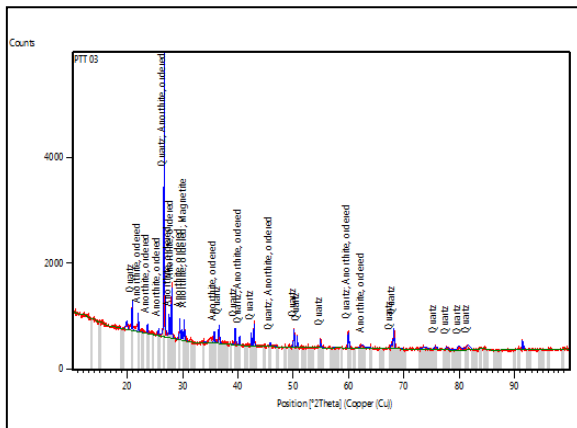
Data pengukuran sampel PTT 03 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 6.

Pada Tabel 6 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PTT 03 dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran XRD pada sampel PTT 03

| No | 2θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|--------|--------|--------------------|
| 1 | 19,819 | 4,4797 | 2.55 |
| 2 | 20,831 | 4,2644 | 10.80 |
| 3 | 21,941 | 4,0511 | 6.90 |
| 4 | 23,586 | 3,7721 | 3.08 |
| 5 | 25,617 | 3,4775 | 2.39 |
| 6 | 26,623 | 3,3483 | 100.00 |
| 7 | 27,508 | 3,2426 | 7.87 |
| 8 | 27,986 | 3,1883 | 20.12 |
| 9 | 29,431 | 3,035 | 8.10 |
| 10 | 29,882 | 2,9902 | 4.26 |
| 11 | 30,249 | 2,9547 | 8.53 |
| 12 | 35,655 | 2,5181 | 4.10 |
| 13 | 36,517 | 2,4607 | 6.95 |
| 14 | 39,468 | 2,2832 | 6.50 |
| 15 | 40,279 | 2,2391 | 4.22 |
| 16 | 42,408 | 2,1315 | 5.91 |

| No | 2θ (°) | D [Å] | I _r (%) |
|----|--------|--------|--------------------|
| 17 | 42,849 | 2,1106 | 10.86 |
| 18 | 45,761 | 1,9828 | 1.70 |
| 19 | 50,095 | 1,8209 | 7.56 |
| 20 | 50,626 | 1,8031 | 5.57 |
| 21 | 54,828 | 1,6744 | 3.97 |
| 22 | 59,926 | 1,5436 | 7.46 |
| 23 | 62,347 | 1,4894 | 0.96 |
| 24 | 67,679 | 1,3844 | 2.49 |
| 25 | 68,102 | 1,3757 | 9.28 |
| 26 | 73,643 | 1,2853 | 0.80 |
| 27 | 75,638 | 1,2563 | 1.29 |
| 28 | 77,642 | 1,2288 | 1.11 |
| 29 | 79,873 | 1,2 | 1.26 |
| 30 | 81,508 | 1,18 | 1.55 |
| 31 | 91,463 | 1,0757 | 4.28 |



Gambar 7. Plot grafik data pada sampel PUT 03 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 7 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PTT 03. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *anorthite*.

Sampel PAT 05

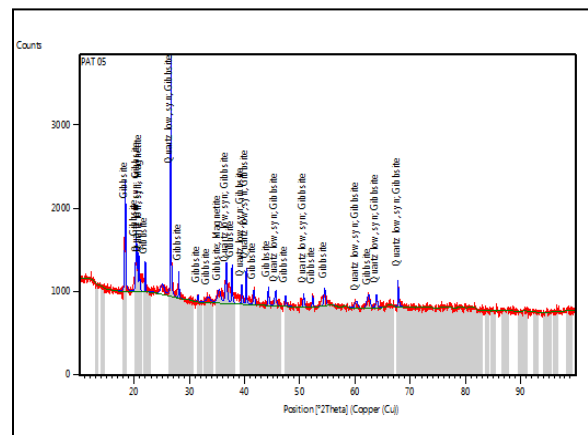
Data pengukuran sampel PAT 05 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 7.

Pada Tabel 21 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PAT 05 dapat dilihat pada Gambar 19.

Tabel 7. Data Hasil Pengukuran XRD PAT 05

| No | 2θ (°) | D [Å] | I _r (%) |
|----|--------|--------|--------------------|
| 1 | 18,364 | 4,8313 | 40.47 |
| 2 | 20,332 | 4,368 | 21.49 |
| 3 | 20,616 | 4,3083 | 14.00 |
| 4 | 20,916 | 4,2472 | 13.75 |
| 5 | 22,004 | 4,0397 | 12.79 |
| 6 | 25,065 | 3,5528 | 3.52 |
| 7 | 26,613 | 3,3496 | 100.00 |
| 15 | 40,276 | 2,2392 | 16.76 |
| 16 | 41,656 | 2,1682 | 6.35 |
| 17 | 44,265 | 2,0463 | 7.73 |
| 18 | 45,568 | 1,9908 | 5.89 |
| 19 | 47,411 | 1,9176 | 5.30 |
| 20 | 50,638 | 1,8027 | 6.16 |

| No | 2θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|--------|--------|--------------------|
| 8 | 28,062 | 3,1798 | 2.95 |
| 9 | 31,528 | 2,8377 | 12.18 |
| 10 | 33,366 | 2,6855 | 2.03 |
| 11 | 35,324 | 2,541 | 4.61 |
| 12 | 36,634 | 2,4531 | 15.05 |
| 13 | 37,685 | 2,3871 | 16.83 |
| 14 | 39,5 | 2,2815 | 7.81 |
| 21 | 52,284 | 1,7498 | 4.90 |
| 22 | 54,44 | 1,6855 | 7.10 |
| 23 | 60,166 | 1,538 | 2.63 |
| 24 | 62,362 | 1,489 | 5.10 |
| 25 | 63,854 | 1,4578 | 6.18 |
| 26 | 67,776 | 1,3815 | 14.13 |



Gambar 8. Plot grafik data pada sampel PAT 05 setelah diolah dengan *software high score plus*.

Pada Gambar 8 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PAT 05. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *gibbsite*.

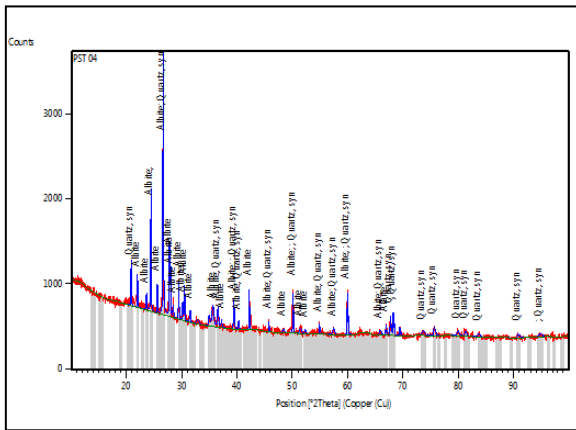
Sampel PST 04

Data pengukuran sampel PST 04 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 8.

Pada Tabel 8 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PST 04 dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 8. Data Hasil Pengukuran XRD PST 04

| No | 2 θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|--------|--------------------|
| 1 | 20,825 | 4,2656 | 17.45 |
| 2 | 21,968 | 4,0461 | 12.82 |
| 3 | 23,623 | 3,7663 | 6.13 |
| 4 | 24,393 | 3,6491 | 48.14 |
| 5 | 25,567 | 3,4842 | 13.19 |
| 6 | 26,614 | 3,3495 | 100.00 |
| 7 | 27,757 | 3,2141 | 27.70 |
| 8 | 27,97 | 3,1901 | 18.91 |
| 9 | 28,431 | 3,1394 | 5.26 |
| 10 | 29,421 | 3,036 | 18.07 |
| 11 | 30,16 | 2,9633 | 7.15 |
| 12 | 30,46 | 2,9348 | 15.24 |
| 13 | 31,475 | 2,8424 | 4.83 |
| 14 | 32,836 | 2,7276 | 1.46 |
| 15 | 34,959 | 2,5667 | 3.87 |
| 16 | 35,601 | 2,5219 | 6.87 |
| 17 | 36,521 | 2,4604 | 7.48 |
| 18 | 37,165 | 2,4193 | 2.63 |
| 19 | 39,408 | 2,2866 | 12.11 |
| 20 | 40,28 | 2,239 | 3.60 |
| 21 | 42,155 | 2,1437 | 19.10 |



Gambar 9. Grafik Hasil Pengukuran XRD PST 04

Pada Gambar 9 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Pada puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PST 04. Mineral yang terkandung pada sampel merupakan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *albite*.

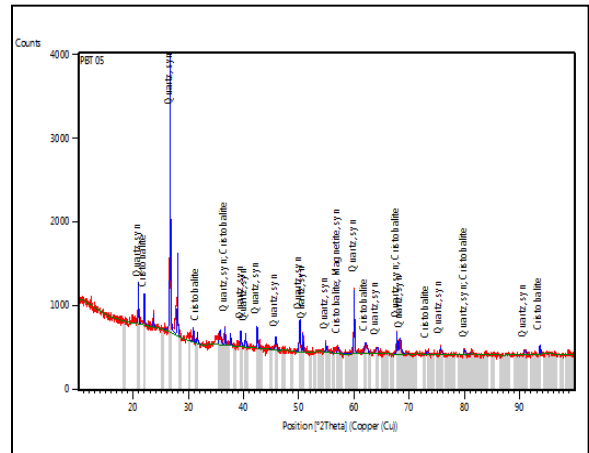
Sampel PBT 05

Data pengukuran sampel PBT 05 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 9.

Pada Tabel 9 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PBT 05 dapat dilihat pada Gambar 10.

Tabel 9. Data Hasil Pengukuran XRD PBT 05

| No | 2 θ (°) | d [Å] | I _r (%) |
|----|---------|--------|--------------------|
| 1 | 20,903 | 4,2498 | 15.12 |
| 2 | 21,995 | 4,0413 | 10.70 |
| 3 | 23,679 | 3,7576 | 4.82 |
| 4 | 26,677 | 3,3417 | 100.00 |
| 5 | 28,02 | 3,1845 | 32.65 |
| 6 | 30,854 | 2,8982 | 5.09 |
| 7 | 31,591 | 2,8322 | 4.05 |
| 8 | 35,717 | 2,5139 | 4.64 |
| 9 | 36,578 | 2,4567 | 8.87 |
| 10 | 37,609 | 2,3917 | 5.32 |
| 11 | 39,509 | 2,2809 | 6.44 |
| 12 | 40,342 | 2,2357 | 5.57 |
| 13 | 42,454 | 2,1293 | 8.98 |
| 14 | 45,808 | 1,9809 | 4.56 |



Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran XRD PBT 05

Pada Gambar 10 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PBT 05. Mineral magnetik yang terkandung adalah *magnetite* sedangkan mineral non magnetik yang terkandung adalah *quartz* dan *cristobalite*.

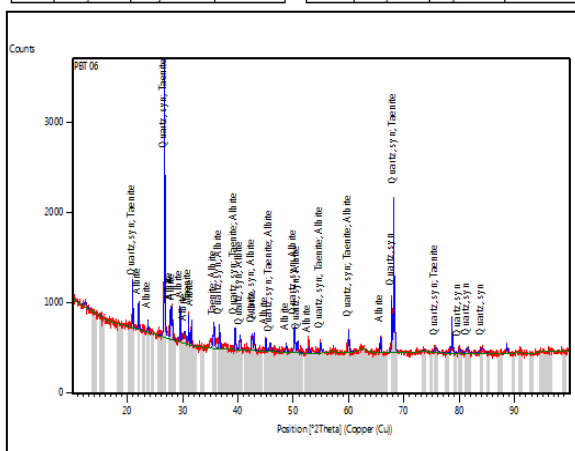
Sampel PBT 06

Data pengukuran sampel PBT 06 berupa sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif. Data hasil pengukuran tersebut digunakan untuk menganalisa jenis mineral yang terkandung pada suatu material, data pengukuran dapat dilihat pada Tabel 10.

Pada Tabel 10 merupakan data sudut difraksi, jarak antar bidang, dan intensitas relatif yang mencapai puncak difraksi yang signifikan. Puncak difraksi yang signifikan dapat dilihat dengan memplot semua data yang diperoleh kedalam grafik dan dengan menggunakan *software high score plus* maka akan diketahui mineral yang terkandung pada sampel. Plot data serta jenis mineral yang terkandung pada sampel PBT 06 dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 10. Data Hasil Pengukuran XRD PBT 06

| No | 2θ (°) | d [Å] | Ir (%) | No | 2θ (°) | d [Å] | Ir (%) |
|----|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|
| 1 | 12,407 | 7,1345 | 1.88 | 18 | 44,979 | 2,0154 | 5.93 |
| 2 | 20,938 | 4,2428 | 17.68 | 19 | 45,787 | 1,9817 | 2.84 |
| 3 | 22,024 | 4,0361 | 9.41 | 20 | 48,669 | 1,8709 | 3.61 |
| 4 | 23,723 | 3,7507 | 4.44 | 21 | 50,181 | 1,818 | 11.35 |
| 5 | 26,7 | 3,3389 | 100.00 | 22 | 50,77 | 1,7983 | 4.53 |
| 6 | 27,797 | 3,2096 | 11.29 | 23 | 52,799 | 1,7339 | 3.05 |
| 7 | 28,072 | 3,1788 | 11.29 | 24 | 54,911 | 1,6721 | 4.73 |
| 8 | 29,489 | 3,0291 | 13.66 | 25 | 59,993 | 1,542 | 9.76 |
| 9 | 30,305 | 2,9494 | 3.84 | 26 | 65,707 | 1,4199 | 7.61 |
| 10 | 31,041 | 2,8811 | 12.96 | 27 | 67,775 | 1,3816 | 24.21 |
| 11 | 31,546 | 2,8361 | 11.23 | 28 | 68,158 | 1,3747 | 69.73 |
| 12 | 35,601 | 2,5219 | 8.56 | 29 | 75,712 | 1,2552 | 1.81 |
| 13 | 36,59 | 2,4559 | 9.55 | 30 | 78,63 | 1,2158 | 16.87 |
| 14 | 39,506 | 2,2811 | 9.49 | 31 | 79,973 | 1,1987 | 1.62 |
| 15 | 40,353 | 2,2352 | 5.32 | 32 | 81,425 | 1,181 | 2.36 |
| 16 | 42,516 | 2,1263 | 6.63 | 33 | 84,032 | 1,1508 | 4.45 |
| 17 | 42,874 | 2,1094 | 8.07 | 34 | 88,562 | 1,1033 | 1.94 |



Gambar 11 . Grafik Hasil Pengukuran XRD PBT 06

Pada Gambar 11 terlihat puncak - puncak intensitas yang signifikan pada sudut tertentu. Puncak tersebut dapat dilihat nama mineral yang terdapat pada sampel PBT 06. Mineral yang terkandung pada sampel merupakan mineral non magnetik yaitu quartz, taelite, dan albite.

2. Pembahasan

Data hasil pengukuran menggunakan *magnetic susceptibitymeter* diperoleh nilai suseptibilitas magnetik yang bervariasi. Suseptibilitas magnetik yang bervariasi inilah yang dikelompokkan menjadi 3 golongan yang mana menurut Heller ada 3 kategori tingkatan polusi, yaitu kategori polusi tercemar rendah, kategori polusi tercemar sedang, dan kategori polusi tercemar tinggi.

Berdasarkan hasil pengukuran XRD dapat dilihat bahwa 6 diantara 10 sampel yang diukur didapati mineral magnetik yang terkandung sebagian besar adalah *Magnetite*, sedangkan *Hematite* hanya didapati pada sampel KTT 06. Mineral non magnetik yang terkandung pada sampel ada 9 jenis yaitu quartz, albite, anorthite, kyanite, lipscombite, orthoclase, gibbsite, cristobalite, taelite.

Secara keseluruhan, mineral yang diidentifikasi dengan XRD ada sebanyak 29 kandungan mineral dengan 11 jenis mineral yang berbeda. Secara persentase kandungan mineral

magnetik yang terdapat pada sampel adalah 24,13% dengan kandungan *magnetite* sebanyak 20,68% dan *hematite* sebanyak 3,45%. Mineral non magnetik terdapat pada sampel adalah sebesar 75,87% dengan kandungan quartz sebesar 34,48%, albite sebesar 13,79%, anorthite sebesar 6,90%, dan 6 mineral lainnya seperti kyanite, lipscombite, orthoclase, gibbsite, cristobalite, dan taelite masing – masing sebesar 3,45%.

KESIMPULAN

Hasil identifikasi dari mineral magnetik didapati 6 dari 10 buah sampel topsoil berdasarkan analisa data software *Hight Score plus* menunjukkan bahwa setiap sampel memiliki kandungan jenis mineral yang sama yaitu *magnetite* (Fe_3O_4) dan tidak seberapa sampel yang mengandung *hematite* (Fe_2O_3). Data dengan nilai suseptibilitas tinggi belum bisa dipastikan mengandung mineral magnetik. Mineral penyusun suatu material mempengaruhi nilai suseptibilitas suatu material tersebut karena masing – masing mineral mempunyai sifat kemagnetan yang kuat seperti ferromagnetik contoh bisa dilihat pada sampel PBT 06 yang memiliki nilai suseptibilitas $4135,9 \times 10^{-8} m^3 kg^{-1}$ memiliki kandungan mineral besi nikel (Fe,Ni) yang mana mineral tersebut mempunyai sifat ferromagnetik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Butler, R. F. 1992. *Paleomagnetism Magnetic Domains to Geologic Teranes*. Boston: Blackwell Scientific Publications
- [2] Dearing, J. 1999. *Environmental Magnetic Susceptibility: Using the Bartington MS2 System*. British Library Cataloguing in Publication Data.
- [3] Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat. (2012). *Peta Geologi Kota Padang*. Padang.
- [4] Evans, M. E dan F Heller. (2003). *Environment Magnetism Prinsiples and Aplication of Environmagnetics*. Academic Press: California.
- [5] Fitiani, D. dan Huliselan, E.K. 2010. Magnetic Properties as a Proxy Indicator of Environmental Pollution. *Jurnal JTM*, Vol. XVI No. 3.
- [6] Huliselan, E. K. dan Bijaksana, S., 2009. *Sifat-Sifat Magnetik Sebagai Indikator Proxy Kandungan Logam Berat pada Lumpur Lindi*. ITB.
- [7] Hunt, C. P. 1991. *Handbook From The Environmrntal Magnetism Workshop*. Minneapolis: University Of Minnesota.
- [8] Satriyo, Saputra. 2008. *Studi Kondisi Kimiawi Penyebaran Pb, Debu, Dan Kebisingan Di Kota Jakarta*. Jurnal kajian ilmiah lembaga penelitian Ubhara Jaya vol. 9 No.2 tahun 2008.