

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

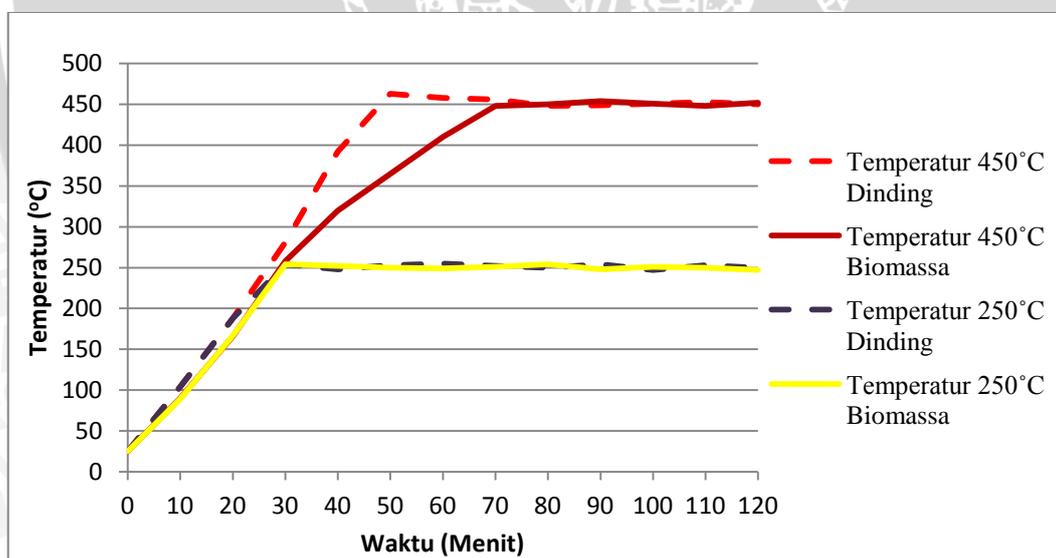
#### 4.1 Data Hasil Pengujian

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dihasilkan data yang menunjukkan hubungan antara prosentase zeolit pada temperatur pirolisis 450°C dan 250°C terhadap variabel terikatnya antara lain, yaitu:

- Volume *char* dengan variasi prosentase zeolit pada temperatur 450°C dan 250°C.
- Massa *char* dengan variasi prosentase zeolit pada temperatur 450°C dan 250°C.
- Volume *tar* dengan variasi prosentase zeolit pada temperatur 450°C dan 250°C.
- Massa *tar* dengan variasi prosentase zeolit pada temperatur 450°C dan 250°C.

#### 4.2 Pembahasan

##### 4.2.1 Temperatur Dalam Tungku dan Dinding Tungku

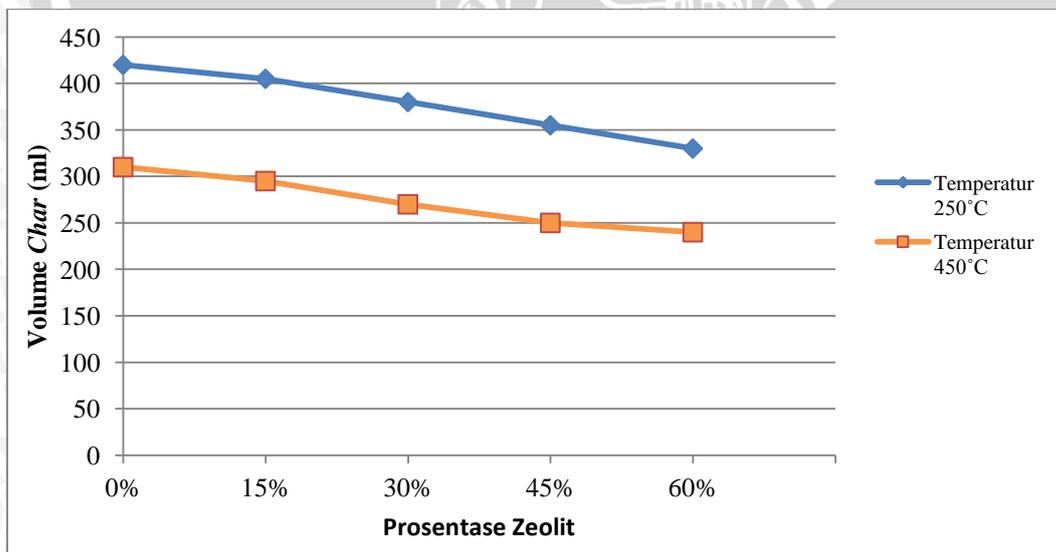


Gambar 4.1 Grafik hubungan waktu terhadap temperatur dalam tungku dan dinding tungku

Gambar 4.1 merupakan grafik hubungan antara lamanya waktu pemanasan terhadap temperatur tungku 250°C dan temperatur dindingnya serta temperatur 450°C dan temperatur dindingnya. Pada grafik diatas terlihat bahwa semakin lama waktu pemanasan maka temperatur dalam tabung dan temperatur dinding tungku juga akan cenderung

semakin naik. Dalam proses pengambilan data, data diambil setiap 10 menit sekali selama 120 menit atau 2 jam. Pada temperatur 250°C pada menit ke-0 temperatur sebesar 25°C, sedangkan pada menit ke-10 kenaikan temperatur dalam tabung sebesar 89°C sedangkan temperatur dindingnya sebesar 104°C. Pada menit ke-30 temperatur dinding tungku mencapai temperatur 254°C setelah itu temperatur dinding cenderung konstan 250°C. Dan dalam tabung juga mencapai temperatur 254°C pada menit ke-30 setelah itu terjadi kesesuaian antara temperatur dalam tabung dan temperatur pada dinding tabung yaitu sebesar 250°C. Kesesuaian tersebut terus terjadi hingga proses pirolisis selesai. Pada temperatur pirolisis 450°C menit ke-0 temperatur sebesar 25°C, sedangkan pada menit ke-10 kenaikan temperatur dalam tabung sebesar 90°C sedangkan temperatur dindingnya sebesar 104°C. Pada menit ke-60 temperatur dinding tungku mencapai temperatur 458°C setelah itu temperatur dinding cenderung konstan 450°C. Sedangkan dalam tabung mencapai temperatur 450°C pada menit ke-80 setelah itu terjadi kesesuaian antara temperatur dalam tabung dan temperatur pada dinding tabung sebesar 450°C. Kesesuaian tersebut terus terjadi hingga proses pirolisis selesai.

#### 4.2.2 Analisa Pengaruh Prosentase Zeolit Terhadap Volume *Char* Dengan Temperatur 450°C Dan 250°C



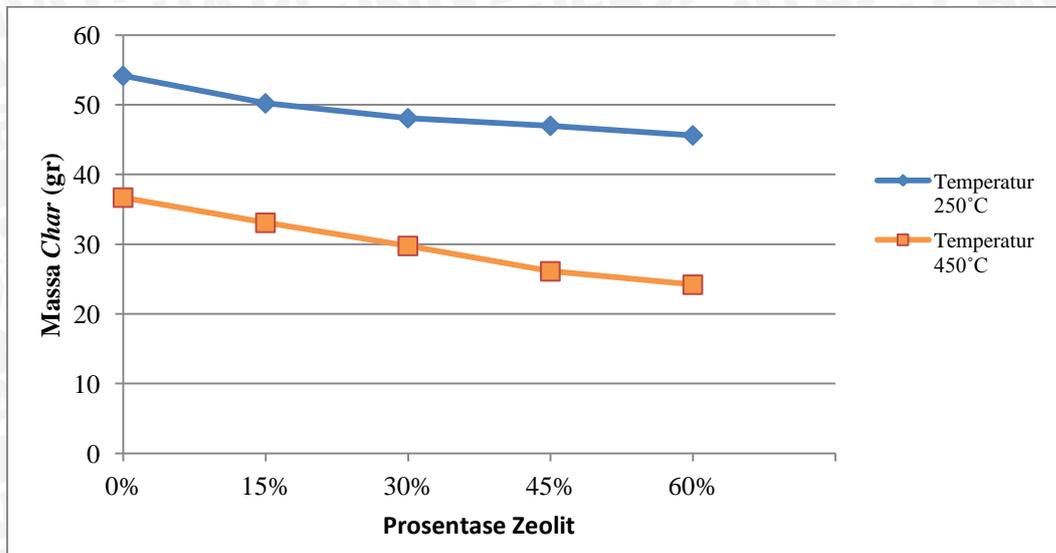
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara prosentase zeolit terhadap volume *char*

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa semakin besar prosentase zeolit yang digunakan saat proses pirolisis berlangsung maka semakin kecil volume akhir produk *char*

yang dihasilkan hal ini dikarenakan semakin besar prosentase zeolit menyebabkan semakin banyak biomassa yang terdekomposisi sehingga menyebabkan biomassa banyak kehilangan volumenya. Saat pirolisis berlangsung maka panas dari tungku akan ditransfer ke zeolit, maka zeolit menjadi media perambatan termal dari *bed rotary kiln* menuju biomassa dan ketika tungku berputar maka zeolit yang sudah memiliki panas tersebut akan saling bertubrukan dengan biomassa karena putaran tungku dan terjadi transfer panas dari zeolit ke biomassa sehingga biomassa mendapatkan panas yang lebih besar dibandingkan dengan tanpa menggunakan zeolit. Dan semakin banyak prosentase penambahan zeolit yang digunakan maka pemerataan panas dari tungku *bed rotary kiln* menuju biomassa semakin merata sehingga semakin banyak biomassa yang terdekomposisi menjadi gas dan menyebabkan berkurangnya volume biomassa. Zeolit berfungsi sebagai perambat panas dari dinding *rotary kiln* ke biomassa karena kandungan alumina yang dimiliki oleh zeolit. Hal tersebut telah diteliti oleh Greenstein, A.M., et al, 2006 yang menyebutkan bahwa zeolit dapat sebagai konduktivitas termal sehingga mampu menjadi perambat panas. Temperatur pirolisis juga mempengaruhi penurunan volume produk *char*. Dari grafik di atas terlihat bahwa pada penggunaan temperatur pirolisis 450°C lebih banyak kehilangan produk volume *char* akhir pada proses pirolisis dibanding pada penggunaan temperatur 250°C karena semakin tinggi temperatur yang digunakan saat pirolisis maka biomassa akan lebih banyak terdekomposisi baik dengan katalis maupun tanpa katalis. Penurunan terbesar volume *char* terjadi pada saat pemberian temperatur 450°C dengan prosentase zeolit 60% yaitu sebesar 240 ml sedangkan pada temperatur tersebut yang proses pirolisis tanpa katalis sebesar 310 ml. Pada suhu 250°C penurunan volume biomassa terbesar adalah ketika prosentase zeolit sebesar 60% yaitu sebesar 330 ml sedangkan yang tanpa katalis volume biomassa produk *char* yang terbentuk sebesar 420 ml.

Dengan komponen serbuk kayu mahoni yang terdekomposisi dan asumsi kerapatan massanya konstan maka akan dapat disimpulkan bahwa semakin besar prosentase zeolit dan temperatur yang digunakan maka volume *char* yang terbentuk juga semakin kecil.

#### 4.2.3 Analisa Pengaruh Prosentase Zeolit Terhadap Massa Char Dengan Temperatur 450°C Dan 250°C



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara prosentase zeolit terhadap massa *char*

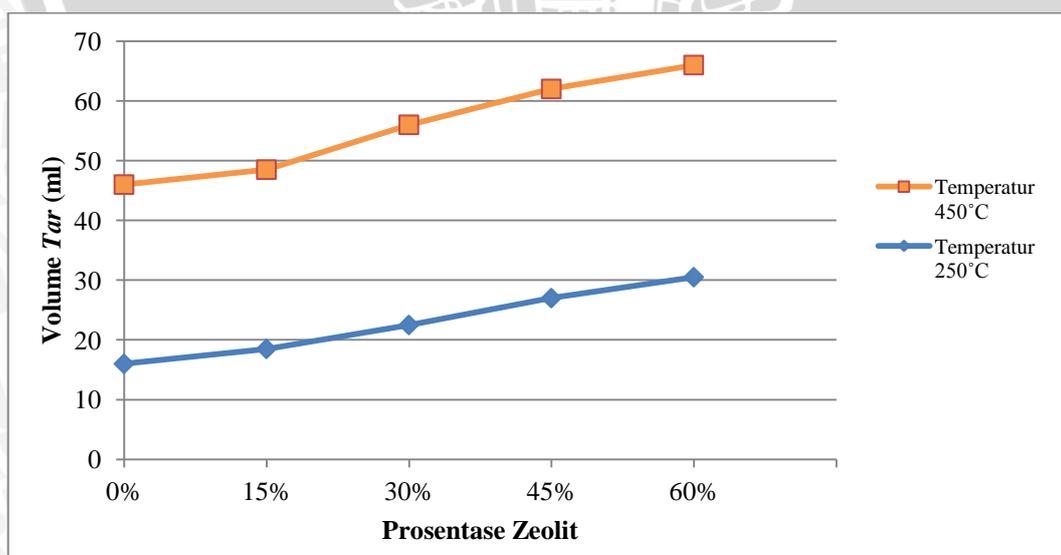
Gambar 4.3 menunjukkan hubungan grafik antara prosentase zeolit terhadap massa *char*. Dari gambar tersebut terlihat bahwa semakin besar prosentase zeolit maka kecenderungan massa *char* semakin rendah. Penurunan massa *char* terbesar adalah pada prosentase zeolit 60% sedangkan perlakuan temperatur pirolisis pada saat temperatur 450°C penurunan massa *char*nya lebih banyak dibanding pada saat temperatur 250°C. Dari gambar tersebut terlihat bahwa pada temperatur 450°C dengan prosentase zeolit 60% massa *char*nya adalah sebesar 24,2 gram sedangkan tanpa katalis zeolit massa *char*nya adalah sebesar 36,69 gram dan pada temperatur 250°C dengan prosentase zeolit 60% massa *char*nya adalah sebesar 45,62 gram sedangkan tanpa katalis zeolit massa *char*nya adalah sebesar 54,16 gram.

Penurunan massa *char* disebabkan karena ketika biomassa dipanaskan maka biomassa akan terdegradasi atau terdekomposisi secara termal. Semakin besar prosentase zeolit yang digunakan pada saat proses pirolisis maka produk massa *char* yang didapatkan juga semakin kecil, hal ini dikarenakan semakin besar prosentase katalis zeolit yang digunakan maka semakin banyak biomassa yang terdekomposisi. Zeolit berfungsi sebagai media perambat panas yang cepat saat proses pirolisis berlangsung karena kandungan alumina yang dimiliki oleh zeolit sehingga akan membantu sebagai perantara panas dari *bed rotary kiln* ke biomassa yang menyebabkan biomassa lebih cepat terdekomposisi dan produk *char* yang dihasilkan menjadi turun. Penggunaan temperatur juga berpengaruh terhadap

dekomposisi termal biomassa. Semakin tinggi temperatur pirolisis yang digunakan maka semakin banyak biomassa yang terdekomposisi sehingga produk akhir *char* akan menurun. Temperatur pirolisis menyebabkan pelepasan gas dalam biomassa sehingga hal ini menyebabkan biomassa kehilangan massanya.

Pada saat temperatur pirolisis yang digunakan adalah 250°C maka terjadi evaporasi uap air dan sebagian komponen penyusun biomassa yang berupa *cellulose* dan *hemicellulose* mulai terdegradasi. Berbeda pada saat pemberian temperatur pirolisis 450°C, selain terjadi proses evaporasi air, penyusun biomassa yang berupa *cellulose* dan *hemicellulose* terdekomposisi seluruhnya dan sebagian unsur penyusun biomassa yang berupa lignin mulai terdekomposisi sehingga pada penelitian ini pemberian temperatur 450°C massa *char* yang hilang lebih banyak dibandingkan dengan temperatur pirolisis 250°C. Hal ini juga dijelaskan bahwa *cellulose* terdekomposisi pada temperatur 240-350°C, *Hemicellulose* terdekomposisi pada temperatur 200-260°C, dan *lignin* terdekomposisi pada temperatur 280-500°C (Sjostrom, 1993). Hasil tersebut telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Paulauskas, et al, 2014 dimana semakin tinggi temperatur pirolisis maka menyebabkan proses penguapan terjadi lebih besar sehingga volume dan massa *char* juga semakin sedikit.

#### 4.2.4 Analisa Pengaruh Prosentase Zeolit Terhadap Volume *Tar* Dengan Temperatur 450°C Dan 250°C

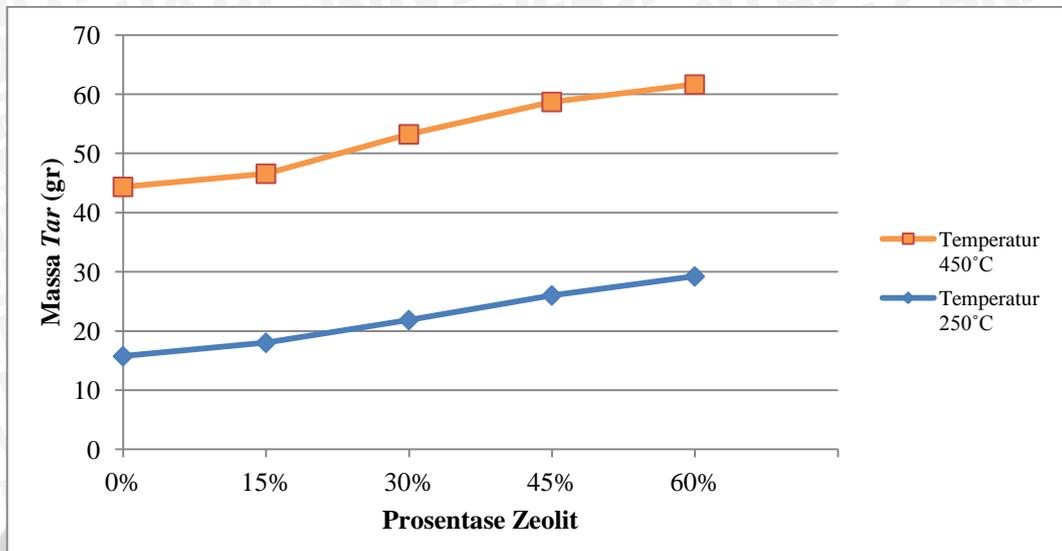


Gambar 4.4 Grafik hubungan antara prosentase zeolit terhadap volume *tar*

Pada gambar 4.4 menunjukkan grafik hubungan antara variasi prosentase zeolit dan temperatur terhadap volume *tar* dengan massa biomassa 150 gram. Pada grafik tersebut terlihat bahwa semakin besar prosentase zeolit dan temperatur saat proses pirolisis berlangsung maka semakin banyak produk *tar* akhir yang terbentuk. Hal ini terjadi karena semakin besar temperatur yang digunakan pada saat pirolisis berlangsung maka semakin banyak biomassa yang ikatan molekulnya terputus sehingga semakin besar pula produk *tar* dan gas pirolisis. Volume *tar* terbanyak adalah pada saat perlakuan temperatur pirolisis 450°C pada prosentase zeolit 60% yaitu sebanyak 66 ml sedangkan yang tanpa katalis pada temperatur tersebut adalah 46 ml. Pada temperatur 250°C dengan kadar katalis zeolit 60% produk hasil *tar* akhir hanya sebanyak 30,5 ml dan tanpa katalis pada temperatur tersebut adalah 16 ml. Dalam hal ini penggunaan temperatur 450°C volume *tar* yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan temperatur 250°C hal ini disebabkan karena pada temperatur 450°C maka seluruh *cellulose* dan *hemicellulose* terdekomposisi seluruhnya dan sebagian *lignin* sebagian sudah terdekomposisi. Berbeda dengan temperatur 250°C yang hanya sebagian *cellulose* dan *hemicellulose* yang terdekomposisi sedangkan *lignin* masih belum terdekomposisi (Sjostrom, 1993). Selain itu semakin besar prosentase zeolit yang digunakan maka produk akhir *tar* yang dihasilkan juga semakin banyak hal ini dikarenakan semakin besar prosentase zeolit yang digunakan maka semakin banyak pula biomassa yang dapat didekomposisi menjadi *tar*. Zeolit memiliki struktur permukaan pori yang luas sehingga permukaan zeolit dapat memilah gas hasil dekomposisi biomassa dengan baik dan akan memecah ikatan hidrokarbon berantai panjang menjadi ikatan hidrokarbon berantai pendek dan mudah dikondensasi menjadi minyak pirolisis atau *tar* (Danarto et al, 2010).

Selain itu, zeolit juga berfungsi sebagai penukar kation dengan gas hasil dekomposisi biomassa dimana penukaran kation antara zeolit dan gas tersebut terjadi di permukaan zeolit. Dalam hal ini katalis zeolit bermuatan positif dikarenakan ikatan brostoff sedangkan gas hasil dekomposisi biomassa bermuatan negatif. Akibat perbedaan muatan inilah maka permukaan zeolit akan menarik gas hasil dekomposisi biomassa menuju permukaan pori zeolit sehingga gas tersebut kelebihan muatan positif dan menjadi tidak stabil. Karena ketidakstabilan inilah maka ikatannya menjadi putus dan ikatan hidrokarbonnya menjadi ikatan yang lebih sederhana sehingga mudah dikondensasikan.

#### 4.2.5 Analisa Pengaruh Prosentase Zeolit Terhadap Massa *Tar* Dengan Temperatur 450°C Dan 250°C



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara prosentase zeolit terhadap massa *tar*

Gambar 4.5 menunjukkan grafik hubungan antara variasi prosentase zeolit dan temperatur terhadap massa *tar*. Pada grafik tersebut terlihat bahwa temperatur pirolisis 450°C menghasilkan massa *tar* yang lebih banyak dengan pemberian temperatur pirolisis dengan 250°C dan semakin besar prosentase katalis zeolit yang digunakan maka produk akhir *tar* yang didapatkan juga semakin banyak. Pada temperatur 450°C massa *tar* yang dihasilkan pada prosentase zeolit 60% adalah sebanyak 61,65 gram sedangkan yang tanpa katalis zeolit sebesar 44,36. Pada pemberian temperatur pirolisis 250°C massa *tar* yang dihasilkan pada prosentase zeolit 60% adalah sebesar 29,23 gram akan tetapi proses pirolisis biomassa tanpa menggunakan katalis zeolit pada temperatur tersebut sebesar 15,75 gram.

Dalam hal ini massa dan volume merupakan parameter yang erat hubungannya. Dimana jika terjadi kenaikan volume maka juga diikuti dengan kenaikan massa, sehingga dalam hal ini semakin besar volume produk *tar* yang dihasilkan saat proses pirolisis berlangsung maka massa yang dihasilkan juga semakin besar. Sehingga penjelasan kenaikan massa *tar* pada gambar 4.5 sama dengan penjelasan pada gambar 4.4.