



Fakultas Teknik  
<http://teknik.unkhair.ac.id>

ISSN : 2407-6821

**SEMINAR NASIONAL KETEKNIKAN (S I N T E K)**

TERNATE, 15-16 NOVEMBER 2017

# SINTEK

UNIVERSITAS KHAIRUN  
2017



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur tercurah kehadirat Allah Yang Maha Esa yang tanpa henti mengucurkan rahmat dan karuniaNya, baik kurunia sehat, rejeki, kecerdasan, kemauan dan lain-lain, bahkan juga karunia dalam bentuk kesadaran dan kemampuan bersyukur kepadaNya, dan dengan ijinnya Prosiding Seminar Nasional Keteknikan (SINTEK) 2017, dengan Tema “Strategi Implementasi Teknologi Berkelanjutan Berbasis Kepulauan”, dapat kami terbitkan. Seminar Nasional Keteknikan merupakan wujud dari upaya untuk menampung dan mendapatkan gagasan serta ide-ide untuk mengatasi permasalahan yang terkait dengan kemampuan dalam memujudkan teknologi yang berdaya saing bagi kemajuan ilmu dan teknologi di provinsi Maluku Utara. Seminar Nasional Keteknikan ini tidak lepas dari keikutsertaan para pengambil kebijakan dan para akademisi yang kompeten didalamnya untuk menghasilkan solusi yang terbaik sebagai tolak ukur dalam memahami perubahan-perubahan kebutuhan masyarakat dalam konteks ilmu pengetahuan dan teknologi. Kami berharap seminar ini akan memberikan pemahaman serta masukan guna pengembangan propinsi Maluku utara sebagai salah satu wilayah kepulauan di Indonesia, khususnya dalam perencanaan, pemanfaatan dan penerapan teknologi di masyarakat.

Seminar ini diikuti oleh peneliti-peneliti dari berbagai bidang ilmu dari seluruh Indonesia, yang telah membahas berbagai bidang kajian yaitu Teknik Sipil, Teknik Elektro, Teknik Mesin Teknik Informatika, Teknik Pertambangan dan Teknik Kimia serta bidang lainnya, seperti soft skill. Jumlah judul karya ilmiah pada Sintek 2017 kali ini adalah 42 buah judul yang terdiri dari 25 makalah dan 16 buah poster.

Kami mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak Rektor Univ. Khairun, (Prof. Dr. Husen Alting, SH. MH) para Narasumber DR.Ir. Jumain Appe, M.Si. (Dirjen Penguatan Inovasi Kementerian Riset Dikti), DR. Ing. Eko Adhy Setiawan (Ketua Pusat Riset Energi Terbarukan Wilayah Tropis, Universitas Indonesia), dan Anang Rizkani Noor (Presiden Direktur PT. Nusa Halmahera Mineral), serta para tamu undangan, dan para peserta seminar SINTEK 2017, yang telah menghadiri pembukaan dan memberikan sambutan pada seminar ini. Tindak lanjut dari seminar ini adalah publikasi prosiding, dan kami berharap adanya pengembangan konsep-konsep dan aplikasi-aplikasi yang dapat digunakan oleh pemerintah dan industri dalam menjalankan pembangunan bangsa.

Akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada anggota panitia pengarah, panitia pelaksana, yang telah menyediakan fasilitas untuk persiapan-persiapan, serta pihak-pihak lain yang belum kami sebut, tetapi banyak membantu atas terselenggaranya seminar ini serta terwujudnya prosiding ini. Semoga Allah SWT meridhai semua langkah dan perjuangan kita, serta berkenan mencatatnya sebagai amal ibadah. Amin.

Ternate, 14 November 2017

**Maulana Ibrahim**

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DENGAN GAIN OPTIMUM UNTUK RADAR NAVIGASI .....	1-5
Folin Oktafiani, Yussi Perdana Saputera, Rintania Elliyati Nuryaningsih	
ANALISIS FREKUENSI DOPPLER PADA OBJEK BERGERAK UNTUK APLIKASI SOFTWARE RADAR UDARA .....	6-10
Sulistyaningsih, Prasetyo Putranto, Rintania Elliyati Nuryaningsih	
SIMULASI KINERJA MODULASI QPSK PADA SISTEM KOMUNIKASI KOOPERATIF.....	11-20
Sulastri Y. Daud, Zulaeha Mabud, Iis Hamsir A. Wahab	
KOREKSI CITRA BAWAH LAUT MENGGUNAKAN CONTRAHARMONIC MEAN FILTER.....	21-26
Nursanti Abdurrachman, Iis Hamsir Ayub Wahab, Moh. Jamil	
PEMBENTUKAN STRUVITE DALAM REAKTOR PIPA BERSEKAT MIRING SECARA SINAMBUNG .....	27-32
Sutiyono, Luluk Edahwati	
STUDI KARAKTERISTIK FISIK KAWASAN KOTA TERHADAP KETERMANFAATAN ANGIN LOKAL .....	33-39
Sungkono, Juhana	
KARAKTERISASI KOMPOSISI KARBON DARI ARANG SEKAM PADI PADA SISTEM GASIFIKASI BIOMASSA DOWNDRAFT TIPE BATCH SYSTEM.....	40-46
S. Maarif, S. Harahap, N. R. Yusuf, F.R Gibran, A. Surjosatyo	
ANALISA LAJU KOROSI COATING GONDORUKEM PADA BAJA .....	47-51
Rudi Hartono	
PENGEMBANGAN APLIKASI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BERBASIS WEB DALAM PENENTUAN PEMENANG TENDER MENGGUNAKAN METODE BAYES DAN GROUP TECHNOLOGY .....	52-59
Lita Asyriati Latif, Said Hi Abbas, Mohamad Jamil	
RANCANG BANGUN MESIN PEMECAH CANGKANG PALA .....	60-66
Said Hi. Abbas, Ivan Junaidy A. Karim, Maruf Mahubesy	
DESAIN FENDER SILINDER DENGAN MENAMBAHKAN KONTRUKSI ALUMINUM BERDINDING TIPIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MENYERAP ENERGI BENTURAN .....	67-72
Witono Hardi	
PENGARUH DILUENT TERHADAP KINERJA PEMBAKARAN GAS CNG–OKSIGEN.....	73-79
Iwan Gunawan	
PERSEPSI MASYARAKAT KOTA TERNATE TERHADAP <i>WATERFRONT CITY</i> .....	80-84
Muhammad Faisal Albaar, Muhammad Rizal	
EVALUASI RENCANA RELOKASI PKL BERDASARKAN PERSEPSI	

STAKEHOLDERS DI KOTA TERNATE .....	85-89
Syukri M. Nur, Muhammad Rizal	
TYPOLOGI FASADE GERBANG BENTENG <i>FORT ORANJE</i> DI TERNATE .....	90-96
Endah Harisun, M. Amrin MS. Conoras	
ANALISIS TINGKAT KEPENTINGAN DAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH BERDASARKAN PERSEPSI MASYARAKAT DI KOTA TOMOHON INDONESIA .....	97-110
Anthonius Frederik Raffel	
PREDIKSI KAPASITAS DUKUNG EMBANKMENT DIPERKUAT MATRAS DI ATAS TANAH DASAR LUNAK.....	111-116
Suyuti, Mufti A.Sultan., Zulkarnain K.Misbah	
ANALISA STRUKTUR GEDUNG TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DIKOTA TERNATE .....	117-122
Arbain Tata, Imran, Bima Putra Limoto	
POTENSI PLTMH DESA KAWALO KABUPATEN PULAU TALIABU PROVINSI MALUKU UTARA .....	123-126
Marlina Kamis., Irman Saleh	
PENSKALAAN GERAK TANAH UNTUK ANALISIS RIWAYAT WAKTU MENGGUNAKAN ETABS DAN NGA-WEST2 .....	127-131
Yudit Agus Priambodo	
EVALUASI KINERJA TERMINAL PENUMPANG GAMALAMA KOTA TERNATE .....	132-137
Muhammad Rizal, Edward Rizky Ahadian	
MODEL TINGKAT KEBISINGAN PESAWAT TERBANG PADA BANDARA SULTAN BABULLAH TERNATE .....	138-143
Gapy P. Umaternate , Nani Nagu, M. Taufik Yuda Saputra	
PENGARUH TINGKAT CURAH HUJAN TERHADAP INTRUSI AIR ASIN DI KOTA TERNATE UTARA (STUDY KASUS SUMUR DANGKAL DI SEKITAR MATA AIR AKEGAALE) .....	144-148
Nani Nagu, Taufik Yudha Saputra, Ady Hery Saputra	
PENINGKATAN DAYA DUKUNG SUBGRADE JALAN DENGAN ASBUTON .....	149-154
Abdul Gaus, Muhammad Darwis, Jamlaun Togubu, Liska Novianti	
ALTERASI-MINERALISASI DAN GEOKIMIA ENDAPAN TEMBAGA DI KALI BOKI DESA KUBUNG KECAMATAN BACAN SELATAN KABUPATEN HALMAHERA SELATAN PROVINSI MALUKU UTARA .....	155-160
Nurany	
ANALISIS PENGARUH KETEBALAN PLAT MARMER TERHADAP KEKUATAN IMPACK DAN BENDING .....	161-164
Ahmad Seng	

# KARAKTERISASI KOMPOSISI KARBON DARI ARANG SEKAM PADI PADA SISTEM GASIFIKASI BIOMASSA *DOWNDRAFT* TIPE *BATCH SYSTEM*

S. Maarif<sup>1)</sup>, S. Harahap<sup>2)</sup>, N. R. Yusuf<sup>3)</sup>, F.R Gibran<sup>4)</sup>, A. Surjosatyo<sup>5)</sup>

<sup>1)2)</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila  
Jalan Raya Lenteng Agung Timur No.56-80, Jakarta

<sup>1)</sup>maarif.sem@gmail.com

<sup>2)</sup>smhrp88@gmail.com

<sup>3)4)5)</sup>Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia Depok

<sup>3)</sup>naufal.riadhi@ui.ac.id

<sup>4)</sup>felly.rihlat@ui.ac.id

<sup>5)</sup>adi.sur@eng.ui.ac.id

**Abstract** -- Sekam padi merupakan salah satu biomassa yang memiliki potensi energi sebesar 3,84 GW. Dengan proses gasifikasi biomassa, sekam padi bisa menghasilkan energi. Tapi setelah proses gasifikasi, masih ada limbah berupa arang maupun abu sekam padi. Untuk menanggulangnya, unsur karbon dari limbah dimanfaatkan kembali. Penelitian ini menggunakan sistem batch fixed bed downdraft gasifier. Dengan memvariasikan posisi injeksi udara sekunder (Z), didapatkan temperatur pirolisis yang berbeda. Karena perbedaan temperatur, didapatkan kandungan karbon dan jumlah massa limbah yang bervariasi. Hasilnya, saat Z = 34 cm kandungan karbonnya paling tinggi yaitu, 27,47%. Sedangkan saat Z = 46 cm kandungan karbonnya paling rendah yaitu, 22,11%. Ketika Z = 38 cm massa limbah yang dihasilkan paling rendah yaitu 27,4% dari massa awal.

**Keywords**--arang sekam padi, gasifikasi biomassa, fixed bed downdraft, secondary air injections, pirolisis, sekam padi

## I. PENDAHULUAN

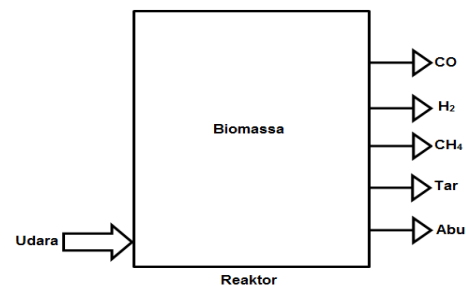
Setiap tahun populasi manusia meningkat, Indonesia merupakan negara ke – 4 dengan jumlah penduduk terbesar di dunia (“Population, total Data,” 2015). Dengan meningkatnya manusia, tentu kebutuhan energi ikut meningkat. Pada tahun 2013, konsumsi bahan bakar fosil Indonesia masih sangat tinggi, yaitu 65,9% (“Fossil fuel energy consumption (% of total) | Data,” 2014). Penggunaan energi fosil sebagai sumber energi utama dalam skala besar dapat menghabiskan cadangan energi fosil. Hal ini bisa menyebabkan krisis energi. Selain krisis energi, polusi udara juga harus menjadi pertimbangan untuk menggunakan energi fosil secara terus menerus. Memanfaatkan energi terbarukan merupakan langkah yang tepat untuk mencegah krisis energi dan peningkatan kadar polutan di udara. Gasifikasi biomassa dengan sekam padi merupakan salah satu energi terbarukan yang kemungkinan besar bisa berkembang di negara agraris seperti Indonesia. Potensi energi biomassa di Indonesia diperkirakan mencapai 35,6 GW (Pranoto, Pandin, Rahmah Fithri,

& Nasution, 2013) dan potensi sekam padi adalah sebesar 3,84 GW. Sebelum dimanfaatkan sebagai bahan bakar, maka ada dua analisis yang bisa digunakan untuk menguji kandungan zat – zat yang terkandung di dalam sekam padi yaitu, analisis ultimat dan analisis proksimat. Hasil analisis bisa dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik sekam padi

Parameter Analisis	Nilai	Satuan
<b>Proksimat</b>		
Moisture	7,82	%
Ash	20,61	%
Volatile Matter	57,66	%
Fixed Carbon	13,91	%
<b>Ultimat</b>		
Sulfur	0,12	%
Carbon Hydrogen	35,03	%
Hydrogen	5,46	%
Nitrogen	0,29	%
Oxygen	38,49	%
<b>Gross Calorific Value</b>	3330	cal/g

Gasifikasi biomassa merupakan proses konversi energi dari bahan baku biomassa menjadi bahan bakar gas yang disebut dengan *producer gas*. Kandungan dari gas ini adalah karbon monoksida (CO), hidrogen (H<sub>2</sub>), dan metana (CH<sub>4</sub>). Gas ini bisa digunakan untuk mesin pembakaran dalam (Rajvanshi, 1986).



Gambar 1. Produk dari gasifikasi

Abu biomassa merupakan salah satu produk sampingan dari gasifikasi yang menjadi limbah. Untuk menanggulangnya, abu bisa dimanfaatkan kembali (Pode, 2016). Berbagai ragam pemanfaatan abu sekam padi sudah dilakukan seperti pembuatan baterai litium (Jung, Ryou, Sung, Park, & Choi, 2013; Wang et al., 2014), kapasitor (Prabunathan, Sethuraman, & Alagar, 2014), pembersihan air dari limbah (Feng, Lin, Gong, Sugita, & Shoya, 2004; Foo & Hameed, 2009; Naiya, Bhattacharya, Mandal, & Das, 2009), absorben emisi gas CO dan NO<sub>x</sub> pada kendaraan (Febryanti & Wahab, 2008), pengkondisian tanah (Muntohar, 2002), produksi *silica gel* (Kamath & Proctor, 1998; Obadih, 2011), dan material konstruksi bangunan (Hossain, Sarker, & Basak, 2011).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam gasifikasi, bahan bakar mengalami empat proses, yaitu:

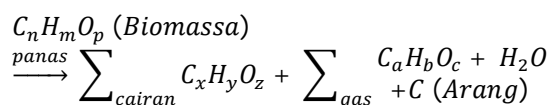
### A. Pengeringan

Kelembapan pada bahan bakar akan menguap pada proses ini. Nilai kelembapan dari bahan bakar sangat menentukan, karena semakin tinggi kelembapan maka semakin tinggi energi di dalam reaktor yang digunakan untuk mengeringkan bahan bakar. Oleh karena itu, kelembapan dari bahan bakar pada gasifikasi biomassa dibatasi pada jangkauan 10% - 20%. Proses ini akan berlangsung hingga temperatur kira - kira mencapai 200°C.

### B. Pirolisis

Pirolisis merupakan proses dekomposisi dari bahan bakar pada temperatur tertentu dengan udara yang terbatas. Pirolisis hampir sama dengan pengeringan, tapi temperatur pirolisis lebih tinggi daripada pengeringan. Temperatur pirolisis bisa mencapai 300 - 700°C (Basu, 2010).

Akibat dari pirolisis yang terjadi didalam reaktor, proses gasifikasi menghasilkan tiga produk dengan fase yang berbeda, yaitu cair, gas, dan padat. Produk cair dari pirolisis adalah *tar*. Sedangkan produk gas dan padat adalah *producer gas* dan arang. Proses dari pirolisis bisa dinyatakan dengan reaksi berikut.

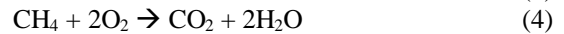
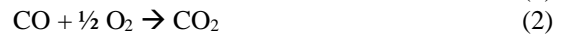


Setiap produk memiliki syarat masing - masing hingga bisa terbentuk. Berikut syarat - syaratnya:

- Untuk memaksimalkan produk berupa arang, maka laju pemanasan harus rendah (<0.01 - 2°C/s), temperatur rendah, dan waktu yang lama
- Untuk memkasimalkan produk cairan, maka temperatur harus sedang (~500°C), dan waktu yang singkat
- Untuk memaksimalkan produk gas, maka laju pemanasan harus rendah, temperatur yang tinggi (~700°C), dan waktu yang lama.

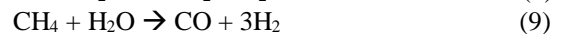
### C. Oksidasi

Pada proses ini, arang dan gas hasil dari pirolisis bereaksi dengan suplai udara sehingga menghasilkan produk berupa CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O serta energi panas. Energi panas dari oksidasi digunakan untuk energi pengeringan dan pirolisis. Temperatur dari oksidasi ini sangat tinggi, dengan jangkauan 800 - 1400°C. Berikut reaksinya:

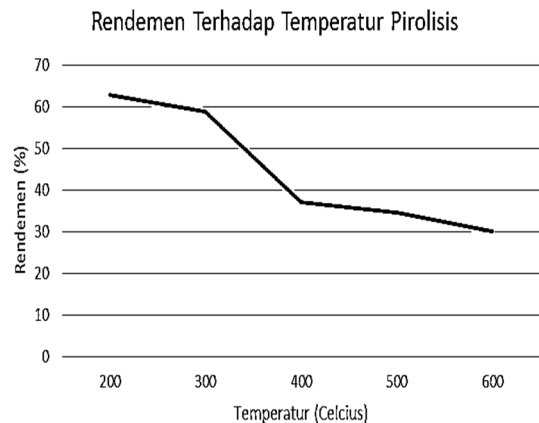


### D. Reduksi

Proses reduksi merupakan tempat reaksi hasil dari produk oksidasi serta menghasilkan produk berupa CO, H<sub>2</sub>, dan CH<sub>4</sub>. Dengan kata lain, proses ini sebagian besar menghasilkan energi yang diperlukan oleh *producer gas*. Berikut reaksinya:

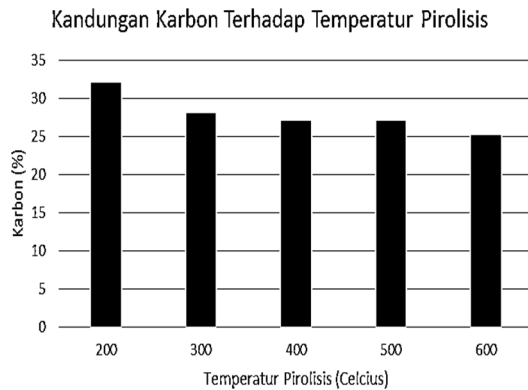


Setelah mengalami gasifikasi sekam padi yang sudah menjadi abu akan mengalami perubahan pada komposisi unsurnya. Komposisi ini tergantung pada temperatur, waktu, dan udara pada proses gasifikasi yang terjadi reaktor.



Gambar 2. Grafik Rendemen Terhadap Temperatur

Rendemen adalah presentase massa akhir atau bisa disebut juga dengan massa limbah padat setelah biomassa mengalami dekomposisi. Berdasarkan gambar 2, seiring bertambahnya temperatur pirolisis terhadap biomassa, maka massa akhir dari biomassa tersebut akan semakin rendah (Antal & Grønli, 2003). Hal ini dikarenakan sebagian besar komposisi dari biomassa menguap.



Gambar 3. Grafik Kandungan Karbon Terhadap Temperatur

Seiring naiknya temperatur, maka komposisi karbon akan berkurang pada biomassa (Basu, 2010). Percobaan ini dilakukan dengan pirolisis pada biomassa. Meningkatnya temperatur maka proses dekomposisi akan terus berlangsung. Untuk memanfaatkan potensi pada sekam padi, setelah melakukan gasifikasi abu hasil pembakaran bisa dimanfaatkan lagi. Dengan memanfaatkan abu hasil gasifikasi, secara tidak langsung juga mengurangi limbah yang dihasilkan gasifikasi, namun ada syarat berupa presentase kandungan yang setidaknya sama dengan yang sudah teruji. Adapun syarat – syaratnya sebagai berikut:

1. Anoda baterai litium
  - Kandungan karbon sebesar 41,08% (Wang et al., 2014)
2. Pupuk dan pengkondisian tanah
  - Kandungan karbon 40,97% (Pratiwi, Hillary, Fukuda, & Shinogi, 2016)
  - Kandungan karbon 18,72% (Masulili & Utomo, 2010)
  - Standar Indonesia (Permentan No. 70 Tahun 2011)

Tabel 2. Standar Pupuk dan Pengondisian Tanah Indonesia

No	Parameter	Satuan	Standar Mutu
1	C - Organik	%	min 15
2	C/N		25-35
3	Bahan ikutan (plastik, kaca, kerikil)	%	maks 2
4	Kadar air	%	15-25
5	Logam berat:	ppm	
	As		maks 10
	Hg		maks 1
	Pb		maks 50
	Cd		maks 2
6	pH		4-9
7	Mikroba:	MPN/g	
	E.Coli		maks 10 <sup>2</sup>
	Salmonella		maks 10 <sup>2</sup>

8	Hara mikro:	ppm	
	Fe total atau		maks 9000
	Fe tersedia		maks 500
	Mn		maks 5000
	Zn		maks 5000
9	Unsur Lain:	ppm	
	La		0
	Ce		0

Ada empat fraksi yang dimiliki oleh unsur karbon (Shackley et al., 2012), yaitu:

1. *Super-labile*, termineralisasi ke CO<sub>2</sub> dalam waktu yang singkat (jam hingga beberapa hari).
2. *Labile*, termineralisasi dalam waktu mingguan hingga bulanan.
3. *Unstable*, termineralisasi dalam waktu bulanan hingga tahunan.
4. *Fixed*, termineralisasi setelah beberapa ratusan tahun.

Karbon pada arang biomassa sudah di uji dan memiliki fraksi *fixed* sebesar 97%. Sehingga bisa dipastikan karbon di dalam arang sekam padi tahan jika dimanfaatkan.

### III. METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan dalam sistem gasifikasi terdiri dari:

- Reaktor, tempat sekam padi mengalami proses gasifikasi
- Blower tiup, untuk memberikan suplai udara ke dalam reaktor
- Blower hisap, untuk menyedot producer gas menuju burner
- Cyclone, sebagai sistem filtering
- Storage tank, untuk memastikan gas tetap mengalir ke burner
- Burner, terbakarnya producer gas
- Inverter, untuk mengatur kecepatan putar blower hisap
- Secondary air intake, untuk mengalirkan udara sekunder ke dalam reaktor
- Termokopel dan data logger, untuk menghitung distribusi temperatur di dalam reaktor
- Timbangan, untuk mengukur massa dari sekam padi

Proses pengujian dilakukan dengan tahapan, yaitu:

1. Menimbang massa dari sekam padi
2. Ignisi reaktor dengan DEX dan kertas
3. Menyalakan suplai udara primer dan sekunder, dengan bukaan 45<sup>0</sup>
4. Memasang secondary air intake dengan variasi jarak, 34 cm, 38 cm, 42 cm, dan 46 cm
5. Menyedot producer gas dengan blower hisap
6. Menyalakan producer gas di dalam burner
7. Penambahan sekam padi hingga api di dalam burner mati
8. Menimbang massa dari limbah padat
9. Pengujian sampel di laboratorium

Data yang diperoleh adalah temperatur, massa sebelum dan sesudah gasifikasi, dan waktu pemanasan sekam padi. Untuk menghitung rendemen =  $\frac{\text{massa awal (kg)}}{\text{massa akhir (kg)}} \times 100\%$

#### IV. HASIL PENELITIAN

Setiap sampel arang sekam padi memiliki karakteristik yang berbeda, karena mengalami proses gasifikasi dengan kondisi yang berbeda.

Tabel 3. Arang Sekam Padi

Sampel	Durasi (detik)	Massa Awal (gr)	Massa Akhir (gr)
1 (34 cm)	840	1170	352 gr
2 (38 cm)	750	1170	320 gr
3 (42 cm)	1080	1170	350 gr
4 (46 cm)	1050	1170	340 gr

Tabel 4. Analisis Ultimat Arang Sekam Padi

Parameter	Sampel 1 (34 cm)	Sampel 2 (38 cm)	Sampel 3 (42 cm)	Sampel 4 (46 cm)
C (%)	27,47	22,43	26,48	22,11
H <sub>2</sub> (%)	1,23	1,00	1,05	0,91
N <sub>2</sub> (%)	0,46	0,20	0,39	0,31
Sulfur (%)	0,09	0,09	0,09	0,09
Rasio C/N	60,6	112,2	67,9	71,3

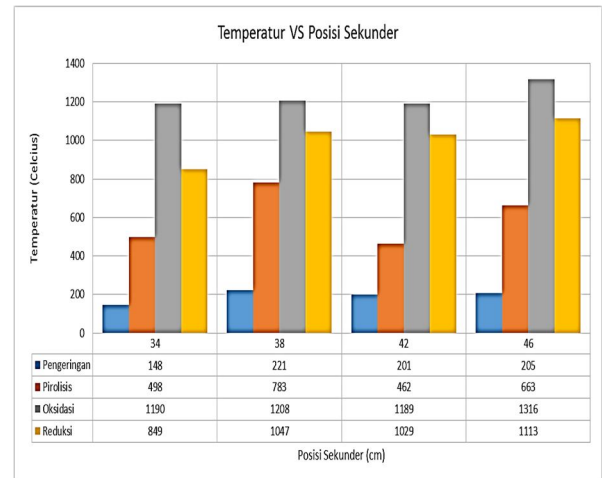
Untuk mewakili temperatur reaktor, dipilih temperatur pirolisis. Temperatur pirolisis sangat mempengaruhi pembentukan arang pada proses gasifikasi. Untuk setiap posisi memiliki temperatur pirolisis yang berbeda, serta memberikan pengaruh terhadap kandungan karbon dari arang sekam padi.

Tabel 5. Data Arang Sekam Padi

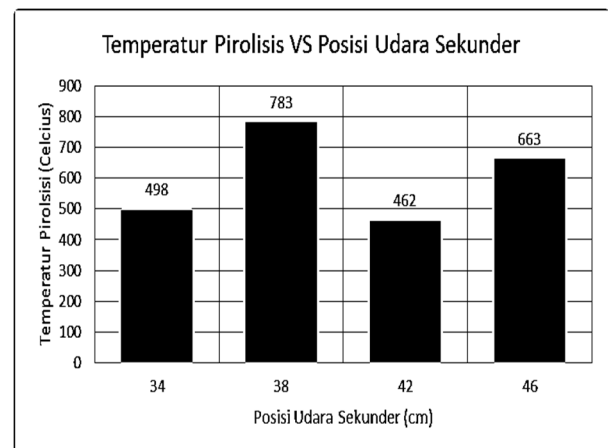
Sampel	Temperatur Pirolisis (Celcius)	Rendemen	Karbon (%)
1 (34 cm)	498	30%	27,47
2 (38 cm)	783	27,4%	22,43
3 (42 cm)	462	29,9%	26,48
4 (46 cm)	663	29%	22,11

#### V. PEMBAHASAN

##### - Temperatur



Gambar 4. Grafik Temperatur Terhadap Posisi Sekunder



Gambar 5. Grafik Temperatur Pirolisis Terhadap Posisi Udara Sekunder

Posisi udara sekunder menyebabkan perubahan temperatur dari zona proses di dalam reaktor gasifikasi. Berikut analisis untuk setiap posisi sekunder:

##### - Posisi 34 cm

Pada posisi 34 cm, udara sekunder di injeksi di daerah pengeringan. Hal ini tidak memberikan perubahan temperatur pirolisis didalam reaktor.

##### - Posisi 38 cm

Pada posisi 38 cm, udara sekunder di injeksi di daerah pirolisis. Hal ini menyebabkan pirolisis mendapatkan suplai udara dan meningkatkan temperatur pirolisis, sehingga terjadi fenomena *flaming pyrolysis*. Fenomena ini mengindikasikan bahwa oksidasi memberikan suplai udara yang lebih ke daerah pirolisis dan menyebabkan pembakaran yang kaya.

##### - Posisi 42 cm

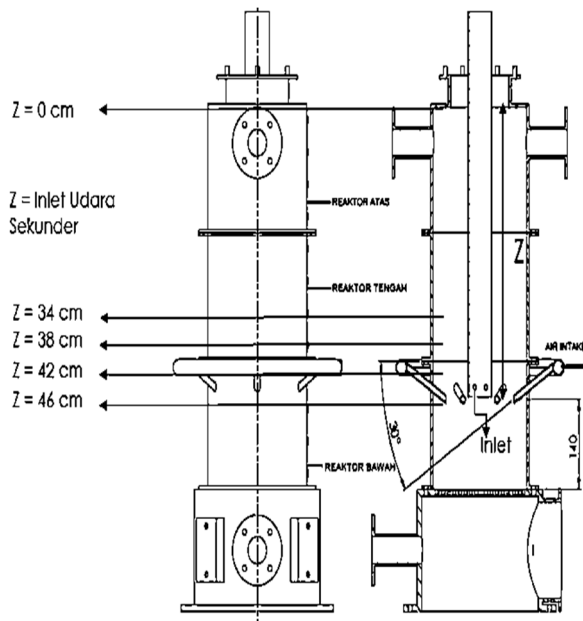
Pada posisi 42 cm, udara sekunder di injeksi di daerah pirolisis – oksidasi. Karena berada diantara



dua zona, posisi ini tidak memberikan efek yang signifikan terhadap pirolisis maupun oksidasi.

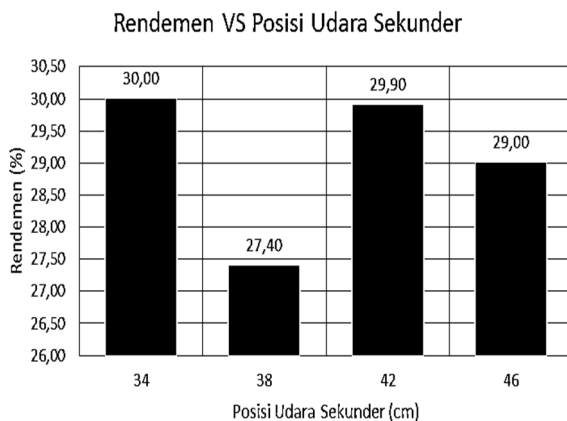
- Posisi 46 cm

Pada posisi 46 cm, udara sekunder di injeksi di daerah oksidasi. Hal ini menyebabkan oksidasi mendapatkan suplai udara yang lebih banyak. Dengan suplai yang banyak, panas yang dihasilkan dari proses oksidasi meningkat. Temperatur oksidasi meningkat, maka energi yang disalurkan ke daerah pirolisis bertambah, sehingga menyebabkan temperatur pirolisis meningkat.



Gambar 6. Posisi Udara Sekunder

- Rendemen Setiap Sampel



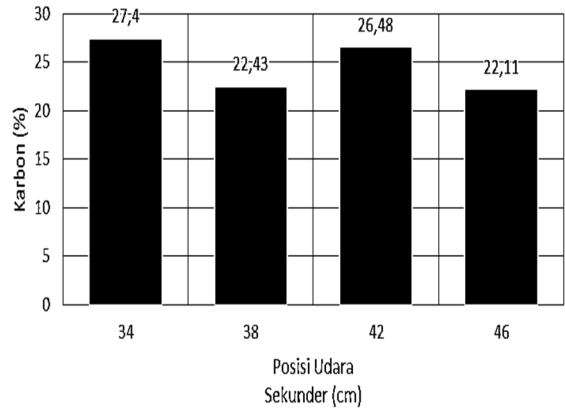
Gambar 7. Grafik Rendemen Terhadap Posisi Udara Sekunder

Rendemen merupakan massa akhir dari sampel, atau berat dari arang dibandingkan dengan berat awal sekam padi. Massa dari arang dipengaruhi oleh proses pirolisis. Semakin tinggi temperatur maka proses

dekomposisi akan terus berlangsung, sehingga menyebabkan massa dari sekam padi berkurang. Hal ini sesuai dengan percobaan (Antal & Grønli, 2003; Siahaan et al., 2013). Posisi 34 cm dan 42 cm tidak jauh berbeda, hal ini dikarenakan temperatur pirolisis tidak jauh berbeda. Posisi 38 cm memiliki massa akhir yang rendah karena temperatur pirolisisnya tertinggi dibandingkan dari posisi sekunder lainnya.

- Kandungan Karbon

Karbon VS Posisi Udara Sekunder



Gambar 8. Grafik Karbon Terhadap Posisi Udara Sekunder

Kandungan karbon dari arang yang dihasilkan dipengaruhi oleh proses pirolisis. Posisi sekunder 34 cm dan 42 cm memiliki perbedaan yang tidak signifikan karena temperatur pirolisis dari ke-dua posisi tidak berbeda jauh. Posisi 42 cm lebih rendah karena waktu pemanasan di dalam reaktor lebih dibandingkan dengan posisi 34 cm. Posisi 38 cm dan 46 cm memiliki perbedaan yang tidak signifikan. Posisi 46 cm lebih rendah dari 38 cm karena temperatur oksidasi lebih tinggi, sehingga produk dari pirolisis yaitu arang mengalami reaksi kimia lebih banyak.

Jika melihat dari kandungan unsur karbon pada sampel – sampel arang sekam padi hasil pengujian, presentase karbon paling mendekati dengan percobaan (Masulili & Utomo, 2010). Untuk menjadi bahan pupuk atau pengondisi tanah, perlu memenuhi standar Indonesia. Sampel hasil pengujian belum memenuhi standar Indonesia pada rasio C/N. Namun, percobaan Masulili & Utomo mampu memberikan perubahan terhadap tanah yang diberikan arang sekam padi.

Tabel 6. Data Efek Arang Sekam Padi Terhadap Tanah

Kedaan	Tanpa Tambahan	Arang Sekam Padi
Ketersediaan air (%)	11,34	15,47
pH	3,36	

Al (%)	3,84	2,96
Fe (%)	3,61	3,1
Tinggi Tanaman (cm)	75,17	86,17
Total Produksi (g)	29,53	75,93

## VI. KESIMPULAN

1. Komposisi karbon tertinggi adalah 27,47% pada posisi udara sekunder 34 cm dan karbon terendah adalah 22,11% pada posisi udara sekunder 46 cm.
2. Posisi sekunder yang menghasilkan limbah gasifikasi paling rendah berada pada posisi 38 cm.
3. Temperatur pirolisis memiliki efek yang besar terhadap pengurangan massa. Karena proses gasifikasi bertahap, maka setiap juga memberikan efek terhadap komposisi akhir dari arang sekam padi.

## VII. SARAN

1. Menambah alat ukur, seperti *flowmeter*, *gas analyser*, dan pengukuran tar untuk meningkatkan pengujian gasifikasi.
2. Menyediakan fasilitas untuk pengujian kandungan pada material organik, sehingga mengurangi biaya operasional karena menguji sampel di luar kampus.
3. Setelah mengetahui efek dari posisi udara sekunder, maka bisa melakukan modifikasi terhadap reaktor gasifikasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antal, M. J., & Grønli, M. (2003). The Art, Science, and Technology of Charcoal Production. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42, 1619–1640. <https://doi.org/10.1021/ie0207919>
- Basu, P. (2010). *Biomass Gasification and Pyrolysis Handbook*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-374988-8.00001-5>
- Febryanti, A., & Wahab, A. W. (2008). Potensi Arang Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Emisi Gas Co<sub>2</sub>, No<sub>x</sub>, Dan No<sub>x</sub> Pada Kendaraan Bermotor, (X).
- Feng, Q., Lin, Q., Gong, F., Sugita, S., & Shoya, M. (2004). Adsorption of lead and mercury by rice husk ash. *Journal of Colloid and Interface Science*, 278(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.05.030>
- Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2009). Utilization of rice husk ash as novel adsorbent: A judicious recycling of the colloidal agricultural waste. *Advances in Colloid and Interface Science*, 152(1–2), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2009.09.005>
- Fossil fuel energy consumption (% of total) | Data. (2014). Retrieved December 13, 2016, from [http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COM.M.FO.ZS?locations=ID&name\\_desc=false&view=map](http://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COM.M.FO.ZS?locations=ID&name_desc=false&view=map)
- Hossain, T., Sarker, S. K., & Basak, B. C. (2011). Utilization potential of rice husk ash as a construction material in rural areas. *Journal of Civil Engineering*, 39(2), 175–188.
- Jung, D. S., Ryou, M.-H., Sung, Y. J., Park, S. Bin, & Choi, J. W. (2013). Recycling rice husks for high-capacity lithium battery anodes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(30), 12229–34. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305025110>
- Kamath, S. R., & Proctor, A. (1998). Silica gel from rice hull ash: Preparation and characterization. *Cereal Chemistry*, 75(4), 484–487. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1998.75.4.484>
- Masulili, A., & Utomo, W. H. (2010). Rice Husk Biochar for Rice Based Cropping System in Acid Soil 1. The Characteristics of Rice Husk Biochar and Its Influence on the Properties of Acid Sulfate Soils and Rice Growth in West Kalimantan, Indonesia. *Journal of Agricultural Science*, 2(1), P39. <https://doi.org/10.5539/jas.v2n1p39>
- Muntohar, A. S. (2002). Utilization of uncontrolled burn rice husk ash in soil improvement. *Civil Engineering Dimension*, 4(2), 100–105.
- Naiya, T. K., Bhattacharya, A. K., Mandal, S., & Das, S. K. (2009). The sorption of lead(II) ions on rice husk ash. *Journal of Hazardous Materials*, 163(2–3), 1254–1264. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.07.119>
- Obadiyah, A. L. I. W. A. (2011). Production of silica gel from rice husk ash ali w anderimam obadiyah. *Quim. Nova*, 34(November), 71–75.
- Pode, R. (2016). Potential applications of rice husk ash waste from rice husk biomass power plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1468–1485. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.051>
- Population, total | Data. (2015). Retrieved December 12, 2016, from [http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2015&name\\_desc=true&start=1960&view=chart](http://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2015&name_desc=true&start=1960&view=chart)
- Prabunathan, P., Sethuraman, K., & Alagar, M. (2014). MnO<sub>2</sub>-doped, polyaniline-grafted rice husk ash nanocomposites and their electrochemical capacitor applications. *RSC Adv.*, 4(88), 47726–47734. <https://doi.org/10.1039/C4RA04633A>
- Pranoto, B., Pandin, M., Rahmah Fithri, S., & Nasution, S. (2013). PETA POTENSI LIMBAH BIOMASSA PERTANIAN DAN KEHUTANAN SEBAGAI BASIS DATA PENGEMBANGAN ENERGI TERBARUKAN, 12(2), 123–130. <https://doi.org/1978-2365>
- Pratiwi, E. P. A., Hillary, A. K., Fukuda, T., & Shinogi, Y. (2016). The effects of rice husk char on ammonium,

- nitrate and phosphate retention and leaching in loamy soil. *Geoderma*, 277, 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.05.006>
- Rajvanshi, A. K. (1986). BIOMASS GASIFICATION, 83–102.
- Shackley, S., Carter, S., Knowles, T., Middelink, E., Haefele, S., & Haszeldine, S. (2012). Sustainable gasification-biochar systems? A case-study of rice-husk gasification in Cambodia, Part II: Field trial results, carbon abatement, economic assessment and conclusions. *Energy Policy*, 41, 618–623. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.11.023>
- Siahaan, S., Hutapea, M., Hasibuan, R., Kimia, D. T., Teknik, F., & Utara, U. S. (2013). Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi, 2(1), 26–30.
- Wang, L., Xue, J., Gao, B., Gao, P., Mou, C., & Li, J. (2014). Rice husk derived carbon–silica composites as anodes for lithium ion batteries. *RSC Adv.*, 4(110), 64744–64746. <https://doi.org/10.1039/C4RA09627D>