

PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH XIV

TEMA SEMINAR

Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif,
Handal, berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan
Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa



05 Oktober 2016

Gedung IASTH Universitas Indonesia
Salemba – Jakarta

Penyelenggara



UNIVERSITAS INDONESIA

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN
Dan
Program Studi Ilmu Lingkungan - UI

Diterbitkan Desember 2016

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas karunia-Nya Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dapat diterbitkan. Seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Pusat Teknologi Limbah Radioaktif - BATAN dengan Program Studi Ilmu Lingkungan – Universitas Indonesia. Seminar dengan tema “Pengembangan IPTEK Pengelolaan Limbah yang Inovatif, Handal, Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan Guna Meningkatkan Daya Saing Bangsa” telah dilaksanakan pada tanggal 5 Oktober 2016 di Gedung IASTH It.3 Universitas Indonesia, Salemba.

Seminar diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian dan pengembangan di bidang limbah radioaktif dan non radioaktif. Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XIV dijadikan sebagai media tukar menukar informasi dan pengalaman, ajang diskusi ilmiah, peningkatan kemitraan di antara peneliti, akademisi, dan praktisi industri, mempertajam visi pembuat kebijakan dan pengambil keputusan, serta peningkatan kesadaran kolektif terhadap pentingnya pengelolaan limbah yang inovatif, handal, berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Prosiding ini memuat karya tulis dari berbagai hasil penelitian mengenai pengelolaan limbah radioaktif, industri dan lingkungan. Makalah telah melalui proses evaluasi dari tim editor. Makalah dikelompokkan menjadi empat kelompok, yaitu kelompok pengelolaan limbah, disposal, lingkungan, dan perundang-undangan. Makalah-makalah tersebut berasal dari para peneliti di lingkungan BATAN, BAPETEN dan BPPT serta dosen dan mahasiswa di lingkungan UI, UNDIP, dan UNS.

Semoga penerbitan prosiding ini dapat digunakan sebagai data sekunder dalam pengembangan penelitian dimasa akan datang, serta dijadikan bahan acuan dalam kegiatan pengelolaan limbah. Akhir kata kepada semua pihak yang telah membantu, kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, Desember 2016

Kepala
Pusat Teknologi Limbah Radioaktif
Badan Tenaga Nuklir Nasional

Ir. Suryantoro, MT

SUSUNAN TIM EDITOR

Ketua	: Dr. Budi Setiawan	- BATAN
Anggota	: 1. Dr. Sigit Santoso	- BATAN
	2. Dr. Heny Suseno	- BATAN
	3. Drs. Gunandjar, SU	- BATAN
	4. Ir. Aisyah, MT	- BATAN
	5. Dr. Djoko Hari Nugroho	- BAPETEN
	6. Dr. Ir. Mohammad Hasroel Thayib, APU	- UI
	7. Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik, DEA	- UI

SUSUNAN PANITIA

Pengarah	:	1. Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	- BATAN
		2. Ketua Program Studi Ilmu Lingkungan UI	- UI
Penanggung Jawab	:	Ir. Suryantoro, MT	- BATAN
Penyelenggara			
Ketua	:	Budiyono, ST	- BATAN
Wakil Ketua	:	Moch. Romli, S.ST, MKKK	- BATAN
Sekretaris	:	1. Enggartati Budhy Hendarti, A.Md	- BATAN
		2. Pricillia Azhani, STP., M.Si.	- UI
		3. Titik Sundari, A.Md	- BATAN
Anggota	:	1. Widya Handayani, SE	- BATAN
		2. Sugianto, ST	- BATAN
		3. Wezia Berkademi, SE, M.Si	- UI
		4. M. Nurhasim, S.ST	- BATAN
		5. Eri Iswayanti, A.Md	- BATAN
		6. Agustinus Muryama, ST	- BATAN
		7. Budi Arisanto, A.Md	- BATAN
		8. Azhar Firdaus, S.Sos.I, M.Si	- UI
		9. Risdiyana, A.Md	- BATAN
		10. Adi Wijayanto, ST	- BATAN
		11. Arifin Istavara, S.ST	- BATAN
		12. CH. Susiana Atmaja, A.Md	- BATAN
		13. Imam Sasmito	- BATAN
		14. Moh. Cecep Cepi H., S.ST	- UI
		15. Parjono, ST	- BATAN
		16. Siswanto	- BATAN
		17. Sariyadi	- BATAN
		18. Maulana	- BAPETEN
		19. Drs. Hendro	- BATAN
		20. Sunardi, ST	- BATAN
		21. Gatot Sumartono, ST	- BATAN
		22. Ir. Eko Madi Parmanto	- BATAN
		23. Alphana Fridia Cessna, ST., M.Si	- UI
		24. Rukiaty	- BATAN
		25. Ade Rustiadam, S.ST	- BATAN
		26. Ajrieh Setiawan, S.ST	- BATAN
		27. Suparno, A.Md	- BATAN
		28. Suhartono, A.Md	- BATAN

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Susunan Tim Editor	ii
Susunan Panitia	iii
Daftar Isi	iv
1 Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif Pra-Disposal : Imobilisasi Limbah Radioaktif Uranium Menggunakan Abu Batubara Sebagai Bahan Matriks <i>Synroc</i> .. Gunandjar dan Yuli Purwanto	1
2 Pengelolaan Limbah Cair Dengan Pendekatan Konsep Eko-Efisiensi: Analisis Hubungan Antara Penerapan Program <i>Cleaner Production</i> Di Area Produksi Dengan Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	14
Wahyu Wikandari, Roekmijati Widaningroem Soemantojo, Tri Edhi Budhi Soesilo	
3 Pengolahan Limbah <i>Methylen Blue</i> Secara Fotokatalisis Dengan TiO ₂ Dimodifikasi Fe Dan Zeolit	29
Agus Salim Afrozi, Rahmat Salam, Auring R, Asep Nana S	
4. Kinerja Konsorsium Bakteri Dari Sungai Opak Yogyakarta Dalam Reduksi Nitrat Dengan Sumber Karbon Yang Berbeda	37
Hanies Ambarsari, Miswanto	
5. Pengelolaan Limbah Radioaktif Hasil Dekontaminasi Di Instalasi Produksi Radioisotop Paska Berhenti Operasi	45
Suhaedi Muhammad, Nazaroh, Rr.Djarwanti,RPS	
6. Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pembantu Peledakan (ANFO) Pada Kegiatan Pertambangan Batubara (Kasus Pemanfaatan Limbah Oli Bekas di PT. JMB Group)	52
Danang Widiyanto	
7. Sistem Pemurnian Helium Pada Reaktor Daya Experimental (RDE) Tipe HTR-10.....	60
Aisyah, Yuli Purwanto	
8. Pengolahan Limbah Daun Jati Kering Dari Desa Leyangan, Ungaran Menjadi Pulp Kering Dengan Proses Soda	68
Linda Kusumaningrum, Heny Kusumayanti	
9 Pembuatan Zat Warna Alami Dari Buah Mangrove <i>Spesies Rhizophora Stylosa</i> Sebagai Pewarna Batik Ramah Lingkungan Dalam Skala Pilot Plan	76
Paryanto, Wusana Agung Wibowo, Moch Helmy Aditya	
10 Konsentrasi Faktor Pada Bioakumulasi Plutonium Oleh Siput Macan (<i>Babylonia Spirata L.</i>) Di Perairan Teluk Jakarta	82
Murdahayu Makmur , Muhammad Qowi Fikri, Defri Yona, Syarifah Hikmah JS	
11. Pengaruh Koefisien Distribusi ¹³⁷ Cs Pada Keselamatan Calon Tapak Fasilitas Disposasi Limbah Radioaktif	93
Budi Setiawan, Dadang Suganda	
12. Kajian Pengolahan Limbah Radioaktif Cair Menggunakan Beberapa Adsorben	105
Mirawaty, Gustri Nurliati	

13	Studi Eksperimen Difusi Boron Dalam Bentonit Terkompaksi Dalam Kondisi Reduksi Oleh Fe	113
	Mas Udi, Noria Ohkubo	
14	Pengolahan Limbah Uranium Cair Dengan Resin Anion Amberlite IRA-400 Cl Dan Imobilisasi Resin Jenuh Menggunakan Polimer	118
	Dwi Luhur Ibnu Saputra, Wati, Nurhayati	
15	Studi Pemanfaatan Zeolit Sebagai Bahan Penopang Asam Oksalat Untuk Dekontaminasi Permukaan Aluminium	124
	Sutoto	
16	Karakteristik Limbah Radioaktif Tingkat Rendah Dan Sedang Reaktor Daya Eksperimental HTR-10	129
	Kuat Heriyanto	
17	Pengembangan Penerapan Sistem Pengawasan Dalam Rangka Pencegahan Masuknya <i>Scrap Metal</i> Terkontaminasi Zat Radioaktif ke Dalam Wilayah Hukum Republik Indonesia	136
	Nanang Triagung Edi Hermawan	
18	Pengawasan Zirkon Di Indonesia	145
	Moekhamad Alfiyan	
19	Polimorfisme XPD23 Pada Pekerja Radiasi Medik	151
	Wiwin Mailana, dan Yanti Lusiyantri	
20	Pengukuran Radiasi Dan Konsentrasi <i>Naturally Occuring Radioactive Materials</i> (NORM) Pada Lahan Calon Tapak PLTU Batubara Kramatwatu Serang Banten	155
	Sucipta, Risdiana S., Arimuladi SP.	
21	Perhitungan Jumlah Limbah Paska Dekomisioning Reaktor Triga Mark II Bandung	165
	Sutoto, Kuat Heriyanto, Mulyono Daryoko	
22	Fenomena Distribusi Radionuklida Kontaminan Pada Air Kanal Fasilitas KH-IPSB3 Pasca Perbaikan Filter <i>Skimer</i>	173
	Titik Sundari, Darmawan Aji, Arifin	
23	Difusi Radiocesium Oleh Tanah Urugan Sebagai Bahan Penutup Fasilitas Disposal Demo di Kawasan Nuklir Serpong : Karakterisasi <i>Dry Density</i> Tanah Permukaan di Lokasi Fasilitas Disposal Demo	179
	Nurul Efri Ekaningrum, Budi Setiawan	
24	Uji Integritas Kelongsong Bahan Bakar Nuklir Bekas Reaktor Dengan Metode Uji Cicip ..	186
	Dyah Sulistyani Rahayu, Darmawan Aji	
25	Verifikasi Penggunaan Library Origen 2.1 Untuk Perhitungan Inventori Teras Reaktor Tipe HTGR 10 MWth	194
	Anis Rohanda, Jupiter S. Pane, Amir Hamzah	
26	Penentuan Densitas Boron Karbida (B ₄ C) Menggunakan Autopiknometer Dan Secara Metrologi	199
	Torowati, Mu`nisatun, S., Yatno Dwi Agus	
27	Evaluasi Pengukuran Tingkat Kontaminasi Permukaan Material Terkontaminasi Untuk Tujuan Klierens (Studi Kasus : Limbah Pelat Logam Hasil Dekomisioning Fasilitas Pemurnian Fosfat Pt. Petrokimia Gresik)	205
	Moch Romli, Mas'udi , Sugeng Purnomo, M. Nurhasyim, T. Sulistiyo H.N., Suhartono, Imam Sasmito, L. Kwin P	

28	Evaluasi Tahanan Pembumian Instalasi Penyalur Petir Pada Stasiun Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong	212
	Adi Wijayanto, Arief Yuniarto, Budihari	
29	Evaluasi Pengendalian Dosis Radiasi Pada Kegiatan <i>Dismantling</i> Dan Pengondisian Zat Radioaktif Terbungkus Yang Tidak Digunakan	217
	Suhartono, Moch Romli, Arie Budianti, Adi Wijayanto, Mahmudin	
30	Penerimaan Dosis Radiasi Sebagai Indikator Keselamatan Dalam Proses Pengolahan Limbah Radioaktif Tahun 2015	224
	L.Kwin Pudjiastuti, Hendro, Suhartono, Arie Budianti	
31	Penerapan Nilai Batas Lepas Radioaktivitas ke Badan Air di Kawasan Nuklir Serpong ..	230
	Arif Yuniarto, Aepah Nurbiyanti, Ambar Winansi, Ritayanti	
32	Analisis Kegagalan Proses Pembangkit Uap Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair	241
	Budiyono, Sugianto	
33	Jaminan Mutu Layanan Evaluasi Dosis Perorangan Dengan <i>TLD Barc</i> di PTKMR-Batan ..	250
	Nazaroh, Rofiq Syaifudin, Sri Subandini Lolaningrum, dan Nina Herlina	
34	Perancangan Sistem Kendali <i>VAC Off-Gas</i> Pada Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif berbasis Programable Logic Control	260
	Sugianto, Budiyono, Arifin Istavara	
35	Uji Kelayakan Operasi Genset BRV20 RSG-Gas Setelah Dilakukan Perbaikan	268
	Teguh Sulisty	
36	Analisis Sistem Ventilasi Fasilitas Produksi 131I di PTRR-BATAN.....	278
	Mulyono, Hermanto, Sofyan Sori, Sriyono	
37	Aplikasi <i>Scada</i> Dengan Media Komunikasi Nirkabel 2.4 Ghz Untuk Pengendali Operasi Fasilitas Kanal Hubung Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas (KHIPSB3)	283
	Parjono , Budiyono	
38	Pembuatan Dan Pengujian <i>Burner</i> Pada Tungku Peleburan Timbal Untuk Fabrikasi <i>Shielding</i> Sumber Radioaktif Bekas Terbungkus	292
	Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto	
39	Aplikasi Reaktor Pada <i>Capacitor Bank</i> Sebagai Peredam Harmonik Catu Daya Instalasi Pengolahan Limbah Radioaktif	299
	Jonner Sitompul, Sugianto	

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN *BURNER* PADA TUNGKU PELEBURAN TIMBAL UNTUK FABRIKASI *SHIELDING* SUMBER RADIOAKTIF BEKAS TERBUNGKUS

Arifin Istavara, Jonner Sitompul, Sugianto

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Badan Tenaga Nuklir Nasional
Kawasan Puspipstek Serpong Gedung 50, Tangerang Selatan, Banten 15310
Email : istavara@batan.go.id

ABSTRAK

PEMBUATAN DAN PENGUJIAN *BURNER* PADA TUNGKU PELEBURAN TIMBAL UNTUK FABRIKASI *SHIELDING* SUMBER RADIOAKTIF BEKAS TERBUNGKUS. Telah dilakukan pembuatan dan pengujian *burner* pada tungku peleburan timbal dengan hasil *burner* layak digunakan untuk tungku peleburan dan telah diketahui kerja optimal karakteristik *burner* pada tekanan udara 0.75 bar dengan konsumsi bahan bakar oli bekas 1248 ml/jam, suhu cerobong 1041 °C, populasi lidah api 52 cm dan unjuk kerja pengkabutan stabil. Populasi asap belum dapat diukur karena keterbatasan alat.

Kata kunci : *burner*, oli bekas, lidah api, pengkabutan, peleburan timbal

ABSTRACT

MAKING AND TESTING OF THE *BURNER* FURNACE OF LEAD MELTING FOR FABRICATION OF DISUSED SEALED RADIOACTIVE SOURCES. The manufacturing and testing of the *burner* furnace of lead melting has been carried out with the resulted results *burner* that suitable to be used for use in melting furnaces and has been known the optimal work characteristics of the *burner* on the air pressure is 0.75 bar with a fuel consumption of waste oil in 1248 ml / hour, the temperature of flue 1041 °C, population flames 52 cm and atomizing performance is stable. Population smoke can not be measured because limitations of instrument.

Key word : *burner*, waste oil, flame, atomizing, lead melting

PENDAHULUAN

Pembuatan wadah sumber radioaktif bekas terbungkus atau biasa disebut DSRS (*Disused Sealed Radioactive Sources*) yang terbuat dari timbal (Pb) dirasa sangat baik untuk dilakukan karena mengingat biaya pembelian yang lebih mahal dibanding membuat produk sendiri. Selain itu desain wadah dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang diinginkan. Untuk mencetak wadah DSRS ini perlu dibuat sebuah tungku peleburan timbal yang berfungsi untuk mencairkan timbal dan kemudian dicetak sesuai desain. Pada tungku peleburan perlu adanya *burner* sebagai alat untuk memasok panas yang dibutuhkan saat peleburan timbal di dalam tungku peleburan ini.

Burner yang dibuat berbahan bakar oli bekas dari hasil penggantian oli Generator-set pada Pusat Teknologi Limbah Radioaktif – BATAN yang setiap tahun dilakukan pemeliharaan serta penggantian oli baru. Pembuatan *burner* di Indonesia sebelumnya pernah dilakukan oleh Kamath BR [1], Ariawan Wahyu P [2], Mursito

[3], Firmandika dkk [4] dan lain-lain. Perbedaan dengan *burner* rancang bangun ini adalah pada desain dan jenis campuran bahan bakar.

Desain *burner* yang dibuat ini pada konsumsi bahan bakar hanya mengandalkan kekuatan hisap dari laju aliran tekanan udara dalam *burner*, dengan mekanisme pemecah dan penghalus butiran bahan bakar dengan mengatur rasio udara pada tekanan tertentu dan volume oli bekas, sehingga bisa mempermudah terjadinya pengkabutan dan pembakaran yang baik.

Pengujian *burner* dari desain ini bertujuan untuk mengetahui nilai optimal dari unjuk kerja rancangan *burner* ini, mulai dari kesetimbangan pengkabutan sampai dengan panas yang dihasilkan serta untuk menyempurnakan kekurangan unjuk kerja dari hasil pengujian.

DASAR TEORI

Ada beberapa macam *oil burner*, meskipun sama-sama berbahan bakar oli tetapi yang membedakan adalah sistem mekanik *burner*

dan campuran bahan bakar serta jenis aplikasi kebutuhan penggunaan, antara lain *Vaporizing burner*, *Mechanical atomizing burner*, *Oil pressure atomizing burner*, *Low pressure air atomizing burner* dan *High pressure steam or air atomizing burner* [5]. Jenis *burner* yang dibuat adalah jenis *low pressure air atomizing burner*. Desain ini dipilih karena kebutuhan suhu peleburan rendah, bahan mekanik mudah ditemui, mudah membuatnya dan bahan bakar tersedia banyak serta *continue*.

Proses pembakaran menggunakan bahan bakar cair harus diubah menjadi uap atau gas dan kemudian bahan bakar tersebut harus bercampur dengan udara (oksigen) untuk pembakaran. Penguapan bahan bakar cair dapat dilakukan melalui proses *atomizing/ pengabutan*, yaitu dengan membuat butiran cairan yang halus dalam fasa gas. Semakin kecil ukuran butiran cairan, maka proses penguapan akan semakin cepat, dan luas permukaan akan meningkat, mengakibatkan semakin banyak luas permukaan bahan bakar cair yang kontak dengan udara [6], sehingga nyala api akan mudah terjadi. Pembakaran yang baik memerlukan 5 (lima) syarat yaitu;

- a. Pencampuran reaktan secara murni, akan tetapi hal ini secara aktual tidak dapat terjadi sehingga diperlukan adanya udara tambahan (*excess air*)
- b. Pasokan udara yang cukup
- c. Suhu yang cukup untuk memulai pembakaran
- d. Waktu yang cukup untuk kelangsungan pembakaran
- e. Kerapatan/ densitas yang cukup untuk merambatkan nyala api [7].

METODE

Bahan

Bahan yang dipakai untuk membuat burner antara lain :

1. *Filler* tembaga
2. *Triple nipple outer drat size 1/4 inc*
3. *Tubing* tembaga *size 1/8 inc*
4. *Tube size 1/4 inc*
5. *Nozzel housing tube size 3/8 inc*
6. *Pipa outer drat size 2 inc*
7. *Dop pipa inner drat size 2 inc*

8. *Teflon cascade* pipa *size 1/4 inc*
9. *Forged nut size 1/4 inc* [8]

Pemasangan dan penggunaan dapat dilihat pada Gambar.1

Peralatan

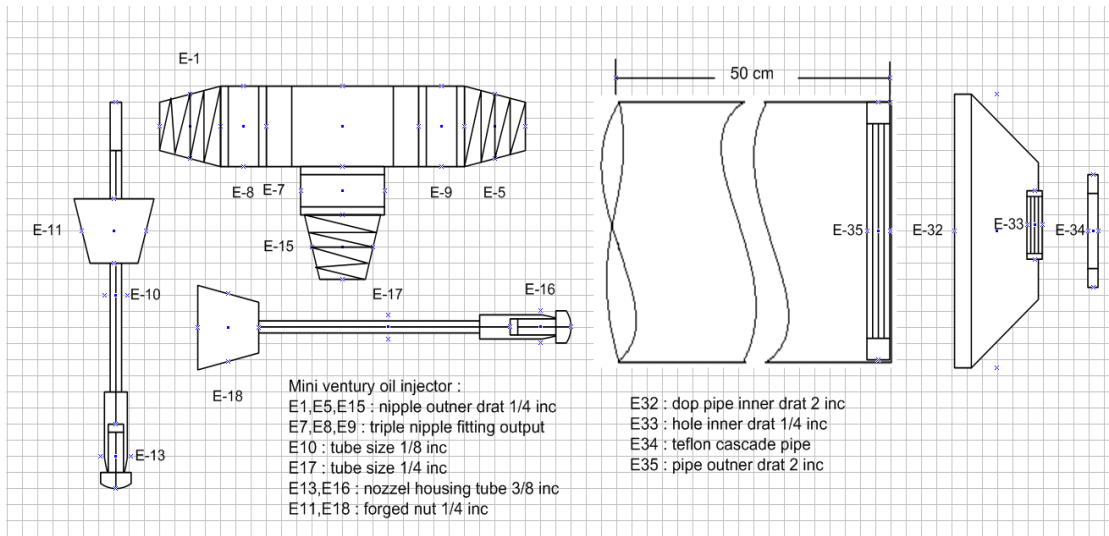
1. *Flaring tool* untuk mengembangkan ujung pipa tembaga agar dapat disambung dengan sambungan berulir (*flare fitting*).
2. *Swaging tool* untuk membesarkan ujung pipa, agar 2 (dua) pipa yang sama diameternya dapat disambung dengan *blasing/ las* tembaga.
3. Las asetilin untuk menyambung antar pipa dan *nozzle* modifikasi menggunakan *filler*.
4. Gerinda *cutting* untuk memotong pipa besi sebagai cerobong.
5. Kompresor untuk memasok udara.
6. Gelas ukur untuk mengetahui konsumsi bahan bakar.
7. *Tube cutting* untuk memotong *tubing* tembaga.
8. *Thermometer* untuk mengukur suhu pada cerobong *burner*

Tata Kerja

1. Penetapan Basik Desain *Burner*

- a. Observasi bahan
Observasi bahan dilakukan untuk mengetahui ketersediaan bahan di pasaran dan sebagai pertimbangan kemudahan dalam pengerjaan.
- b. Gambar teknis desain burner ditunjukkan pada Gambar 1

Perancangan dibuat dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan yang mudah ditemui di pasaran dan mudah dalam pengerjaannya. Desain venturi untuk sistem *atomizing/ pengkabutan* bahan bakar pada *burner* ini berukuran mini dengan ukuran 3x3x1 cm, sistem pengkabutannya menggunakan pipa tembaga dibuat seperti jarum di dalam *triple nipple* tempat bertemunya bahan bakar cair dan udara.



Gambar.1 Gambar desain *burner*

2. Pengujian *Burner*

Langkah pertama pengujian dimulai dari menyiapkan oli bekas sebagai bahan bakar yang dihubungkan dengan selang ke *nozzele housing tube input* bahan bakar dan udara bertekanan yang dihubungkan dengan selang ke *nozzele housing tube input* udara dengan variasi tekanan dikontrol dengan *regulator* yang dilengkapi *pressure gauge*, sehingga variasi tekanan mudah untuk ditentukan.

Langkah ke dua mencari kesetimbangan pengkabutan agar api dapat menyala dengan stabil, yaitu dengan cara mengatur tekanan pada *regulator* sehingga oli tertarik menjadi campur dengan udara sehingga terjadi

pengkabutan, setelah terjadi pengkabutan diberi umpan api dari luar sesaat dengan menaikkan atau menurunkan tekanan sampai kabut bahan bakar menjadi terbakar. *Setting* kesetimbangan pengkabutan campuran bahan bakar dan udara ditunjukkan pada Gambar 2.

Langkah ke tiga mulai mengambil data dengan memasang *thermometer* digital dengan sensor suhu jenis RTD type N, sensor ini mempunyai rentang pengukuran dari 0 – 1250 °C [9]. Konsumsi bahan bakar diukur berdasarkan hisapan yang dapat dilihat dari gelas ukur dengan sekala terkecil 2 ml. Populasi lidah api diukur dengan mistar dari ujung barner sampai ujung lidah api terjauh.



Gambar.2 *Setting* kesetimbangan pengkabutan campuran bahan bakar dan udara

3. Pengambilan Data

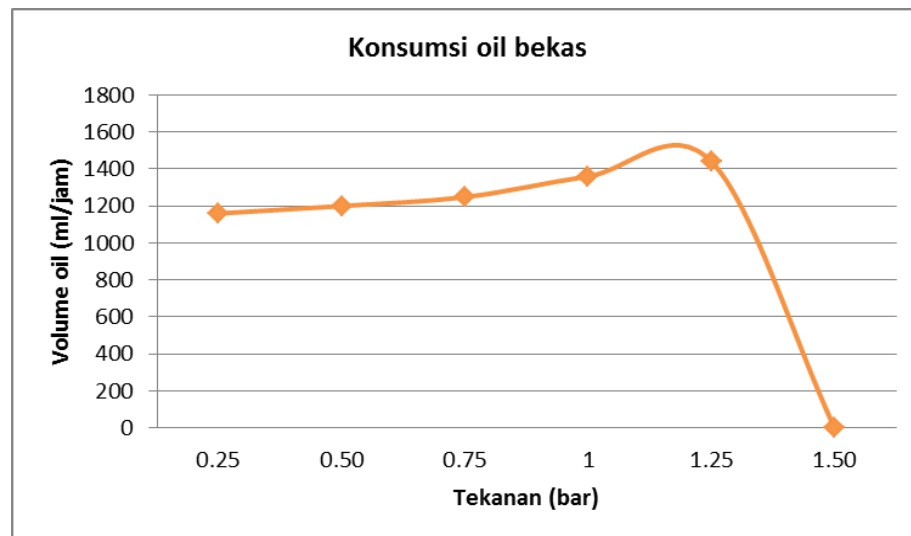
Pengambilan data bertujuan untuk menentukan nilai operasi optimal *burner* dan mencari kekurangan untuk menyempurnakan desain *burner* ini. Penentuan nilai optimal *burner* berdasarkan variasi tekanan udara dari 0.25 – 1.5 bar terhadap konsumsi bahan bakar, suhu dalam cerobong *burner*, populasi panjang lidah api, keberadaan asap dan pengamatan kesetimbangan pada pengkabutan.

Karakteristik *burner* hasil perancangan ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan alat, dimana untuk membuat pengkabutan campuran bahan bakar dengan udara sementara yang dapat divariasikan hanya tekanan udara umpan

ke *burner*, untuk variasi bahan bakar yang bertekanan belum dapat dilakukan karena keterbatasan alat. Sehingga desain *burner* ini untuk aliran bahan bakar hanya mengandalkan sistem venturi dari desain *burner* tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data dengan variasi tekanan udara dapat diketahui karakteristik unjuk kerja optimal *burner*, yaitu dengan mengukur konsumsi bahan bakar (oli bekas), suhu pada cerobong *burner*, panjang populasi lidah api dan keberadaan asap. Hasil pengambilan data dari konsumsi bahan bakar rata-rata tiap variasi tekanan udara dapat dilihat pada Gambar.3 berikut.

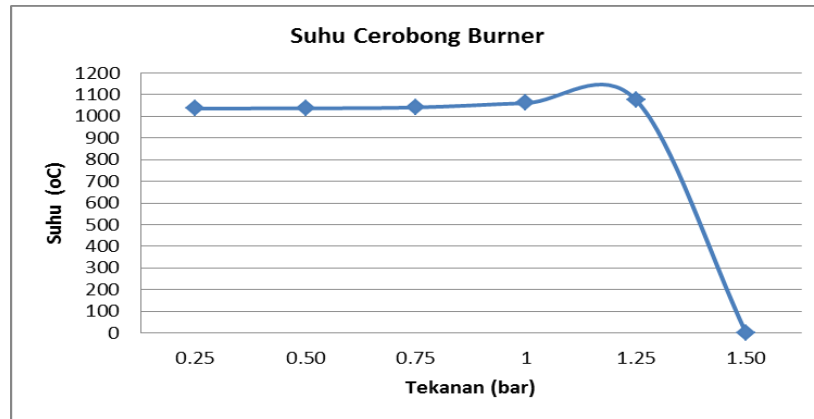


Gambar. 3 Konsumsi oli bekas pada *burner* terhadap tekanan udara

Pada Gambar. 3 diatas menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar semakin meningkat karena pengaruh penambahan tekanan udara. Pada tekanan udara 1.50 bar *burner* padam, ini dikarenakan unjuk kerja jarum pada venturi sebagai pemasok bahan bakar tidak mampu lagi mengimbangi laju udara yang dipasok oleh kompresor sebesar 1.50 bar, mengakibatkan kemampuan *burner* pada sistem pengkabutan bahan bakar yang tidak seimbang dengan laju udara yang dipasok dan venturi tidak mengalami kesetimbangan lagi karena

keterbatasan ruang venturi yang kecil serta dilewati hembusan udara bertekanan terlalu besar. Selain itu karakteristik kekentalan oli sebagai bahan bakar cair sangat penting dalam proses pembakaran, terutama pada proses pengabutan [10].

Pemantauan suhu yang dihasilkan oleh *burner* ini diukur didalam cerobong *burner*. Hasil pengambilan data dari suhu rata-rata tiap variasi tekanan udara dapat dilihat pada Gambar. 4 berikut.

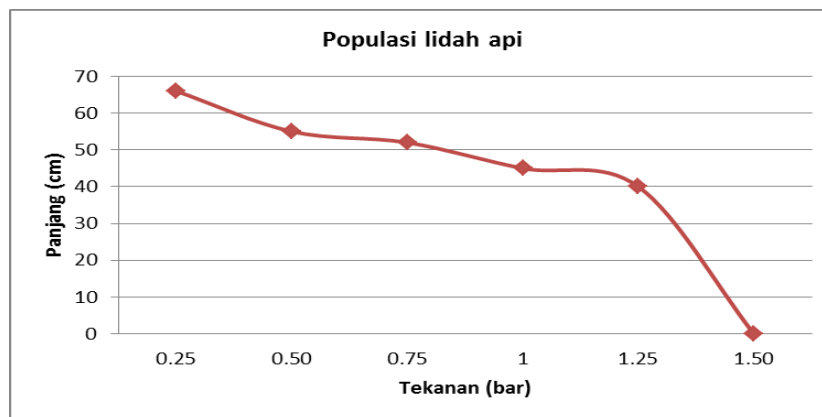


Gambar. 4 Suhu cerobong *burner* terhadap tekanan udara

Panas yang dihasilkan *burner* dengan variasi tekanan udara menunjukkan bahwa semakin tekanan udara ditambah maka semakin tinggi suhu yang dihasilkan, pada tekanan udara 1.50 bar

burner mati dan penyebabnya sama seperti pembahasan pada Gambar. 3 diatas.

Hasil pengambilan data populasi lidah api *output burner* terhadap tekanan udara ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Populasi lidah api *output burner* terhadap tekanan udara

Hasil pengambilan data dan pengamatan Gambar 5 ini didapat semakin besar tekanan udara, populasi lidah api semakin berkurang dan saat tekanan udara dinaikkan hingga 1.50 bar *burner* mati (Gambar 5). Panjang lidah api sangat dibutuhkan pada sistem tungku peleburan model silinder dengan pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar, karena diharapkan dengan model tungku silinder lidah api dapat menjangkau sisi yang berlawanan arah dengan menghantarkan panas yang lebih merata. Api dalam tungku dibuat berbentuk *cyclon* agar seluruh permukaan cawan lebur/ kowi (*crucible*) dapat panas merata.

Pengujian menggunakan tungku peleburan didapat bentuk *cyclon* yang merata pada tekanan

0.75 bar dengan panjang lidah api rata-rata 52 cm dan dengan suhu cerobong *burner* rata-rata 1041 °C serta suhu pada tungku rata-rata 758 °C dengan kondisi tungku terbuka. Sehingga dari variasi tekanan udara diperoleh sesuai kebutuhan pada tekanan 0.75 bar, pada kegiatan ini hanya fokus mencari karakteristik hasil perancangan *burner* dan akan dilanjut dengan kegiatan berikutnya yaitu pengamatan serta perhitungan efisiensi tungku dan bahan bakar. Hasil populasi lidah api pada tekanan 0.75 bar dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil pengamatan populasi asap dan pengabutan bahan bakar ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 6. Lidah api *output* dari cerobong *burner*

Tabel 1. Hasil pengamatan populasi asap dan pengkabutan bahan bakar

No	Press (bar)	Asap	pengkabutan bahan bakar	Keterangan (lihat data Gambar 5)
1	0.25	ada	stabil	Lidah api cukup panjang dan ber asap
2	0.50	ada	stabil	Lidah api cukup panjang dan ber asap
3	0.75	tidak	stabil	Lidah api cukup panjang dan tanpa asap
4	1	tidak	stabil	Lidah api kurang panjang
5	1.25	tidak	tidak	Lidah api tidak stabil dan pendek
6	1.50	tidak	tidak	Lidah api tidak stabil cenderung mati

Karakteristik *burner* yang telah dibuat menunjukkan bahwa *burner* layak untuk digunakan pada tungku peleburan Timbal (Pb) yang akan digunakan untuk membuat wadah DSRS. Rancang bangun wadah DSRS ini akan segera dilakukan setelah rancang bangun tungku peleburan selesai sempurna dibuat.

KESIMPULAN

Unjuk kerja *burner* pada pembuatan dan pengujian *burner* ini menunjukkan bahwa *burner* layak digunakan dan telah diketahui unjuk kerja optimal *burner* pada tekanan udara 0.75 bar dengan konsumsi bahan bakar oli bekas 1248 ml/jam, suhu cerobong 1041 °C, populasi lidah api 52 cm dan unjuk kerja pengkabutan stabil. Perlu pengadaan alat ukur pendukung untuk pengambilan data populasi asap ini sehingga populasi asap dapat terukur dan tidak hanya sebatas pengamatan visual. Perlu adanya kegiatan lanjutan untuk menyempurnakan desain venturi pada sistem pengkabutan bahan bakar *burner* ini agar lebih optimal dengan output suhu yang tinggi, konsumsi bahan bakar rendah serta lidah api yang panjang dan setabil pada pengkabutan bahan bakarnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kamath Bola R, Air Atomizing Oil Burner Utilizing A Low Pressure Fan And Nozzle, US 5921470 A, (1999)
2. Ariawan Wahyu Pratomo, Rancang Bangun Burner Berbahan Bakar Oli Bekas Untuk Pengecoran Kuningan, Jurnal Rekayasa Mesin vol.6, nomer 4, (2012)
3. Mursito, Rancang Bangun Burner Kompor Methanol Dengan Variasi Jumlah Lubang 16,20,22 Diameter Burner 9.5 cm dan Letak Lubang Zig-Zag. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2011)
4. Firmandika dkk, Rancang Bangun Burner Kompor Methanol Dengan Variasi Jumlah Lubang 16,20,22 Diameter Lubang 6 mm dan Diameter Burner 9.5 cm. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, (2011)
5. Rony Widhiasto, Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Sifat Pembakaran Minyak Jelantah Menggunakan Vaporizing Burner Untuk Peleburan Aluminium, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, (2010)

6. Borman, G. L. and Ragland, K.W. Combustion Engineering. New York, USA: McGrawHill. (1998)
7. Muin, S. Pesawat-Pesawat Konversi Energi I. Jakarta: CV. Rajawali, (1988)
8. Parker Hannifin Corp, Catalog 3501E, Michigan (2016)
9. Thermometrics corp data sheet RTD type N, California, (2012)
10. Crouse, W. H., & Anglin, D. L., Automotive Mechanics, 10th ed, McGraw-Hill International Editions, Singapore, (1993).