

Optimasi pembakaran menyeluruh pada reaktor pirolisis dalam menghasilkan bioarang dan asap cair

Kemas Ridhuan^{1*}, Mafruddin², Alfi Al Rasyid³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Metro, Lampung.

*Corresponding author. kmsridhuan@yahoo.co.id

Abstract

Pyrolysis is a process of combustion in a reactor with less or no air. The results of this process in the form of bio-charcoal products, liquid smoke, tar, and sin gas. To obtain optimal bio-charcoal products and liquid smoke, it is necessary to develop a pyrolysis process by means of thorough combustion. This combustion has the advantage that the combustion fire will heat up the entire reactor wall so that it will speed up the pyrolysis process and the combustion temperature will be high so it will generate more products, especially liquid smoke. This study aims to determine combustion achievement temperatures in the combustion chamber and reactor as well as the efficiency of the results of bio-charcoal and liquid smoke obtained. This research was conducted at the Laboratory of Mechanical Engineering Universitas Muhammadiyah Metro, this study uses a pyrolysis reactor with a total combustion chamber and uses fine sand insulation. The condenser uses a 0.5-inch diameter copper pipe with 11 turns. Biomass fuels use sengon wood. The raw material of sengon wood is 10 kg. Data from this study are compared with research data on pyrolysis reactors that have not been optimized so that the differences are known. The results obtained are the combustion temperature in the combustion chamber in the previous conditions, namely 563° C, and the optimization conditions 651° C, then the combustion temperature in the reactor in conditions before 370° C and the optimization conditions 329° C. Liquid smoke results obtained in conditions before 0.9 liters and 1.2-liter optimization conditions. Then the results of bio-charcoal obtained in conditions before 2.0 kg and 2.5 kg optimization conditions.

Keywords: *Pyrolysis, comprehensive burning, liquid smoke, bio-charcoal, optimization.*

Abstrak

Pirolisis merupakan suatu proses pembakaran di dalam reaktor dengan sedikit atau tidak ada udara. Hasil proses tersebut yang berupa produk bioarang, asap cair, tar dan singas. Untuk mendapatkan produk bioarang dan asap cair yang optimal maka perlu dikembangkan proses pirolisis dengan cara pembakaran menyeluruh. Pembakaran ini memiliki keunggulan yaitu api pembakaran akan memanasi diseluruh dinding reaktor sehingga akan mempercepat proses pirolisis dan suhu pembakaran akan tinggi maka akan menghasilkan produk yang lebih banyak khususnya asap cair. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui capaian suhu pembakaran di ruang bakar dan reaktor serta efisiensi hasil bioarang dan asap cair yang didapat. Penelitian ini dilakukan di Laboratorim Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro, penelitian ini menggunakan reaktor pirolisis dengan ruang bakar menyeluruh dan menggunakan isolasi pasir halus. Kondensor menggunakan pipa tembaga berdiameter 0,5 inci dengan 11 lilitan. Bahan bakar biomasa menggunakan kayu sengon. Bahan baku kayu sengon sebanyak 10 kg. Data hasil penelitian ini dikomparasikan dengan data hasil penelitian pada reaktor pirolisis yang belum dioptimasi, agar diketahui perbedaannya. Hasil penelitian yang didapat yaitu suhu pembakaran di ruang bakar pada kondisi *sebelum* yaitu 563°C, dan yang kondisi *optimasi* 651°C, lalu suhu pembakaran di reaktor pada kondisi *sebelum* 370°C dan yang kondisi *optimasi* 329°C. Hasil asap cair yang didapat pada kondisi *sebelum* 0,9 liter dan

yang kondisi *optimasi* 1,2 liter. Kemudian hasil bio-arang yang didapat pada kondisi *sebelum* 2,0 kg dan yang kondisi *optimasi* 2,5 kg.

Kata kunci: Pirolisis, pembakaran menyeluruh, asap cair, bio-arang, optimasi.

Pendahuluan

Pirolisis merupakan suatu proses pemanasan suatu zat atau bahan dengan atau tanpa adanya oksigen sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusunnya. Penguraian yang tidak teratur dari bahan organik yang disebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar dengan suhu yang cukup tinggi sehingga akan terjadi reaksi penguraian dari senyawa-senyawa kompleks yang menyusun bahan biomassa dan menghasilkan zat dalam tiga bentuk yaitu padatan, cairan dan gas [1]. Untuk mendapatkan hasil produk pirolisis yang optimal maka diperlukan suatu unit peralatan atau reaktor yang lebih efektif dan efisien dengan bagiannya dalam memproses biomassa tersebut menjadi bioarang dan asap cair. Peralatan tersebut yaitu reaktor dan kondensor. Pada reaktor terjadi proses pembakaran pirolisis biomassa dari padatan menjadi gas panas dan juga menghasilkan bio-arang. Dan pada kondensor terjadi proses pendingin gas panas pembakaran menjadi cairan dan menghasilkan asap cair. Unit rangkaian tersebut merupakan satu kesatuan utuh dalam system kerja produksi pirolisis. Proses pembakaran di bagian reaktor merupakan faktor yang sangat menentukan terhadap hasil bio-arang dan asap cair yang didapatkan.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi proses pembakaran yaitu bahan bakar (biomassa), cara pembakaran dan bentuk reaktor/ruang bakar. Berdasarkan penelitian sebelumnya [2], bahwa suhu tertinggi pada proses pembakaran nonkarbonisasi dengan bahan kulit kelapa muda dapat mencapai suhu 430°C. Kandungan fenol terbesar terdapat pada asap cair hasil pirolisis pada temperatur 350°C, dan ini tidak mengurangi kualitas proses pirolisis yang terjadi. Kandungan fenol terbesar terdapat

pada asap cair hasil pirolisis pada temperatur 350°C, dan ini tidak mengurangi kualitas proses pirolisis yang terjadi. Menurut Wijayanti, Selain mampu mereduksi dan menghasilkan bahan bakar secara optimal pada temperatur pirolisis 300°C, nilai kalor char yang dihasilkan secara optimal juga terjadi pada temperatur ini. Bila sebelum dipirolisis nilai kalor sampah adalah sebesar 1980 kcal/kg, maka pada temperatur 300°C nilai kalor dapat meningkat hingga 150% dari nilai sampah [1].

Kemudian beberapa ukuran lainnya yang mempengaruhi hasil bioarang dan asap cair adalah suhu dan waktu pembakaran yang terjadi di reaktor. Semakin tinggi suhu pembakaran maka akan mendapatkan asap cair yang lebih banyak ketimbang bio-arang. Dan sebaliknya suhu pembakaran rendah akan menghasilkan bio-arang yang lebih banyak ketimbang asap cair.

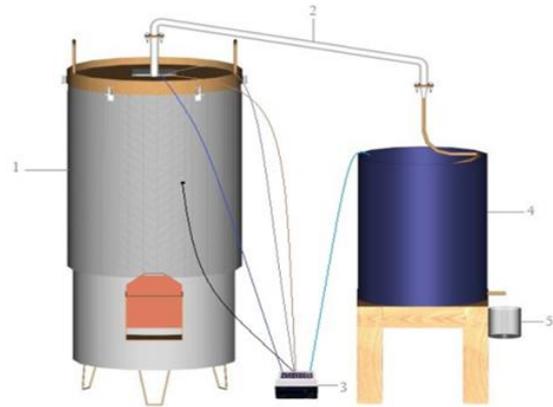
Untuk waktu pembakaran di reaktor yang terjadi lebih lama maka akan menghasilkan asap cair yang banyak ketimbang bio-arang dan sebaliknya dengan waktu pembakaran yang sebentar maka akan menghasilkan bio-arang yang banyak ketimbang asap cair. Sehingga perlu diupayakan suatu cara sehingga hasilnya dapat lebih efektif dan efisien yaitu dengan suhu pembakaran yang tinggi dan waktu yang singkat.

Kemudian kecepatan pembakaran juga dapat dipengaruhi oleh struktur bahan biomassa, kadar karbon terikat, keras dan lunaknya bahan bakar meskipun secara teori jika kadar volatilnya tinggi maka akan mudah terbakar dan kecepatan pembakaran lebih tinggi. Ukuran ketebalan plat tabung pitot dapat diperkecil sehingga dapat mempercepat perpindahan panas dan dapat cepat membakar bahan sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membakar bahan lebih sedikit.

Untuk memenuhi ukuran besar-besaran yang diisyaratkan tersebut maka di rancang suatu reaktor pirolisis dengan pembakaran menyeluruh *sebelum* optimasi (Gambar 1). Reaktor ini memiliki system pembakaran secara menyeluruh di sekeliling reaktor yaitu dengan menempatkan bahan bakar biomassa pada sekeliling dinding samping dan bawah reaktor. Sehingga pemanasan dapat terjadi pada sekeliling dinding reaktor bahkan pada bagian atas reaktorpun juga terjadi pemanasan. Pemanasan seperti ini dapat meningkatkan suhu pembakaran reaktor. Menurut Davison [3], bahwa sumber panas dalam pirolisis juga mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Sumber panas dalam penelitiannya hanya berasal dari sisi bawah tabung sehingga panas yang diterima bahan di dalam pirolisator tidak merata.

Selain itu pada dinding ruang pembakaran reaktor ini juga diberi isolator, agar panas pembakaran yang terjadi tidak keluar, sehingga suhu pembakaran dapat lebih tinggi dan waktu pemakaran juga dapat lebih singkat. Namun ada kekurangan dari reaktor ini yaitu sering terjadi kebocoran pada bagian tutup reaktor. Berdasarkan penelitian sebelumnya [4], penggunaan reaktor dengan pembakaran menyeluruh sering terjadi kebocoran pada seal/perapat tutup reaktor. Hal ini dikarenakan seluruh bagian reaktor berada di dalam ruang bakar sehingga menyebabkan terjadinya sebagian seal/perapat tutup reaktor ikut terbakar dan terjadi kebocoran. Kebocoran yang terjadi dapat menyebabkan hasil asap cair tidak maksimal. Sehingga perlu dilakukan perubahan atau modifikasi sedikit, yaitu dengan memperpendek ukuran tinggi ruang bakar sehingga tutup reaktor berada dibagian luar sehingga seal/perapat tidak ikut terbakar. Namun hal ini menyebabkan penyebaran sumber panas menjadi pada reaktor terbatas hanya sampai pada dinding bawah dan samping saja yang kemungkinan berdampak padalaju penyebaran panas pada reaktor menjadi berkurang, tapi hal ini

tidak mengakibatkan terjadinya kebocoran pada tutup reaktor.



Gambar 1. Reaktor pirolisis pembakaran menyeluruh *sebelum* optimasi

Tinjauan Pustaka

a. Pirolisis

Pirolisis merupakan proses degradasi thermal material dalam kondisi tanpa atau sedikit adanya oksigen. Proses ini akan menyebabkan terjadinya devolatilisasi pada material hidrokarbon dalam bentuk pemutusan rantai hidrokarbon yang panjang, sehingga secara makroskopis akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat material dari bentuk padatan ke bentuk cairan dan gas serta sedikit residu padatan yang berasal dari komponen inert di dalam material tersebut.

Menurut Syamsudin [5], bahwa selama pirolisis, biomassa mengalami reaksi primer dan reaksi sekunder yang melibatkan mekanisme perpindahan panas dan massa. Reaksi pirolisis primer berupa dekomposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam biomassa, yang mengarah pada pembentukan produk primer dan intermediet.

Produk dari pirolisis berupa padatan (charcoal/arang), gas (fuel gas) dan cairan (bio-oil). Padatan merupakan bahan bakar bioarang, kemudian cair merupakan bahan bakar minyak (bio oil) atau cairan pengawet makanan (asap cair) kemudian gas merupakan bahan bakar gas atau singas. Semua produk hasil pirolisis tersebut sangat bermanfaat dan dapat digunakan terutama sebagai bahan bakar [6].

Pada proses pirolisis, temperatur reaktor bervariasi antara 300 hingga 900 °C, namun umumnya pirolisis dilakukan pada temperatur 500-550 °C untuk menghasilkan produk cair sebagai produk utama. Secara umum material yang diberi perlakuan panas pada temperatur menengah (200 – 300 °C) akan menghasilkan produk dominan dalam bentuk padat. Material yang diberi perlakuan panas pada temperatur tinggi (400-600 °C) akan menghasilkan produk dominan cairan yang lebih banyak, sedangkan pada temperatur yang sangat tinggi (>800 °C) produk gas merupakan produk yang dominan.

b. Reaktor

Reaktor Pirolisis merupakan suatu alat pengurai senyawa-senyawa organik yang dilakukan dengan proses pemanasan tanpa berhubungan langsung dengan udara luar dengan suhu 300-600°C. Reaktor pirolisis dibalut dengan selimut dari bata dan tanah untuk menghindari panas keluar berlebih, memakai bahan bakar kompor minyak tanah atau gas. Menurut Hadi [7], instalasi dengan ceret dapat menghasilkan biochar dengan biaya sangat murah, efisiensi rendah, kualitas biochar rendah. Sedangkan instalasi wajan dan drum menghasilkan efisiensi tinggi, biaya murah, asap cair tidak dapat ditampung. Dan desain instalasi kombinasi drum-wajan mempunyai rendement tinggi, biaya murah, asap bisa ditampung.

c. Pembakaran menyeluruh

Pembakaran adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (udara atau oksigen) yang menghasilkan panas dan cahaya. Proses pembakaran ini dapat berlangsung jika ada: bahan bakar, pengoksidasi (udara/oksigen) dan panas atau energi aktivasi. Proses pembakaran biomassa melibatkan sejumlah aspek fisik dan kimia yang kompleks. Secara umum proses pembakaran tergantung pada propertis dari bahan bakar dan aplikasi pembakaran. Proses pembakaran ini dapat dibagi dalam beberapa proses yaitu pengeringan, pirolisis, gasifikasi dan

pembakaran. Proses pembakaran dapat berlangsung secara kontinu, proses pengeringan dan pirolisis/gasifikasi merupakan tahap awal pada proses pembakaran bahan bakar padat.

Pembakaran menyeluruh merupakan suatu proses pembakaran yang memanasi diseluruh permukaan reaktor pirolisis dengan menggunakan bahan bakar padat/biomassa agar didapat suhu pembakaran yang tinggi dan waktu yang singkat. Reaktor berada di dalam ruang bakar secara penuh agar didapat pemanasan yang optimal dan waktu yang singkat. Berdasarkan penelitian sebelumnya [8], suhu pembakaran di reaktor mencapai suhu 512°C dengan biomassa kayu gelam dan menghasilkan 2,8 liter asap cair dan 2,5 kg bioarang.

Sumber panas akan mengelilingi seluruh bidang permukaan reaktor sehingga reaktor akan mengalami pemanasan yang merata di seluruh bagian dan secara cepat. Cara ini tentunya akan memerlukan bahan bakar yang banyak dan seal/perapat tutup reaktor akan cepat rusak karena terbakar sehingga akan terjadi kebocoran asap pembakaran. Untuk cara oprasional tidak terlalu rumit, sama seperti reaktor pada umumnya, mudah digunakan.

d. Bioarang

Bioarang adalah produk yang didapat dari proses karbonisasi biomassa yang terjadi di reaktor. Bioarang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Bio-arang merupakan bahan bakar arang yang dibuat dari bahan tumbuh-tumbuhan dengan cara proses pirolisis dan dengan kualitas kalori yang lebih baik dibanding arang biasa [9], mengatakan persen removal tertinggi didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% dengan persen removal sebesar 99,745%. Kapasitas optimum penyerapan fenol dengan karbon aktif dari arang tempurung kelapa terbaik didapat pada karbon aktif dengan zat aktivator Na_2CO_3 5% dengan kapasitas

serapan sebesar 220,751 mg fenol/gram karbon aktif.

Arang yang dihasilkan merupakan bahan bakar bioarang yang bernilai kalori tinggi ataupun digunakan sebagai karbon aktif. Berdasarkan penelitian sebelumnya [10], bioarang yang dihasilkan memiliki nilai kalor 9389,39 cal/kg dari bahan biomassa kayu gelam dengan Kadar air 3,10 (%) dan Kadar abu 56,31 (%). Efisiensi pengarangan sebesar 52 (%). Bioarang ini lebih baik dibandingkan dengan bioarang yang lainnya.

e. Asap cair

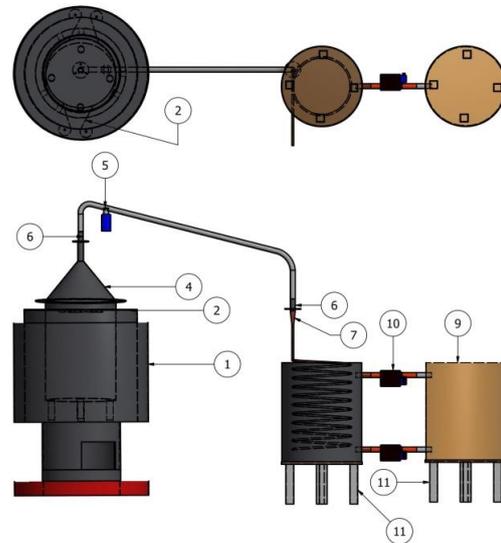
Asap cair adalah produk dari proses pendinginan asap/gas yang terjadi di kondensor. Asap cair merupakan suatu cair yang berwarna kehitaman yang berasal dari biomassa seperti kayu, kulit kayu dan limbah industri biomassa lainnya melalui teknologi pirolisis. Asap cair akan terbentuk pada temperatur 400°C-550°C. Dalam menghasilkan asap cair dipengaruhi oleh jenis biomassa, temperatur, waktu tinggal uap panas, pemisahan char/residu, dan kandungan abu. Asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis berwarna coklat gelap, hal tersebut dipengaruhi oleh bahan baku dan proses pirolisis cepat. Asap cair juga dapat berwarna merah kecolaktan atau hijau gelap tergantung dari adanya mikro karbon pada cairan dan komposisi kimianya. Menurut hasil sebelumnya [11], efisiensi asap cair yang dihasilkan sebesar 29 % dengan pH 2,9 dengan warna kecoklatan bening dari bahan biomassa kayu gelam.

Asap cair yang dihasilkan merupakan bahan atau produk multiguna yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan yaitu sebagai zat *additive* atau bahan pengawet makanan seperti tahu, bakso, ikan dan lainnya. Juga bisa untuk produk tertentu lainnya seperti bahan anti rayap untuk kayu, pupuk tanaman, penggumpal latek untuk karet dan bahan antiseptik. Menurut Fachraniah [12], bahwa asap cair adalah distilat asap yang merupakan campuran dari larutan dispersi asap hasil pirolisis kayu. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan

memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami.

Metode Penelitian

Pada penelitian ini bahan baku biomassa yang digunakan adalah kayu sengon dengan ukuran rata-rata 3 x 3 x 3 cm. dengan jumlah sebanyak 10 kg di dalam reaktor, dan Kondensor menggunakan pipa tembaga berdiameter 0,5 inch dengan jumlah 11 lilitan dengan pendingin air.



Gambar 2. Reaktor pirolisis pembakaran menyeluruh kondisi *optimasi*.

Keterangan Gambar 2:

1. Dinding isolasi ruang bakar
2. Ruang bakar
3. Reaktor
4. Tutup reaktor
5. Penampung tar
6. Pipa penghubung
7. Pipa kondensor
8. Kondensor
9. Tampungan air
10. Pompa air
11. Kaki tumpuan

Pengujian Pirolisis

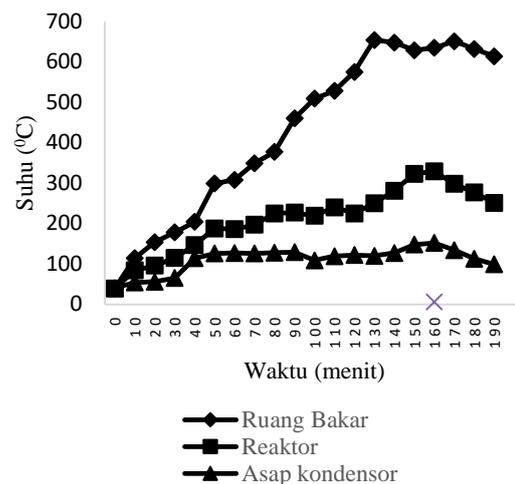
1. Menyiapkan alat pirolisis dan bahan
2. Memasukan potongan kayu ke dalam reaktor sebanyak 10 kg lalu ditutup,
3. Menghubungkan reaktor dengan kondensor,
4. Mengisi air ke dalam kondensor,

5. Memasukkan bahan bakar ke dalam ruang bakar,
6. Menyalakan bahan bakar dengan minyak tanah lalu ditutup,
7. Mencatat data suhu pada tiap titik dan jumlah asap cair sesuai waktu berjalan,
8. Memperhatikan tetesan asap cair dan nyala api sinhgas yang terjadi,
9. Mematikan api bahan bakar jika pengujian telah selesai,
10. Mendinginkan bioarang dan bereskan asap cair yang didapat lalu diukur masaa dan volumenya,
11. Melakukan pengujian dengan cara yang sama untuk variabel berbeda (biomassa).

Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengujian pada alat pirolisis dengan pembakaran menyeluruh perubahan (optimasi) maka didapat beberapa data pengukuran suhu. Ada empat bagian titik suhu yang diukur yaitu suhu pembakaran (bahan bakar) di ruang bakar (T_1), suhu pembakaran (bahan baku) di reaktor (T_2), suhu asap/gas mau masuk kondensor (T_3) dan suhu air di kondensor (T_4).

Pada Gambar 3 terlihat bahwa perbandingan perbedaan atau penurunan suhu yang terjadi pada pengujian alat pirolisis kondisi *optimasi*, antara suhu di ruang bakar, suhu di reaktor dan suhu di pipa penghubung. Perbedaan suhu yang terjadi pada suhu ruang bakar dengan reaktor cukup besar dimulai pada menit ke 40 hingga ke menit 140. Peningkatan suhu pada ruang bakar terus bertambah berbanding lurus dan berimbang dengan waktu pertambahannya, hal ini dikarenakan jumlah bahan bakar terus ditambah dengan jumlah yang sama seiring bertambahnya waktu yang sama pula. Namun tidak jika dibandingkan suhu direaktor dan pipa penghubung yang tidak begitu tinggi.

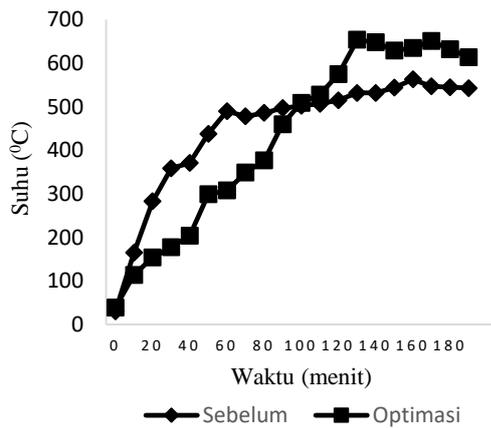


Gambar 3. Grafik perbandingan suhu yang terjadi tiap titik pengujian pembakaran optimasi.

Pada menit ke 140 nilai suhu di ruang bakar dan reaktor mulai landau, hal ini dikarenakan jumlah bahan bakar yang ada sudah terbakar semua dan tinggal sisa bara yang ada, hingga akhirnya turun dan berhenti. Perbedaan yang cukup besar terjadi dikarenakan panas yang terjadi diruang bakar tidak bisa mengalir dengan baik ke reaktor. Hal ini bisa dikarenakan plat dinding reaktor cukup tebal (3 mm) sehingga panas ruang bakar tidak mudah berpindah/masuk ke reaktor, sehingga suhu pembakaran bahan baku di reaktor tidak begitu besar yaitu paling tinggi 329°C pada menit ke 160. Juga untuk suhu asap/gas yang akan masuk ke kondensor paling tinggi 152°C.

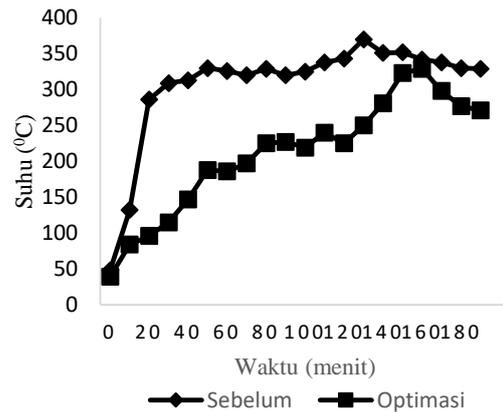
Berdasarkan penelitian sebelumnya [13], mengenai pembakaran menyeluruh pada ruang bakar dan reaktor pirolisis (*sebelum* optimasi) menggunakan bahan biomassa kayu, kemudian dibandingkan dengan hasil pengujian kondisi *optimasi* seperti pada (Gambar 4), terlihat bahwa ada perbedaan yang cukup jelas, ruang bakar kondisi *sebelum* menghasilkan suhu pembakaran yang cukup baik dari menit pertama sampai ke menit 60 yaitu 490°C. Sementara kondisi *optimasi* pada saat itu masih mencapai suhu 306°C. Hal ini dikarenakan ruang bakar kondisi *sebelum*, reaktornya berada didalam ruang bakar semua, sehingga panas yang terjadi dapat dengan baik mengalir ke reaktor secara

keseluruhan dari segala sisi. Namun untuk ruang bakar kondisi *optimasi* peningkatan suhu cukup lambat/standar, dikarenakan laju penyebaran panasnya dari samping dan bawah saja. Dan baru mencapai puncaknya pada menit ke 130 dengan suhu tertinggi 654°C. Walaupun suhu ini lebih tinggi dari kondisi *sebelum*, namun capaian suhu yang tinggi dapat terjadi dengan penambahan jumlah dan ritme bahan bakar yang lebih banyak.



Gambar 4. Grafik perbandingan suhu pembakaran di ruang bakar sebelum dan optimasi.

Begitu juga halnya pada Gambar 5, yaitu perbandingan pembakaran pada reaktor, dimana laju peningkatan suhu yang sangat besar di awal menit untuk ruang bakar kondisi *sebelum* menurut penelitian sebelumnya [11], yaitu pada menit 30 suhu sudah mencapai 309°C hingga mencapai suhu 370°C dan akhirnya selesai. Laju penyebaran panas yang terjadi dari segala arah akan mempercepat terjadinya peningkatan suhu pembakaran reaktor. Dan sebaliknya dengan kondisi *optimasi* hanya dua sisi saja, bawah dan samping, sehingga suhu pembakaran reaktor lebih kecil yaitu 329°C inipun terjadi pada menit ke 150 dan pada menit ke 160 suhunya turun lagi sampai berakhir pada menit ke 190.



Gambar 5. Grafik perbandingan suhu pembakaran di reaktor antara *sebelum* dan *optimasi*

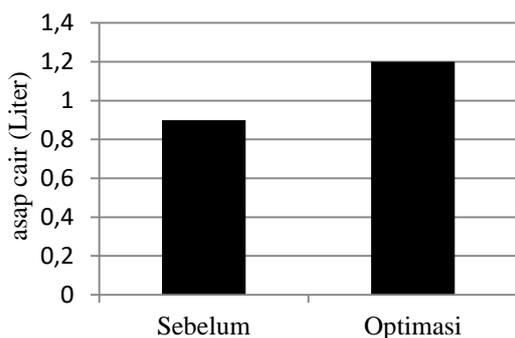
Dari Gambar 4 dan 5 terlihat suhu pembakaran pada kondisi *sebelum* lebih tinggi dibanding kondisi *optimasi*, namun pada kondisi *sebelum* karena reaktor berada didalam ruang bakar seluruhnya mengakibatkan terbakarnya seal/perapat tutup reaktor sehingga terjadilah kebocoran dan ada sebagian asap yang keluar dan ini merupakan kerugian pada asap cair yang dihasilkan. Dan pada kondisi *optimasi* tidak terjadi kebocoran karena pada tutup reaktor tidak masuk ruang bakar sehingga seal/perapat tidak terbakar dan tidak bocor atau rusak.

Tabel 1. Hasil asap cair dan bio-arang

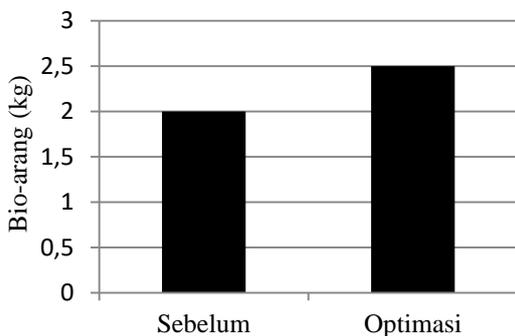
Kondisi	Hasil Asap Cair (Liter)	Hasil Bio-arang (kg)
<i>Sebelum</i>	0,9	2,0
<i>Optimasi</i>	1,2	2,5

Pada Gambar 6 dan 7 terlihat hasil dari asap cair dan bio-arang pada kondisi *optimasi* lebih banyak yaitu asap cair 1,2 liter dan bio-arang 2,5 kg dibanding kondisi *sebelum*, yaitu 0,9 liter dan 2,0 berdasarkan hasil penelitian sebelumnya [8]. hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi suhu pirolisis maka komponen atau senyawa yang ada di dalam biomassa akan semakin banyak yang terdekomposisi menjadi asap cair sehingga jumlah asap cair yang dihasilkan akan semakin banyak. Menurut Fadillah [14], interaksi suhu dan waktu pirolisis sangat berpengaruh nyata terhadap rendemen tar dan arang. Dan juga semakin

tinggi suhu maka kecepatan reaksi pirolisis akan semakin meningkat sehingga kemampuan untuk menguraikan senyawa - senyawa organik yang ada pada biomassa juga semakin besar. Berdasarkan Ratnawati [15], bahwa hal ini disebabkan pada suhu tinggi dan waktu yang lama dekomposisi bahan baku lebih sempurna sehingga rendemen asap cair yang dihasilkan lebih tinggi.



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil Asap Cair sebelum dan optimasi



Gambar 7. Grafik perbandingan hasil Bio-arang sebelum dan optimasi

Semakin tinggi suhu pembakaran pirolisis akan menghasilkan asap cair yang lebih banyak namun untuk kondisi reaktor *sebelum* hasilnya lebih sedikit yaitu 0,9 liter dibandingkan kondisi reaktor *optimasi* yaitu 1,2 liter, hal ini dikarenakan adanya kerusakan pada seal/perapat tutup karena terbakar sehingga mengakibatkan kebocoran dan asap cair akan keluar maka ada kehilangan sehingga hasil asap cair yang keluar lewat kondensor tidak maksimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya [16], semakin tinggi suhu dan lama waktu maka semakin banyak asap cair

yang dihasilkan, efisiensi asap cair hasil tertinggi ialah pada jenis kayu rengas yaitu sebanyak 0,65% dan untuk efisiensi asap cair terendah adalah pada jenis kayu jati putih yaitu sebanyak 0,27 %. Kemudian hasil bio-arang kondisi *sebelum* lebih kecil yaitu 2,0 kg dibanding kondisi *optimasi* yaitu 2,5 kg karena suhu yang tinggi akan mempercepat reaksi senyawa yang ada di dalam biomassa akan semakin banyak yang terdekomposisi thermal dari padatan menjadi gas/asap, sehingga jumlah padatan bio-arang menjadi lebih sedikit dan semakin banyak asap/gas yang didapat namun karena adanya kebocoran pada seal/perapat tutup reaktor maka sebagian asap tersebut keluar dan sedikit yang terkondensasi dikondensor.

Kesimpulan

Hasil kondisi *optimasi* ruang bakar pada alat pirolisis menunjukkan hasil yang lebih bagus atau baik dibandingkan dengan kondisi *sebelum*. Hasil kondisi *optimasi* mendapatkan suhu pembakaran ruang bakar lebih besar yaitu 651°C dibanding kondisi *sebelum* yaitu 563°C. Suhu pembakaran reaktor pada kondisi *optimasi* lebih kecil yaitu 329°C dibandingkan kondisi *sebelum* yaitu 370°C. Hasil acap cair yang didapatkan pada kondisi *optimasi* lebih besar yaitu 1,2 liter dibandingkan kondisi *sebelum* yaitu 0,9 liter. Hasil bio-arang yang didapatkan pada kondisi *optimasi* lebih besar yaitu 2,5 kg dibandingkan kondisi *sebelum* yaitu 2,0 kg.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Metro dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Muhammadiyah Metro, atas bantuan dana penelitian OPR (Operasional Penelitian Rutin) tahun akademik 2020/2021.

Referensi

- [1]. Wijayanti, Widya. Nur, Mega Sasongko. Dkk., 2013, Metode

- Pirolisis Untuk Penanganan Sampah Perkotaan Sebagai Penghasil Bahan Bakar Alternatif, *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.4, No.2, ISSN 0216-468X, Hlm. 85-92
- [2]. Ridhuan, Kemas. Arya, Septi. 2015. Karakteristik Pembakaran berbagai Jenis Bahan Limbah Biomassa dengan Menggunakan Proses Nonkarbonisasi. *Jurnal Teknik Mesin "Turbo"*. Volume 4 Nomor 1. ISSN: 2301 6663
- [3]. Devison. (2015). *Rekayasa Pirolisator Berkinerja Tinggi Untuk Peningkatan Rendemen Asap Cair*. Thesis Program Studi Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Padang.
- [4]. Ridhuan, Kemas., Irawan, Dwi, 2017, Rancangan Dan Pengujian Alat Pirolisis Berbahan Bakar Dan Bahan Baku Biomassa, Prosiding Seminar Nasional Energi dan Industri Manufaktur SIGER Universitas Lampung,
- [5]. Syamsudin, Sri Purwati, dkk, 2016, Pirolisis Isotermal Sludge Cake Dan Pulp Reject Pabrik Pulp Kraft, *Jurnal Selulosa* Vol. 6 No. 2 Desember 2016, hal. 71 sd. 82. e-ISSN: 2527 - 6662 p-ISSN: 2088 - 7000
- [6]. Fatimah, Is. 2004, Pengaruh Laju Pemanasan Terhadap Komposisi Biofeul Hasil Pirolisis Serbuk Kayu, *Jurnal Logika*, Vol.1 No.1 Issn: 1410-2315 - Hlm.46-50.
- [7]. Hadi, Abdul. Gafur, A. Udiantoro. Mukhlis, 2014, Desain Instalasi Pirolisis Limbah Pertanian Dalam Rangka Minimalisasi Emisi Gas Rumah Kaca Dari Lahan Basah, Prosiding SNST Ke-5, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, ISBN: 978-602-99334-3-7. Hlm.1-9.
- [8]. Ridhuan, Kemas., Irawan, Dwi.,(2019), Comparison Of Biomass Ziolite Mixture As Catalyst On Pirolisis Combustion On Results Of Biochar And Liquid Smoke, Prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XVIII, Pambayun, Gilar S. Remigius, YEY. Rachimoellah,M. Endah,M.M. Putri, 2013, Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator Zncl₂ Dan Na₂co₃ Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 1, Issn: 2337-3539, Hlm. 2301-9271.
- [10]. Ridhuan, Kemas., Irawan, Dwi., (2019), Comparison Of Types And Size Of Biomass On Pirolisis Combustion Toward The Results Of Bio-Charcoal And Liquid Smoke The 5TH International Conference on Science, Technology and Interdisciplinary Research, IC-STAR 2019.
- [11]. Ridhuan Kemas, Irawan Dwi, (2019), Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan, *Jurnal Teknik Mesin TURBO* Vol. 8 No. 1. 2019 p-ISSN: 2301-6663, e-ISSN: 2477-250X.
- [12]. Fachraniah, Fona, Z., dan Rahmi, Z., (2009), "Peningkatan Kualitas Asap Cair dengan Distilasi", *Jurnal Reaksi*, Vol. 7(14), pp. 1-11.
- [13]. Ridhuan, Kemas., Dwi Irawan, Dwi., (2018), Pengaruh Jenis Biomassa Pada Pembakaran Pirolisis Terhadap Karakteristik Dan Efisiensi Bioarang - Asap Cair Yang Dihasilkan, *Jurnal: Media Mesin Univ. Muh. Surakarta* Volume: 20 No. 1
- [14]. Fadillah, Haris., Alfarty, Alivia., 2015, The Influence Of Pyrolysis Temperature And Time To The Yield And Quality of Rubber Fruit (*Hevea brasiliensis*) Shell Liquid Smoke, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" ISSN 1693-4393, Yogyakarta.
- [15]. Ratnawati., Hartanto, Singgih, 2010, Pengaruh Suhu Pirolisis Cangkang Sawit Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Asap Cair, Indonesian

Journal Of Materials Science, Vol.
12, No. 1, Hal : 7 – 11 Issn : 1411-
1098

- [16]. Ridhuan, Kemas,. Irawan, Dwi,
(2017), Rancangan Dan Pengujian
Alat Pirolisis Berbahan Bakar Dan
Bahan Baku Biomassa, Prosiding
Seminar Nasional Energi dan Industri
Manufaktur SIGER Universitas
Lampung.