SKRIPSI FISIKA

UJI KEMAMPUAN ABSORBSI MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIOKSIDA (TiO_2), BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DAN SEMEN SEBAGAI PERISAI RADIASI SINAR-X

Disusun dan diajukan oleh

NURHALIMA

H211 15 011

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2021

UJI KEMAMPUAN ABSORBSI MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIAOKSIDA (TiO_2), BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DAN SEMEN SEBAGAI PERISAI RADIASI SINAR-X

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains

pada Program Studi Sarjana Fisika Departemen Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

NURHALIMA

H211 15 011

DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KEMAMPUSAN ABSORBSI MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIOKSIDA (TiO_2), BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DAN SEMEN SEBAGAI PERISAI RADIASI SINAR-X

Disusun dan diajukan oleh:

NURHALIMA

H211 15 011

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanunddin pada tanggal 9 Agustus 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing utama	Pembimbing Pendamping
Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si	Heryanto, S.Si, M.Si
NIP: 197509072000031006	NIP: 19911129202053001

Ketua Program Studi

Prof . Dr. Arifin, MT

NIP: 196705201994031002

PERNYATAAN KEASLIAN

yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Nurhalima
Nim	: H21115011
Program Studi	: Fisika
Jenjang	: S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulissan saya berjudul:

UJI KEMAMPUAN ABSORBSI MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIOKSIDA (TiO_2), BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DAN SEMEN SEBAGAI PERISAI RADIASI SINAR-X

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

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

Makassar, 9 Agustus 2021

Yang menyatakan

Nurhalima

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pembuat perisai radiasi sinar-X dengan bahan baku yang digunakan yaitu titanium diaoksida (TiO_2), barium karbonat ($BaCO_3$) dan semen. yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan absobsi bahan terhadap radiasi sinar-X. Dimana sampel dibuat dalam beberapa variasi komposisi bahan (TiO_2 dan $BaCO_3$) yaitu 5%, 10% dan 15%, dicetak dalam cetakan yang terbuat dari almunium foil dengan ukuran 10×8×4 cm kemudian diamkan selama 28 hari didalam wadah yang tertutup. Pengujian sampel perisai radiasi sinar-X menggunakan FTIR dan penyinaran sampel dengan pesawat mobile SIEMENS. Hasil yang didapatkan pada pengujian FTIR yaitu dimana terdapat gugus fungsi O-H (fenol), C-H (alkana),C-O (alkohol) dan C-H (alkena) pada sampel. Untuk hasil penyinaran sinar-X bisa dilihat bahwa seiring penambahan komposisi bahan pada sampel maka nilai intensitasnya akan menurun. Sampel yang paling banyak menahan radiasi ialah sampel yang komposisi bahannya 15% TiO_2 + 15% $BaCO_3$. Nilai yang didapatkan 2,11 mGy/min pada tegangan 60 kV, 3,373 mGy/min pada tegangan 70 kV dan 5,023 mGy/min.

Kata Kunci : TiO_2, $BaCO_3$, semen, FTIR dan sinar-X

ABSTRACT

Research has been carried out on the manufacture of X-ray radiation shields with the raw materials used, namely titanium dioxide (TiO2), barium carbonate (BaCO3) and cement. which aims to determine the ability of the material to absorb X-ray radiation. Where the samples were made in a variety of material compositions (TiO2 and BaCO3), namely 5%, 10% and 15%, printed in a mold made of aluminum foil with a size of 10 × 8 × 4 cm then let stand for 28 days in a closed container. Testing of X-ray radiation shield samples using FTIR and irradiating the samples with the SIEMENS mobile aircraft. The results obtained in the FTIR test are where there are O-H (phenol), C-H (alkanes), C-O (alcohol) and C-H (alkene) functional groups in the sample. For the results of X-ray irradiation, it can be seen that as the composition of the material is added to the sample, the intensity value will decrease. The sample that retains the most radiation is the sample whose material composition is 15% TiO2 + 15% BaCO3. The value obtained is 2,11 mGy / min at a voltage of 60 kV, 3,373 mGy / min at a voltage of 70 kV and 5,023 mGy / min.

***Keywords**: TiO_2,$BaCO_3$,FTIR and X-ray*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Subhanallahuwata'ala yang senantiasa melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia ilmu kepada hamba-Nya, sehingga atas izin dan perkenaan-Nya maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **"UJI KEMAMPUAN ABSORBSI MATERIAL KOMPOSIT TITANIUM DIAOKSIDA (TiO_2), BARIUM KARBONAT ($BaCO_3$) DAN SEMEN SEBAGAI PERISAI RADIASI SINAR- X"** yang merupakan syarat dalam menyelesaikan studi pada jurusan Fisika Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapatkan hambatan sehingga skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Dalam menyelesaikan skripsi ini penulis banyak bimbingan, petunjuk dan bantuan dari berbagai pihak yang sangat berarti dan berharga bagi penulis. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin sampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Kedua orang tua **(Marhaba & Hasmawati)** , yang selalu mendoakan penulis supaya bisa menyelesiakan skripsinya, yang selalu jadi sponsor utama buat penulis menjalankan kegiatan yang berkaitan dengan skripsi, menjadi pendengar setia saat penulis mulai menceritakan kegiatan-kegiatan saat menyelesaikan tugas akhir, menjadi alarm pengingat ketika lupa shalat dan bangun kesiangan. Dan penulis ingin meminta maaf yang sebesar-besarnya atas keterlambatan dalam menyelesaikan skripsinya.
2. Bapak **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si** selaku pembimbing utama dan bapak **Heryanto, S.Si, M.Si** selaku pembimbing pertama yang telah bersabar, banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, mendukung, serta memberi saran-saran selama penelitian, penulisan dan penyelesaian skripsi ini.

3. Bapak **Prof . Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc, Ph.D** dan bapak **Eko Juarlin, S.Si, M.Si** selaku tim penguji yang telah banyak meluangkan waktunya dan tenaga dalam memberi ilmu dan sarannya.
4. Bapak **Prof. Dr. Arifin, M.T** selaku Ketua Departement Fisika FMIPA UNHAS dan dosen pembimbing akademik yang telah memberi nasehat kepada penulis.
5. Bapak **Alan** selaku pembimbing saat melakukan penyinaran sinar-X di BPFK yang telah banyak meluangkan waktunya dan tenaganya
6. **Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**. Terimakasih atas ilmu dan bimbingannya selama ini semoga ilmunya akan selalu memberikan manfaat untuk semua orang.
7. Bapak/ibu **Staf pegawai** Departemen Fisika
8. Bapak staf Pegawai **FMIPA UNHAS**, terima kasih banyak atas bantuan-bantuannya
9. Saudara-saudariku **F15IKA** yang tidak bisa ku disebut satu-satu namanya ima mau mengucapkan terima kasih untuk semua cerita, bantuan dan pengalaman selama ini.
10. Buat **yuni** dan **rahmi** yang telah banyak membantu ima selama ini , mulai cari judul, jurnal dan sampai menyelesaikan skripsi ini. Mungkin tanpa kalian ima belum bisa berada pada posisi sekarang. Ima Cuma bisa mendoakan semoga kebaikan kalian dibalas sama Allah dan bernilai pahala. Amin
11. Buat penghungi grup **ngebet nikah** yang telah banyak membantu dan mendengarkan keluh kesah ima. Terima kasih sudah mau berteman dengan ima sejauh ini.
12. Buat penghuni grup **Halu Berklanjutan** terima kasih atas selama ini.
13. Buat **ike**, ima mau mengucapkan terima kasih sudah mau menampung di kostnya saat di makassar dan bantuannya dalam segala hal.
14. Buat **uga, roni, kak inayah, ido**, **kak fitri** dan teman- teman lab yang sudah banyak membantu ima dalam menyelesaikan skripsi. Dan terima kasih sudah mau direpotkan.

15. Semua pihak yang tidak sempat ima sebutkan.

Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca, dan mohon maaf jika masih ada kekurangan dalam karya tulis ini. Penulis mengucapkan banyak- banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung dan mendoakan. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya.

minallahi mustaan wa'alaihi tiqlan assalamu alaekum warahmatullahi wabarakatu.

Makassar, 9 Agustus 2021

Nurhalima

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
ABSTRACT v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PPENDAHULAN 1
I.1 Latar Belakang 1
I.2 Rumusan Masalah 2
I.3 Tujuan Penelitian 2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 3
II.1 Radiasi 3
II.1.1 Sinar-X 3
II.1.2 Koefisien Atenuasi 4
II.2 Material Komposit 5
II.2.1 Semen PCC 5
II.2.2 Titanium Dioksida (TiO_2) 5
II.2.3 Barium Karbonat ($BaCO_3$) 6
II.3 Uji Karakterisasi 6
II.3.1 FTIR 6
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 7
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian 7
III.2 Alat dan Bahan 7
III.2.1 Alat 7

III.2.2 Bahan 7
III.3 Prosedur Penelitian..... 7
III.3.1 Pembuatan sampel 7
III.3.2 Uji karakterisasi.....8
III.3.2.1 Pengujian FTIR.....8
III.3.2.2 Pengujian sinar-X 8
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... 11
IV.1 Hasil Penelitian 11
IV.1.1 pengaruh komposisi material komposit titanium dioksida (TiO2), barium karbonat (BaCO3) dan semen terhadap kemampuan absorbsi 11
IV.1.1.1. hubungan antara komposisi bahan terhadap intensitas dan dosis sinar-X..... 11
IV.1.1..2 hubungan antara komposisi bahan terhadap koefisien Atenuasi dan HVL 13
IV.1.2 karakterisasi FTIR sampel sebelum dan sesudah diradiasi sianar-X...15
BAB V PENUTUP 18
V.1 Kesimpulan 18
V.2 Saran..... 18
DAFTAR PUSTAKA 19
LAMPIRAN 22

DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 pembuatan sampel 9
Gambar III.2 Skema penyinaran sinar-X 10
Gambar III.3 Bagan Alir penelitian 10
Gambar IV.1 Grafik hubungan antara komposisi bahan terhadap intensitas sinar-X 11
Gambar IV.2 Grafik hubungan antara komposisi bahan terhadap koefisien atenuasi dan HVL pada tegangan 60 kV 13
Gambar IV.3 Grafik hubungan antara komposisi bahan terhadap koefisien atenuasi dan HVL pada tegangan 70 kV 14
Gambar IV.4 Grafik hubungan antara komposisi bahan terhadap koefisien atenuasi dan HVL pada tegangan 80 kV 14
Gambar IV. 5 Grafik karakterisasi FTIR sampel sebelum diradiasi 15
Gambar IV.6 Grafik karakterisasi FTIR sampel sesudah diradiasi 15

DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Komposisi bahan..... 8

Tabel IV.1 Hubungan antara komposisi bahan terhadapp intensitas dan dosis sinar-X.....11

Tabel IV.2 Hubungan antara komposisi bahan terhadap koefisien atenuasi dan HVL.....13

Tabel IV.3 Hasil pengujian FTIR sebelum diradiasi sinar-X.....17

Tabel IV.4 Hasil pengujian FTIR sesudah diradiasi sinar-X.....17

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Aplikasi teknologi nuklir telah banyak dimanfaatkan dalam bidang kesehatan terutama di bagian radiologi. Dalam ilmu medis, pemanfaatan radiasi pengion seperti sinar-X sangat umum digunakan terlebih dalam bidang radioterapi maupun radiagnostik[1]. Salah satu kegunaan sinar-X yaitu mampu mendeteksi bagian tubuh yang mengalami kelainan seperti tulang, tumor atau organ bagian dalam tubuh dengan melihat hasil foto dari sinar-X. Namun, Sinar-X merupakan radiasi pengion yang berenergi tinggi, sehingga energi yang dipancarkan oleh radiasi sinar-X berasal dari proses perpindahan energi tinggi ke energi rendah [2,3].

Ketika dilakukan terapi radiasi, sinar-X tidak hanya membunuh sel-sel yang mengalami kelainan, tetapi dapat juga merusak sel-sel normal yang ada di sekitar sel kanker. Hal ini akan mengakibatkan sel normal ikut mati atau sel tersebut akan mengalami mutasi yang dalam jangka waktu tertentu akan berubah menjadi sel kanker. Aspek utama yang harus diperhatikan setiap instalasi radiologi yaitu perisai radiasi untuk menekan kemungkinan terjadinya penyinaran radiasi yang tidak dikehendaki[3,8].

Perisai radiasi diperlukan untuk mengurangi intensitas radiasi yang dipancarkan dan mengurangi penerimaan dosis radiasi oleh tubuh manusia[8]. Dalam pembuatan perisai suatu ruangan radiologi diperlukan penambahan bahan yang mampu menghambat radiasi sinar-x sebagai campuran material.

Peneliti yang dilakukan oleh Hariani, dkk (2019) dalam pembuatan perisai sinar-X menggunakan komposisi Magnetit (Fe_3O_4), barium karbonat ($BaCO_3$) menujukkan bahwa semakin banyaknya penambahan komposisi campuran ((Fe_3O_4 + $BaCO_3$) pada sampel maka dapat memperkecil laju radiasi ketika diberi paparan sinar-X dan paling maksimum pada komposisi 40% diperoleh laju dosis pada setiap tegangan 29,1 mGy, 46,7 mGy dan 74,0 mGy[17].

Imam, dkk (2019) dalam penelitiannya tentang sifat pelindung sinar gamma dari beton yang mengandung nano TiO_2 menujukkan bahwa dengan penambahan nano TiO_2 pada sampel dapat menyebabkan peningkatan sifat mekanik, serta meningkatkan nilai koefisien atenuasi pada sampel[28] .

Ding, dkk (2020) dalam penelitiannya tentang pengaruh nanopartikel SiO_2, TiO_2 dan Fe_2O_3 pada partikel halus hasil pembuangan yang dicampur semen menunjukkan bahwa penambahan nanopartikel pada semen dan abu terbang dapat meningkatkan kuat tekan dan lentur serta dapat meningkatkan sifat mekanik[18].

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penelitian ini difokuskan pada kajian TiO_2 sebagai bahan material perisai radiasi. Hal ini diharapkan dapat mempengaruhi sifat fisis, struktur dan kemampuan absorbsi sehingga dapat diaplikasiakan sebagai material proteksi radiasi sinar-X.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh komposisi material komposit Titanium Dioksida (TiO_2), Barium Karbonat ($BaCO_3$) dan semen terhadap kemampuan absorbsi radiasi sinar-X dan gugus fungsi komposit.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh komposisi material komposit Titanium Dioksida (TiO_2), Barium Karbonat ($BaCO_3$) dan semen terhadap kemampuan absorbsi radiasi sinar-X dan gugus fungsi komposit.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Radiasi

Radiasi merupakan suatu pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas partikel atau gelombang elektromagnetik/cahaya (foton) dari sumber radiasi. Jenis radiasi secara garis besar digolongkan menjadi radiasi pengion dan radiasi non pengion. Radiasi pengion adalah jenis radiasi yang dapat menyebabkan proses ionisasi (terbentuknya ion positif dan ion negatif) apabila berinteraksi dengan materi. Yang termasuk dalam jenis radiasi pengion adalah partikel alpha, partikel beta, sinar gamma, sinar-X dan neutron. Radiasi ini memiliki dua sifat khas yakni tidak dapat dirasakan oleh panca indra dan dapat menembus bahan tertentu dan radiasi non pengion merupakan radiasi yang tidak dapat menimbulkan ionisasi. Sedangkan iradiasi merupakan proses yang kejadiannya berlangsung karena adanya perlakuan khusus terhadap sesuatu obyek yang dilakukan secara sengaja (misalnya untuk tujuan melakukan suatu pengamatan atau penelitian)[5, 6, 22].

Dosis radiasi adalah jumlah radiasi ionisasi atau jumlah energi radiasi yang melewati objek kemudian radiasi diserap atau diterima oleh materi yang dilaluinya. Perisai radiasi diperlukan untuk menyerap radiasi sehingga dapat mengurangi intensitas radiasi yang dipancarkan dan mengurangi penerimaan dosis radiasi oleh tubuh manusia. Apabila radiasi masuk ke dalam bahan perisai radiasi, maka sebagian dari radiasi tersebut akan diserap oleh bahan. Semakin besar efektivitas perisai radiasi suatu ruangan maka perisai radiasi ruangan tersebut semakin baik dalam menyerap radiasi[11].

II.1.1 Sinar-X

Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik yang berada dalam rentang panjang gelombang 1 Å dan frekuensi sebesar 10^{16}– 10^{20}Hz. Sinar-X merupakan salah satu radiasi pengion yang dikelompokkan kedalam tipe gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang pendek sehingga mempunyai daya tembus yang tinggi[24, 30].

Wilhelm rotgen adalah penemu Sinar-X yang ditemukan pada tahun 1895 dalam penelitiannya tentang keberadaan sinar yang tidak tampak oleh mata telanjang dan dapat menembus objek. Awal mula sinar-X digunakan dalam keperluan medis ketika Wilhelm rotgen secara tidak sengaja mendapati gambar telapak tangan istrinya yang dihasilkan dari sinar-X. Pada gambar tersebut terlihat jelas tulang- tulang yang ada dalam jari-jari tangan. Panjang gelombang sinar-x yang jauh lebih pendek dari cahaya tampak yaitu berkisar antara 0,01 nm hingga 10 nm atau energi dari 100 eV hingga 100 keV diaplikasikan untuk diagnosa maupun terapi di bidang medis salah satunya pada pesawat sinar-X Ct-scan *(X-ray Computed Tomography)*[4, 7].

II.1.2 Koefisien Atenuasi

Koefisien atenuasi adalah gambaran seberapa kuat cahaya datang berkurang dibandingkan dengan energi cahaya yang datang dipermukaan. Salah satu sifat sinar-X yang paling penting dan menguntungkan adalah dapat menembus bahan dan mengalami atenuasi (diserap) oleh bahan yang dilaluinya, sehingga intensitas radiasi setelah melewati bahan akan lebih kecil dibandingkan intensitas mula-mula Sedangkan radiasi elektromagnetik hanya dapat dikurangi intensitasnya bila perisai ini dipertebal. Jadi nilai koefisien atenuasi (μ) bergantung pada jenis bahan radiasi dan energi dari radiasi yang diserap bahan tersebut. Semakin tinggi nomor atom bahan maka nilai μ akan semakin besar, sehingga semakin baik dipakai sebagai bahan perisai untuk radiasi[12, 22, 23].

Adapun atenuasi sinar-X kedalam suatu bahan tergantung dari nomor atom, kerapatan bahan, ketebalan bahan, kekerasan bahan atau kalau dinyatakan dalam rumus:[23]

$$I = I_0 e^{-\mu \times} \tag{2.1}$$

Dengan:

I = intensitas paparan radiasi yang diteruskan (mR/jam)

I_0 = intensitas paparan radiasi yang datang (mR/jam)

μ = koefisien serap linier bahan pada energi tertentu (mm^{-1})

x = tebal perisai (mm)

Sedangkan μ sebagai koefisien serapan linier bahan dan x adalah sebagai tebal bahan yang digunakan sehingga di peroleh persamaan:

$$\mu = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{I} \tag{2.2}$$

HVL adalah tebal bahan yang diperlukan untuk mengurangi intensitas/laju dosis radiasi menjadi setengah dari intensitas/laju dosis mula-mula[15].

$$HVL = \frac{0{,}693}{\mu} \tag{2.3}$$

Persamaan diatas merupakan Pernyataan dari hubungan μ dan HVL. Jadi semakin kecil nilai HVL suatu bahan maka semakin efektif untuk menahan radiasi [15].

II.2 Material komposit

II.2.1 Semen PCC

Semen PCC merupakan jenis semen varian lain yang mempunyai kualitas yang lebih baik, ramah lingkungan dan harga yang lebih ekonomis. Semen portland dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butir-butir agregat tersebut. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi sangat penting sehingga dapat menyebabkan kekuatan tinggi dan stabilitas volume jangka panjang setelah pengerasan. Dan pada usia 3 hari, 7 hari dan 28 hari merupakan syarat fisis semen PCC dalam uji kuat tekan [13, 19, 21].

II.2.2 TiO_2 (Titanium Dioksida)

TiO_2 adalah material logam, yang hadir di alam dalam berbagai bentuk . TiO_2 memiliki tiga molekul yang berbeda struktur yaitu rutile, anatase dan brookiet. Rutile dikenal sebagai pigmen putih cat, tapi mempunyai reaktivitas fotokatalitik rendah. Brookiet adalah menstabilkan yang dapat diubah menjadi rutile dalam proses pemanasan. Anatase lebih baik jika digunakan sebagai fotokatalitik dan sebagai fotokatalis diperlukan sinar ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang lebih rendah dari 387 mm[9].

TiO_2 berperang penting dalam pemanfaatan fotoenergi karena memiliki daya oksidatif dan stabilitas yang tinggi terhadap fotokorosi, murah, mudah didapat dan tidak beracun. TiO_2 memiliki kemampuan untuk menyerap *dre* lebih banyak karena didalamnya terdapak rongga yang berukuran nano. TiO_2 juga dapat meningkatkan daya kuat tekan pada beton dan meningkatkan efek pelindungan terhadap radiasi[10, 18].

II.2.3 Barium Karbonat ($BaCO_3$)

Barium karbonat ($BaCO_3$) adalah salah satu senyawa kimia yang digunakan dalam pembuatan racun tikus, batu bata, keramik glasir dan semen. Semen dengan kandungan barium dapat digunakan sebagai bahan pengikat yang tahan terhadap berbagai jenis radiasi, $BaCO_3$ dapat mengurangi laju hidrasi semen. Dan salah satu peran $BaCO_3$ dalam meningkatkan daya tahan mortar ialah dengan penambahan mineral lainnya seperti semen dan batu kapur dapat selain itu juga dapat meningkatkan ketahanan sulfat. Mekanisme yang terlibat adalah proses kimia di mana presipitasi barit memainkan peran penting dalam menstabilkan sulfat eksternal. semakin tinggi persentase $BaCO_3$ pada beton dapat menghambat pembentukan *ettringit* dan lebih efektif dijadikan penghambat radiasi[24, 25, 26].

II.3 Uji Karakterisasi

II.3.1 FTIR

Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan metode bebas reagen, tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa dapat dibedakan dan dikuantifikasikan[22, 27].