



### PROTEKSI ISI PROPOSAL

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi pengabdian kepada masyarakat

### PROPOSAL PENELITIAN 2024

Rencana Pelaksanaan Penelitian: tahun 2024 s.d. tahun 2024

#### 1. JUDUL PENELITIAN

Karakteristik Pembakaran dan Emisi Gas Buang Burner Pellet Fuel Dengan Vortex Generators Chamber

Bidang Fokus	Tema	Topik (jika ada)	Prioritas Riset
Energi	Teknologi Ketahanan, Diversifikasi Energi dan Penguatan Komunitas Sosial	Teknologi tepat guna dalam pemanfaatan energy baru dan terbarukan	Green Economy

Rumpun Ilmu Level 1	Rumpun Ilmu Level 2	Rumpun Ilmu Level 3
ILMU TEKNIK	ILMU KETEKNIKAN INDUSTRI	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

Skema Penelitian	Strata (Dasar/Terapan/Pengembangan)	Nilai SBK	Target Akhir TKT	Lama Kegiatan
Penelitian Dosen Pemula	Riset Dasar	50.000.000	3	1 Tahun

#### 2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
NOVI INDAH RIANI 0717119007  Ketua Pengusul Universitas Qomaruddin	Dosen	Teknik Mesin	Menentukan topik penelitian, menyusun road map penelitian, menyusun proposal penelitian, merancang alur penelitian, mengolah data hasil penelitian, menyusun laporan akhir, dan menyusun artikel ilmiah	<a href="#">6798749</a>
BARIQOTUL HIDAYAH 0707089002  Anggota Universitas Qomaruddin	Dosen	Pendidikan Bahasa Inggris	Menyusun Rencana Anggaran Biaya, Mengatur keuangan dan membelanjakan BHP, mengatur time line penelitian, dan melakukan pengambilan data	<a href="#">6700427</a>
AHMAD SAKHI 2213110014  Mahasiswa Universitas Qomaruddin	Mahasiswa	Teknik Mesin	Membantu dalam proses perakitan alat dan pengambilan data penelitian	-

#### 3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (Jika Ada)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Dana
-------	------------	------

#### 4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

##### Luaran Wajib

Tahun Luaran	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian	Keterangan
--------------	-----------------	--------------	-----------------------	------------

1	Artikel di Jurnal	Artikel di Jurnal Bereputasi Nasional Terindeks SINTA 1-4	Accepted/Published	<a href="https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/index">https://jurnal.umj.ac.id/index.php/sintek/index</a>
---	-------------------	---	--------------------	---

## 5. ANGGARAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

**Total RAB 1 Tahun Rp48.915.000,00**

**Tahun 1 Total Rp48.915.000,00**

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	ATK untuk 2 peneliti dan 1 mahasiswa	Paket	3	700.000	2.100.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Mata Gerinda Potong 4 inch	Unit	4	75.000	300.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Pipa 2 inch 5 mm	Unit	4	250.000	1.000.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Thermocouple 4 channel data logger	Unit	1	2.500.000	2.500.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Thermo couple type k 0'1200 C Drat NPT 1/2 stik 100 mm	Unit	2	850.000	1.700.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Blower Speed Controller Switch	Unit	1	750.000	750.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Mata Gerinda Batu 4 inch	Unit	1	350.000	350.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Baut ukuran 16 mm	Unit	12	15.000	180.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Semen api fire clay SK 36	Unit	4	170.000	680.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Pellet 25 Kg	Unit	10	95.000	950.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Mata Gerinda Kawat	Unit	4	25.000	100.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Blower centrifugal 2 inch	Unit	2	350.000	700.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bata Tahan Api SK-34	Unit	50	35.000	1.750.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Stainless Steel temperatur sensor K type thermocouple bayonet compres	Unit	8	100.000	800.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Detektor Gas Karbon Monoksida Digital 4 in 1 Model QQ	Unit	1	4.000.000	4.000.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Insulation ceramic fiber	Unit	10	100.000	1.000.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Gasket graphite	Unit	10	300.000	3.000.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Plat Besi 10 mm 2,4 m x 1,2 m	Unit	2	5.000.000	10.000.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Kawat Las Kobe Steel RB 26 2.6mm 5kg/ RB 26 2.6 MM	Unit	4	200.000	800.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	1 teknisi 12 jam per minggu selama 12 Minggu	OJ	144	25.000	3.600.000
Pengumpulan Data	Uang Harian	UH dan Transport lokal di kantor untuk rapat pengumpulan data 2 peneliti dan 1 mahasiswa selama 2 kali per minggu selama 8 minggu	OH	48	150.000	7.200.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Konsumsi pengumpulan data 2 peneliti, 1 mahasiswa, dan 1 teknisi selama 2 kali per minggu selama 8 minggu	OH	64	45.000	2.880.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Uang harian rapat di luar kantor	Rapat penyusunan luaran dan laporan penelitian di luar kantor untuk 2 peneliti dan 1 mahasiswa selama 5 hari	OH	15	100.000	1.500.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat penyusunan luaran dan laporan penelitian di luar kantor untuk 2 peneliti dan 1 mahasiswa selama 5 hari	OH	15	45.000	675.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Bereputasi Nasional	Artikel Ilmiah	Paket	1	400.000	400.000



Isian Substansi Proposal

## SKEMA PENELITIAN DASAR (PENELITIAN DOSEN PEMULA AFFIRMASI, PENELITIAN DOSEN PEMULA, PENELITIAN PASCASARJANA)

Pengusul hanya diperkenankan mengisi di tempat yang telah disediakan sesuai dengan petunjuk pengisian dan tidak diperkenankan melakukan modifikasi template atau penghapusan di setiap bagian.

### A. JUDUL

Tuliskan judul usulan penelitian maksimal 20 kata

Karakteristik Pembakaran dan Emisi Gas Buang *Burner Pellet Fuel* Dengan *Vortex Generators Chamber*

### B. RINGKASAN

Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode, dan luaran yang ditargetkan

*Burner pellet fuel* merupakan alat yang berfungsi untuk melakukan proses pembakaran dengan bahan bakar *biomass pellet*. Indikator dari *burner* yang memiliki efisiensi tinggi adalah heterogenitas campuran udara dan bahan bakar di dalam *chamber* dan *residence time* bahan bakar pada temperatur tinggi. Ini memunculkan **urgensi penelitian** yaitu untuk meningkatkan heterogenitas campuran udara dan bahan bakar dilakukan dengan menambahkan *vortex generators* di dalam *burner*. **Tujuan penelitian** ini adalah untuk mengoptimalkan *area mixing chamber* pada *burner* dengan metode *swirl* menggunakan *vortex generators* sehingga menghasilkan pembakaran sempurna yang berdampak terhadap penurunan emisi karbon monoksida. **Metode penelitian** yang digunakan adalah eksperimen. Ini meliputi mendesain, membuat *burner*, dan mengaplikasikan *vortex generators* di dalam *chamber*. Selanjutnya melakukan pengujian terhadap efektifitas *vortex generators* pada skala laboratorium. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan desain *burner pellet fuel* yang efektif dan efisien dalam proses pembakaran. Penelitian ini diawali dengan **TKT 2** dan akan diakhiri pada **TKT 3**. Luaran penelitian selama 1 tahun adalah **artikel jurnal nasional terakreditasi SINTA 4**

### C. KATA KUNCI

Isian 5 kata kunci yang dipisahkan dengan tanda titik koma (;)

[Emisi Karbon; *Pellet Fuel*; *Burner*; *Combustion Chamber*; *Vortex Generators*]

### D. PENDAHULUAN

Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1000 kata yang terdiri dari:

- Latar belakang dan rumusan permasalahan yang akan diteliti
- Pendekatan pemecahan masalah
- State of the art dan kebaruan
- Peta jalan (road map) penelitian 5 tahun

Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan.

#### D.1. LATAR BELAKANG DAN RUMUSAN MASALAH

Tuliskan latar belakang penelitian dan rumusan permasalahan yang akan diteliti, serta urgensi dari dilakukannya penelitian ini

Latar belakang dari penelitian yang akan dilakukan adalah *burner pellet fuel* merupakan alat yang berfungsi untuk melakukan proses pembakaran dengan bahan bakar terbarukan yaitu *biomass pellet*. Alat ini diaplikasikan pada industri manufaktur untuk peleburan aluminium, pemanasan *boiler*, dan *roasting*. Penggunaan *burner pellet fuel* berkontribusi terhadap program langit biru dikarenakan menggunakan bahan bakar terbarukan, mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, dan mereduksi emisi karbon yang berkontribusi dalam pemanasan global. Indikator *burner pellet fuel* yang memiliki efisiensi tinggi adalah rendahnya emisi karbon monoksida. Hal ini diidentifikasi dengan sempurnanya proses oksidasi hidrokarbon yang terkandung dalam bahan bakar pellet. Selain itu,

reaksi pembakaran sempurna dari hasil gas oksidasi juga diperlukan. Ini dipengaruhi oleh tingkat heterogenitas gas hidrokarbon dengan udara dan *residence time* bahan bakar pada temperatur tinggi (1). Oleh karena itu, optimalisasi desain *burner pellet fuel* terus diupayakan untuk meningkatkan proses pembakaran di dalam *burner* sehingga diperoleh emisi karbon monoksida yang lebih rendah. Berdasarkan latar belakang yang telah dideskripsikan, **identifikasi rumusan masalah dalam penelitian** ini dituliskan sebagai berikut:

**1. Heterogenitas Gas Hidrokarbon Dengan Udara:** bagaimanakah meningkatkan heterogenitas gas hidrokarbon dengan udara ketika akan terjadi proses pembakaran di dalam burner;

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan *area mixing chamber* pada burner dengan metode swirl menggunakan vortex generator sehingga menghasilkan pembakaran sempurna yang berdampak terhadap penurunan emisi karbon monoksida.

## D.2. PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

*Tuliskan pendekatan dan strategi pemecahan masalah yang telah dirumuskan*

Berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan, pendekatan dan strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dituliskan sebagai berikut:

**1. Penerapan Vortex Generators:** optimalisasi desain *burner* dengan memanipulasi aliran fluida udara yang masuk ke dalam *burner* untuk membentuk *swirl*. Ini dilakukan dengan menyusun lubang *pot* dan menambahkan *vortex generators* sehingga menimbulkan *secondary flow* di dalam *burner*. Fenomena ini diharapkan mempercepat proses terjadinya pencampuran udara dengan gas hidrokarbon sebelum terjadinya proses pembakaran sehingga berdampak terhadap menurunnya kadar emisi karbon monoksida.

## D.3. STATE OF THE ART DAN KEBARUAN

*Tuliskan keunggulan dari pemecahan masalah yang ditawarkan pengusul dibandingkan dengan penelitian pengusul sebelumnya atau peneliti lainnya dalam konteks permasalahan yang sama, serta kebaruan usulan dari aspek pendekatan, metode, dsb*

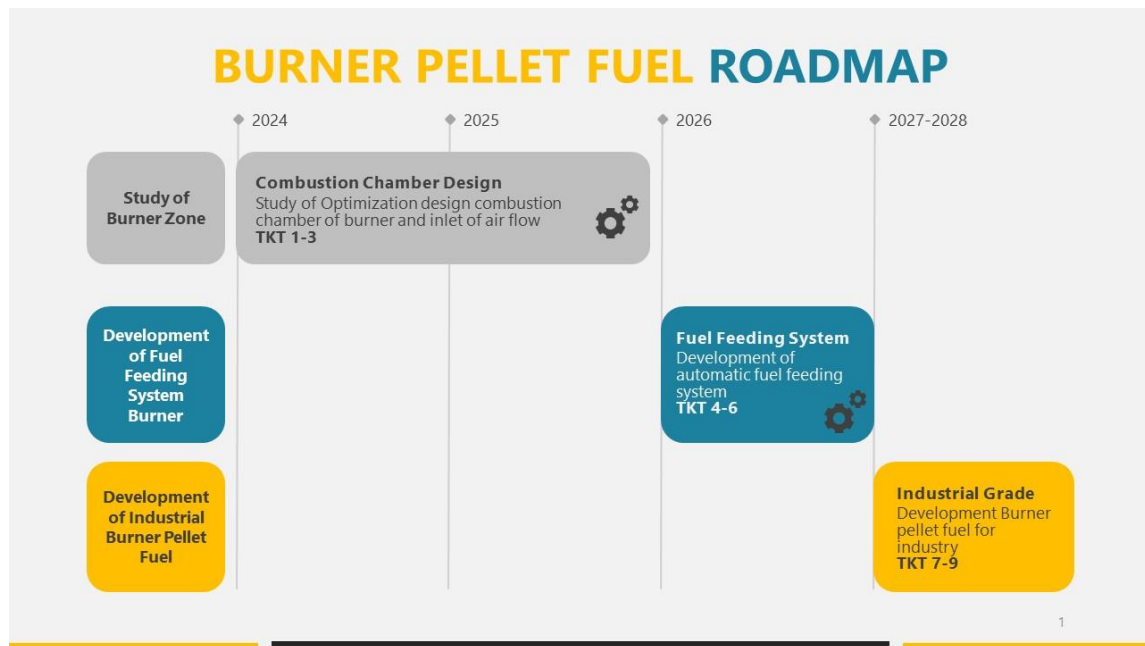
**State of the art** untuk meningkatkan proses pembakaran *pellet* dan reduksi karbon monoksida pada *burner* mengacu kepada perkembangan penelitian mengenai desain ruang bakar. Pengoptimalan proses pembakaran di dalam *burner* yang telah dilakukan meliputi penambahan *secondary flow*, perubahan ukuran dan jumlah lubang *burning pot*, dan penambahan *vortex generators* pada *primary/secondary flow* (2-7). Selain itu, variasi massa *pellet* terhadap jumlah saluran *burning pot* diteliti cukup detail untuk mengetahui efektifitas jumlah bahan bakar optimal pada *burner* (8-10). Penelitian terkini menunjukkan beberapa perkembangan variasi variable konstruksi antara lain penggunaan metode *rotary burner*, percepatan menentukan variable optimal menggunakan *taguchi methods*, dan *flue gas recirculator* (11-15). Akan tetapi, ini masih belum ditemukan desain *burner* yang mengaplikasikan *vortex generators* untuk membentuk *swirl zone* di permukaan dinding *burner*. *Swirl zone* yang dibangkitkan oleh *vortex generators* di dalam ruang burner memiliki keunggulan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yaitu mempercepat heterogenitas udara dengan hidrokarbon. Susunan *vortex generators* di dalam burner **dapat menjadi kebaruan** dalam penelitian yang berkontribusi terhadap efektifitas pembakaran di dalam *burner*.

## D.4. PETA JALAN PENELITIAN

*Tuliskan peta jalan penelitian dari tahapan yang telah dicapai, tahapan yang akan dilakukan selama jangka waktu penelitian, dan tahapan yang direncanakan.*

Gambar 1. menunjukkan peta jalan penelitian yang akan dilakukan untuk mengembangkan *burner pellet fuel*. Pada tahun 2024-2025 merupakan dasar pengetahuan untuk mengembangkan penelitian dengan level TKT 1-3 terkait *combustion zone* di dalam *burner*. Pada lini masa ini ditargetkan untuk terbit 2 publikasi ilmiah tingkat nasional terakreditasi sinta 4. Pada periode 2026

diproyeksikan penelitian terkait *fuel feeding system* yang relevan digunakan untuk pengembangan *burner pellet system* ditinjau dari stabilitas pembakaran. Selanjutnya pada periode 2027-2028 pembuatan *prototyping burner pellet fuel* skala industri yang teruji dan tersertifikasi produk.



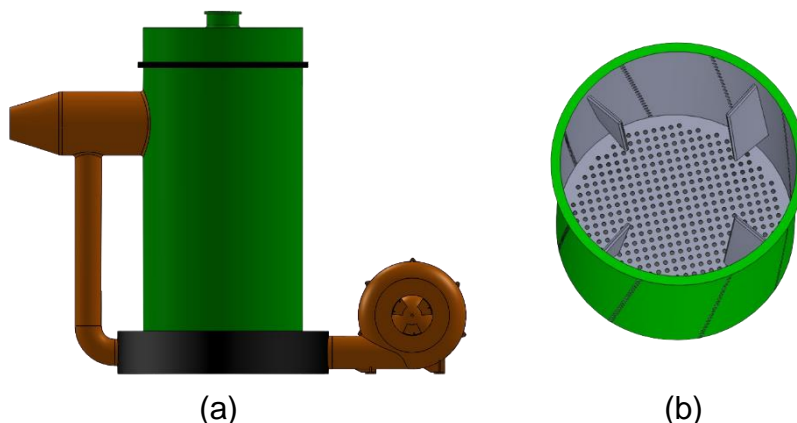
Gambar 1. Peta Jalan Penelitian *Burner Pellet Fuel*

### E. METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan tidak lebih dari 1000 kata. Pada bagian metoda wajib dilengkapi dengan:

- Diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG.
- Metode penelitian harus memuat, sekurang-kurangnya proses, luaran, indikator capaian yang ditargetkan, serta anggota tim/mitra yang bertanggung jawab pada setiap tahapan penelitian.
- Metode penelitian harus sejalan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Objek penelitian yang digunakan adalah *burner pellet fuel* yang akan dimodifikasi pada *chamber region* dengan menambahkan *vortex generators*. Komponen *burner pellet fuel* yang digunakan meliputi *chamber*, *centrifugal compressor*, dan *vortex generators*. Adapun desain *burner* dan *vortex generators* ditunjukkan pada gambar 2. sedangkan detail dimensi *burner* dan *vortex generator* ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 2. Objek Penelitian: (a) *Burner*, dan (b) *Combustion Chamber Menggunakan Vortex Generator*

Tabel 1. Dimensi Burner

Nama	Dimensi (mm)
Burner	
Diameter Chamber	300
Diameter Input Burner	70
Nozzle	
Diameter lubang besar	120
Diameter lubang kecil	60
Radial Blower	
Diameter input	62
Diameter output	50
Pot	
Diameter	276
Diameter lubang	5
Jarak antar lubang	5
Jumlah lubang	484
Vortex generator	
Panjang	130
Lebar	5
Tinggi	50
Sudut	10 derajat
Jumlah	4

Berdasarkan ilustrasi desain burner yang telah digambarkan, dapat diperkirakan kebutuhan *hardware* yang digunakan dalam penelitian. Adapun kebutuhan *hardware* dituliskan sebagai berikut: (1) *burner* berbentuk silinder: *baseline burner pellet fuel*; (2) *vortex generators*: optimalisasi heterogenitas bahan bakar dan udara sebelum terbakar; (3) *data acquisition*: untuk *recording* temperatur di *chamber*, *flue gas*, dan kadar emisi gas buang dengan tingkat ketelitian tinggi; (4) *control system*: mengatur kecepatan *centrifugal compressor* dengan kepresisian tinggi, dan (5) ruang laboratorium: pengembangan dan pengujian sistem.



Gambar 3. Alur Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen. Parameter yang akan diukur adalah temperatur ruang bakar, temperatur flue gas, dan kadar emisi gas buang berupa karbon monoksida. Pengambilan data dilakukan pada saat temperatur di

dalam *chamber* telah mencapai *steady*. Selanjutnya, alur penelitian ditunjukkan pada gambar 3.

Adapun untuk mencapai target dan luaran yang telah ditetapkan dituliskan sebagai berikut.

1. Studi literatur. Indikator: tersedianya literatur yang mendukung kebutuhan penelitian
  - a. Jurnal dan artikel seminar; dan
  - b. Proses diskusi literatur dengan tim peneliti.
2. *Mechanical design*. Indikator: tersedianya desain mekanikan untuk *burner pellet fuel*
  - a. *Burner* yaitu ruang pembakaran yang terdiri *chamber, pot, inlet pipe flow, dan outlet pipe flow*;
  - b. *Vortex generators* yaitu sirip plat yang dipasang secara *portable* di dalam *burner*.
3. *Control design*. Indikator: tersedianya *electrical control* untuk mengatur kecepatan *centrifugal compressor*.
4. Uji coba skala terbatas. Indikator: tersedianya dokumen hasil uji coba efektifitas *vortex generators* pada burner skala laboratorium.
5. Pelaporan dan luaran. Indikator: semua luaran yang ditargetkan dapat terpenuhi.
  - a. Laporan penelitian; dan
  - b. Artikel di jurnal bereputasi nasional terakreditasi SINTA 4

## F. JADWAL PENELITIAN

Jadwal penelitian disusun berdasarkan pelaksanaan penelitian, harap disesuaikan berdasarkan lama tahun pelaksanaan penelitian

[Tahun ke-1

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi Literatur: Jurnal dan Artikel Seminar	■	■	■									
2	Studi Literatur: Diskusi Literatur	■	■	■									
3	Pembuatan <i>Burner</i> dan <i>vortex generators</i>				■	■	■						
4	Pembuatan control untuk kecepatan <i>centrifugal compressor</i>				■	■	■						
5	Uji coba dan evaluasi						■	■	■	■			
6	Jurnal Bereputasi Nasional Terakreditasi Sinta 4 dan Pelaporan							■	■	■	■	■	■

Tahun ke-n

No	Nama Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1													
2													
dst.													

## G. DAFTAR PUSTAKA

Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan penelitian yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. J.F. Gonzalez, B. Ledesma, A. Alkassir, J. Gonzalez. (2011). Study of the influence of the composition of several biomass pellets on the drying process. *Biomass And Bioenergy*, 35, 4399-4406. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.08.019>
2. Klason, T., & Bai, X. S. (2007). Computational study of the combustion process and NO formation in a small-scale wood pellet furnace. *Fuel*, 86(10–11), 1465–1474. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2006.11.022>
3. Polonini, L. F., Petrocelli, D., Parmigiani, S. P., & Lezzi, A. M. (2019). Experimental study of PM emissions from wood pellet stoves with an innovative burning pot. *Journal of Physics: Conference Series*, 1224(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1224/1/012018>
4. Polonini, L., Petrocelli, D., Parmigiani, S., & Lezzi, A. (2019). Influence on CO and PM Emissions of an Innovative Burner Pot for Pellet Stoves: An Experimental Study. *Energies*, 12(4), 590. <https://doi.org/10.3390/en12040590>
5. Lilis Yulianti, Nurkholis Hamidi, Mega Nur Sasongko, Ibrahim Ahmad Ibadurrohman. (2019). Karakteristik Pembakaran Wood Pellet Stove Dengan Variasi Geometri Dan Blockage Ratio Flame Connector. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 10 (3), 327-338
6. Eo, J. W., Kim, M. J., Jeong, I. S., Cho, L., Kim, S. J., Park, S., & Kim, D. H. (2021). Enhancing thermal efficiency of wood pellet boilers by improving inlet air characteristics. *Energy*, 228, 120475. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120475>
7. Lasek, J. A., Matuszek, K., Hrycko, P., Głód, K., & Li, Y.-H. (2023). The combustion of torrefied biomass in commercial-scale domestic boilers. *Renewable Energy*, 216, 119065. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119065>
8. Zhang, Y., Zhang, Z., Zhou, Y., & Dong, R. (2018). The Influences of Various Testing Conditions on the Evaluation of Household Biomass Pellet Fuel Combustion. *Energies*, 11(5), 1131. <https://doi.org/10.3390/en11051131>
9. Wardhana, P. B. W., Hanafi, A. F., & Finali, A. (2021). Studi Eksperimental Performa Burner Biomassa Berbahan Bakar Arang Kayu dan Batok Kelapa sebagai Tungku Hemat Energi Ramah Lingkungan. *Journal of Mechanical Engineering*, 5 (2), 60-64
10. Prasetyo, Y. (2021). Desain mesin burner oven tembakau dengan bakar biomassa wood pellet. *JURNAL CRANKSHAFT*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v4i1.5839>
11. Jia, G., Li, L., & Zhang, D. M. (2020). Effect Analysis on Combustion and Emission Characteristics of a Rotary Burner Fueled by Biomass Pellet Fuel. *Journal of Chemistry*, 2020, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/3618382>
12. Castro, C., Fraga, L., Ferreira, E., Martins, J., Ribeiro, P., & Teixeira, J. C. (2021). Experimental Studies on Wood Pellets Combustion in a Fixed Bed Combustor Using Taguchi Method. *Fuels*, 2(4), 376–392. <https://doi.org/10.3390/fuels2040022>
13. Horvat, I., Dović, D., & Filipović, P. (2021). Numerical and experimental methods in development of the novel biomass combustion system concept for wood and agro pellets. *Energy*, 231, 120929. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120929>
14. Holubcik, M., Durcansky, P., Jandacka, J., Najser, J., & Klacko, A. (2023). Novel Design for Rotary Burner for Low-Quality Pellets. *Applied Sciences*, 13(5), 3053. <https://doi.org/10.3390/app13053053>
15. Polonini, L. F., Petrocelli, D., & Lezzi, A. M. (2023). The Effect of Flue Gas Recirculation on CO, PM and NOx Emissions in Pellet Stove Combustion. *Energies*, 16(2), 954. <https://doi.org/10.3390/en16020954>



**PERSETUJUAN PENGUSUL**

Tanggal Pengiriman	Tanggal Persetujuan	Nama Pimpinan Pemberi Persetujuan	Sebutan Jabatan Unit	Nama Unit Lembaga Pengusul
31/03/2024	31/03/2024	SUPARNO	Ketua	Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Qomaruddin

**Komentar : Disetujui**

Usulan disetujui