

ARTIKEL

**OPTIMALISASI RASIO KOMPOSISI OPSI ASITELIN DAN OKSIGEN
PADA PROSES PEMBAKARAN MENGGUNAKAN KOMPOR
PELEBUR KACA**



Oleh:

DENY YULI SUSANTO

19.1.03.01.0081

Dibimbing oleh :

- 1. Fatkur Rhozman, M.Pd**
- 2. Kuni Nadliroh, M.Si**

PROGRAM STUDI

FAKULTAS

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

TAHUN 2021



SURAT PERNYATAAN ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2021




Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dery Yuli Susanto
NPM : 19.1.01.01.0081
Telepon/HIP : 082260382656
Alamat Surel (Email) : deryyulisusanto57@gmail.com
Judul Artikel : Optimalisasi Rasio Komposisi Opsi Asamelin Dan
Obengin Pada Proses Pembukuan Menggunakan Kompor
Pelatir Kaca
Fakultas - Program Studi : FT-Teknik Mesin
Nama Perguruan Tinggi : Universitas Negeri PGRI Kediri
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Ahmad Dahlan No. 76, Mojoroto, Kec. Mojoroto, Kota
Kediri, Jawa Timur 64112

Dengan ini menyatakan bahwa :

- artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
- artikel telah disetujui dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Mengetahui		Kediri, 13 Agustus 2021
Pembimbing I  Fauzi Rihman, M.Pd NIDN : 0760088301	Pembimbing II  Kati Nadiroh, M.Si NIDN : 0711058801	Pemais,  Dery Yuli Susanto 19.1.01.01.0081



Optimalisasi Rasio Komposisi Opsi Asitelin Dan Oksigen Proses Pebakaran Menggunakan Kompor Pelebur Kaca

Deny Yuli Susanto¹, Kuni Nadliroh²

^{1,2}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

³Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: ¹denyyulisusanto57@gmail.com, ²kuninadliroh@unpkediri.ac.id

Abstrak –Industri manik-manik memanfaatkan limbah kaca yang biasanya dibuang ketempat pembuangan sampah sembarangan. Salah satu metode yang digunakan untuk menolah limbah kaca yaitu dengan sistem temple, kaca yang masih utuh dipotong kecil-kecil lalu disatukan dengan cara diberi perekat dan sistem peleburan. Pada proses pengolahan tentunya membutuhkan energi untuk peleburan. Dalam hal ini peneliti ining memvariasikan energi pembakaran denga menggunakan asitelin dan oksigen. Penelitrn ini dilakukan dengan pembuatan tungku pelebur kaca agar mendapatkan nilai panas yang efisiensi pada pembakaran mengunakan asitelin dan gas oksigen. Hasil uji coba pada penelitian ini berfokus pada variasi penggunaan atau pengaturan pemakaian gas asetelin. Dalam waktu 5 menit. Capaian suhu terjadi seiring dengan perubahan rasio penggunaan gas asetelin. Semakin kecil gas asetelin didapatkan suhu semakin tinggi. Dengan pembakaran kaca secara konvensional dengan perbandingan gas asetelin lebih kecil dari pada gas oksigen maka akan didapatkan suhu yang tinggi dan nyala api karburasi dengan suhu mencapai 1395 °C. Dengan suhu tersebut mampu melelehkan kaca sehingga seperti gulali. Proses pembakaran kaca menggunakan bahan bakar ini juga memiliki kekurangan dimana sifat kaca yang mudah mengering dan radius pembakaran untuk mencapai suhu diatas 1200 °C kurang merata dengan menggunakan blender karena titik api cenderung mengerucut untuk mendapatkan suhu api yang tinggi.

Kata Kunci — Asetelin, Kaca, Tungku

1. PENDAHULUAN

Industrialisasi merupakan suatu proses interaksi untuk meningkatkan mutu sumber daya manusia dan alam secara optimal. Peranan sektor industri besar maupun kecil dalam perekonomian Indonesia semakin besar dan penting. Industri kecil sendiri memiliki peranan yang besar dalam mendorong pembangunan daerah, khususnya pembangunan pedesaan. Hal ini dikarenakan industri kecil bergerak dalam pasar yang terpecah-pecah, menghasilkan produk-produk dengan karakteristik elastisitas pendapatan tinggi, memiliki heterogenitas yang tinggi sehingga dapat menghasilkan produk yang beraneka ragam membuat industri kecil dapat bertahan dari waktu ke waktu dengan

berbagai tantangan seperti masalah kekurangan modal, jangkauan pemasaran yang kurang luas, keahlian tenaga kerja yang kurang. [1]

Di era globalisasi saat ini, industri besar maupun industri kecil mudah masuk ke dalam masyarakat. Salah satu yang memiliki peranan yang cukup besar untuk pembangunan perekonomian daerah adalah *home industry* atau bisa disebut industri rumah tangga. Salah satu industri kecil yang cukup berpengaruh terhadap perekonomian ada di kabupaten Jombang berupa industri manik-manik yang berada di desa Plumbon Gambang Kecamatan Gudo Kabupaten Jombang [2]

Industri manik-manik memanfaatkan limbah kaca yang biasanya dibuang ketempat pembuangan sampah



sembarangan. Dibutuhkan penanganan khusus untuk mengolah/mendaurl ulang limbah kaca menjadi manik-manik. Salah satu metode yang digunakan adalah sistem tempel yaitu kaca yang masih utuh dipotong kecil-kecil lalu disatukan dengan cara diberi perekat dan sistem peleburan. Dalam proses daur ulang kaca membutuhkan bahan bakar yang efisien dan mampu meleburkan kaca dengan cepat hingga kaca meleleh. Proses pembakaran limbah kaca disentra pengrajin manik – manik di Ds.Plumbon Gombang, Kec.Gudo, Kab.Jombang menggunakan bahan bakar gas LPG [3].

Inovasi yang mencoba dikembangkan oleh peneliti untuk membantu proses peleburan kaca di industry pengolahan kaca adalah dengan membuat dengan menggunakan gas oksasi-asetelin atau karbit. Gas asetelin memiliki panas yang sangat tinggi sekitar 3.500°C yang dapat melelehkan kaca hingga menjadi seperti gulali dengan sangat cepat.

Optimalisasi rasio komposisi oksasi-asetelin pada proses pembakaran menggunakan kompor pelebur kaca ini diharapkan dapat mengoptimalkan dalam pembakaran limbah kaca untuk proses pembuatan kerajinan manik-manik dengan bahan bakar gas oksasi-asetelin atau karbit dan mampu menjadi cara alternative untuk melelehkan kaca dan akan menjadi bahan bakar alternatif untuk meleburkan kaca.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini meliputi perancangan, pembuatan, dan pengujian tungku peleburan limbah Aluminium. Perancangan ini yang harus ditentukan adalah tebal bata api dengan memakai konveksi bebas, dimensi crusibel, dan disain dari tungku [4].

Untuk mencairkan kaca alat tradisional yang digunakan perajin selama ini hanya menghasilkan panas 500 hingga 600 derajat celsius saja. Padahal pada ukuran panas tersebut, kaca belum bisa dicetak karena masih seperti gulali. “Untuk

dicetak menjadi manik-manik atau yang lainnya, kaca harus benar-benar cair, dan dengan tungku kaca bisa sepenuhnya mencair [5]

Penelitian ini berupa penelitian eksperimen. Penelitian ini berupa melakukan pembuatan tungku pelebur kaca agar mendapatkan nilai panas yang efisiensi pada pembakaran menggunakan asetelin dan gas oksigen, yang nanti akan di manfaatkan untuk menekan biaya penggunaan bahan bakar terhadap pelaku pengrajin kaca.

Untuk menentukan rasio perbandingan gas asetelin dengan gas oksigen peneliti perlu mengetahui percampuran bahan bakar yang pas dalam menghasilkan nyala api yang diinginkan dengan cara menghitung Rasio Ekuivalen bahan bakar, disamping itu peneliti juga menentukan tipe api yang diinginkan untuk melelehkan kaca, karena dalam sistem las OAW sendiri dibedakan ada tiga jenis nyala api dan memiliki perbedaan suhu masing-masing diantaranya, nyala api karburasi, nyala api netral dan nyala api oksidasi, pada ketiga nyala api tersebut memiliki karakter yang berbeda-beda sesuai dengan kegunaan masing-masing, maka disini peneliti menentukan dan memilih salah satu diantara ketiga tipe tersebut untuk mendapatkan hasil pelelehan kaca yang maksimal, untuk perhitungan waktu peneliti menggunakan timer sebagai acuan waktu dan untuk mengukur suhu menggunakan Thermokopel.

Data perhitungan yang pertama adalah mencari masa jenis oksigen dan bahan bakar sehingga akan di dapatkan hasil untuk menentukan volume bahan bakar dan oksigen dengan acuan regulator flow meter welding dan flowrech dalam melakukan pembakaran misal untuk melakukan pembakaran menggunakan perbandingan 12:1 dengan 12 untuk volume pemutaran flowrenc pada oksigen dan 1 untuk volume pemutar flowrenc pada aseteline untuk nyala api dalam pembakaran kaca menggunakan tipe netral yang mempunyai suhu tidak terlalu tinggi,

setelah mendapatkan nyala api kita menentukan waktu yang di gunakan dalam penelitian misalnya 30 menit, setelah 30 menit cek suhu yang terdapat di dalam tungku tersebut dengan Thermokopel. Lakukan peneletian tersebut sebanyak 5 kali hingga mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai dengan yang diharapkan.

Struktur pengambilan data pada penelitian ini sebagai berikut :



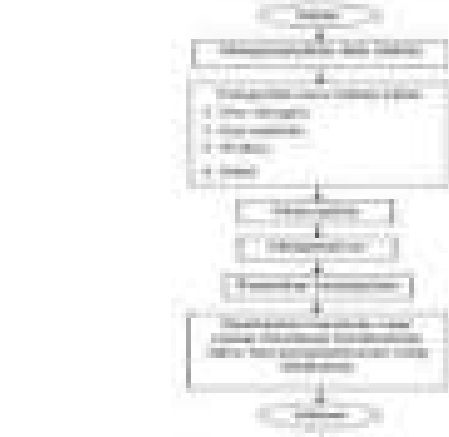
Gambar 1. Struktur pengambilan data

2.1 Identifikasi Variabel

Untuk melakukan dan menganalisa pengujian pada alat tungku pelebur kaca tersebut bisa menentukan campuran perbandingan bahan bakar untuk menganalisa rasio campuran gas-gas berdasarkan nyala api dalam penentuan praktis dan sebagai acuan pembakaran.

2.2 Langkah Penelitian

Agar penelitian ini berjalan sesuai dengan perencanaan maka diperlukan langkah-langkah sebagai acuan dalam melaksanakan eksperimen pada penelitian ini. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

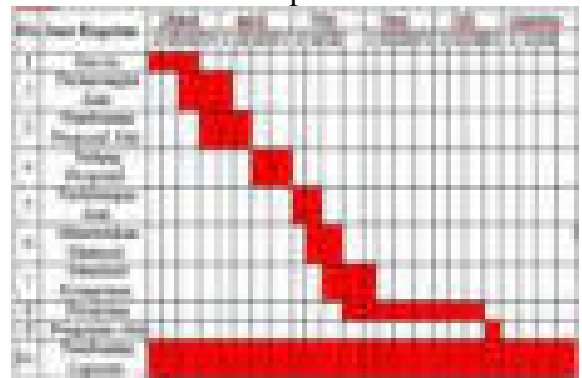


Gambar 2. Langkah Metode Penelitian

2.3 Tempat dan Waktu Pengumpulan Data

Untuk tempat perakitan sendiri saya dan kelompok sepakat untuk membuat alat ini di rumah teman kami dan untuk pengujian nya akan dilakukan di kampus Universitas Nusantara PGRI Berikut ini adalah penjadwalan pembuatan mesin dan analisis laporan pada mesin pengolah limbah kaca akan di optimalisasikan selama 5 bulan:

Tabel 1. Pelaksanaan penelitian



2.4 Teknik Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan melalui observasi secara langsung dan studi literatur untuk menunjang pembuatan laporan dan perancangan tungku pelebur kaca berkapasitas 5 kg. Proses Pengumpulan data dilakukan melalui, sebagai berikut:

1. Study literature Studi literatur dilakukan dengan cara melakukan pencarian buku mengenai perhitungan rasio bahan bakar dimana dalam



perhitungan ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan rasio perbandingan bahan bakar gas astelin dan gasn oksigen yang sesuai sehingga mendapatkan nyala api yang diinginkan dengan suhu yang optimal.

2. Observasi : dilakukan dengan mensurvei alat-alat pengolah limbah kaca dan mengamati proses mekanisme pengolahan di sentra industri pengrajin kaca yang ada di desa Plumbon – Jombang.

2.5 Data Teknik Pendekatan Penelitian (Pendekatan Eksperimental)

Metode eksperimen perhitungan yang menggunakan rumus Air Fuel Rasio (AFR) dan Rasio Ekuivalen yang nantinya digunakan sebagai metode hitung untuk menentukan campuran gas asitelin dan gas oksigen.

2.6 Teknik Analisis Data (Analisa Deskriptif Menggunakan Regresi)

Massa jenis diturunkan dari besaran pokok massa (kg) dan dari besaran pokok panjang (m). Untuk menentukan besarnya massa jenis suatu benda, dilakukan dengan cara membagi massa zat dengan volume zat..

$$\rho = \frac{m}{v} \dots\dots\dots \text{Pers (1)}$$

Keterangan :

ρ = massa jenis benda (kg/m³) atau (g/cm³)

m = massa benda (kg atau gram)

v = volume benda (m³ atau cm³)

Perbandingan jumlah udara dengan jumlah bahan bakar disebut dengan *Air-Fuel-Ratio* (AFR). Perbandingan ini dapat dibandingkan baik dengan jumlah massa atau pun dalam jumlah volume.

$$AFR = \frac{M_{\text{oksigen}}}{M_{\text{bahan bakar}}} = \frac{V_{\text{oksigen}}}{V_{\text{bahan bakar}}} \dots\dots\dots \text{Pers (2)}$$

Keterangan :

AFR = Air Fuel Ratio (liter/gram)

M_{oksigen} = massa oksigen (kg/m³) atau (g/cm³)

$M_{\text{bahan bakar}}$ = massa bahan bakar (kg/m³) atau (g/cm³)

V_{oksigen} = volume oksigen (liter)

$V_{\text{bahan bakar}}$ = volume bahan bakar (liter)

Besarnya AFR dapat diketahui dari uji coba reaksi pembakaran yang benar-benar terjadi. Nilai ini disebut AFR aktual. Sedangkan AFR lainnya adalah AFR stokiometri, yang merupakan AFR diperoleh dari persamaan reaksi pembakaran. Kelebihan dari nilai AFR adalah Fuel Air Ratio (FAR), yaitu perbandingan jumlah bahan bakar dengan jumlah udara.

Dari perbandingan nilai AFR tersebut dapat diketahui nilai Rasio Ekuivalen (ϕ) [6]

$$(\phi) = \frac{AFR_{sto}}{AFR_{akt}} = \frac{FAR_{akt}}{FAR_{sto}} \dots\dots\dots \text{Pers (3)}$$

Keterangan :

ϕ = rasio ekuivalen (liter/gram)

AFR_{sto} = air fuel ratio stokiometri (kg atau gram)

AFR_{akt} = air fuel ratio aktual (liter)

FAR_{akt} = fuel air ratio aktual (liter)

FAR_{sto} = fuel air ratio stokiometri (kg atau gram)

Dimana jika nilai rasio ekuifalen tersebut:
 $(\phi) > 1 \rightarrow$ Terdapat kelebihan bahan bakar dan campuran disebut campuran kaya bahan bakar (*fuel-rich mixture*).

$(\phi) < 1 \rightarrow$ Terdapat kelebihan udara dan campurannya disebut miskin bahan bakar (*fuel-lean mixture*).

$(\phi) < 1 =$ Merupakan campuran stikiometri

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Spesifikasi Alat

Perancangan alat pelebur limbah kaca yang menggunakan kapasitas tungku kapasitas 5 kg dengan menggunakan las

karbit. Tungku ini memiliki 2 komponen utama bahan bakar yaitu gas oksigen dan gas asetelin.

3.2. Fungsi dan Cara Kerja

Setiap komponen pada mesin pelebur limbah kaca dengan kapasitas 5 kh ini mempunyai fungsi yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya.

a. Asetelin

Sebagai bahan bakar, prosesnya adalah membakar bahan bakar yang telah dibakar gas dengan oksigen (O_2) sehingga menimbulkan nyala api yang dapat mencairkan logam.[7] Jenis jenis nyala api las asetelin ada bermacam – macam antara lain ntuk proses pengelasan, pemanasan dan pemotongan. Pengaturan jenis nyala api didasarkan atas besar tekanan yang keluar dari tabung yang diatur melalui regulator kemudian disalurkan melalui selang gas. Jenis nyala api oksigen asetilen ini juga berpengaruh terhadap nilai temperaturnya. Temperatur pada nyala api ini dapat mencapai 3000 °C. [8]

b. Oksigen

Oksigen diperlukan untuk semua proses pembakaran. Dengan menambah konsentrasi oksigen dalam udara pembakaran melalui penambahan oksigen yang relatif murni, suhu api meningkat, peningkatan kecepatan transfer panas, dan efisiensi pembakaran menyeluruh bertambah. [9]

c. Pengaturan nyala api

Nyala api pada blender dibedakan menjadi 3 jenis. Pertama adalah nyala api normal dimana memiliki suhu antara 5.600 sampai dengan 5.900 derajat Fahrenheit atau antara 3300 sampai 3500 derajat celsius. Nyala api ini ukurannya lebih kecil dan terfokus dan terdiri atas kerucut dalam yang berwarna putih bersinar dan kerucut luar yang berwarna biru bening. Suhu Pada ujung kerucut dalam kira-kira 3000 derajat celsius dan di tengah

kerucut luar kira-kira 2500 derajat celsius. Nyala api ini disebut netral karena menghasilkan sangat sedikit bahkan tidak ada reaksi kimia dalam logam cair



Gambar 3. Nyala api normal

Nyala api kedua adalah nyala api karburasi. Nyala api karburasi adalah jenis nyala api yang mempunyai tekanan gas asetilen lebih besar dibandingkan dengan tekanan gas oksigen. Nyala api ini diproduksi dengan mengurangi jumlah oksigen dalam campuran, sehingga menghasilkan gas yang kaya akan asetilen. Nyala api karburasi memiliki suhu antara 5.400 dan 5.500 derajat Fahrenheit.



Gambar 4. Nyala api karburasi

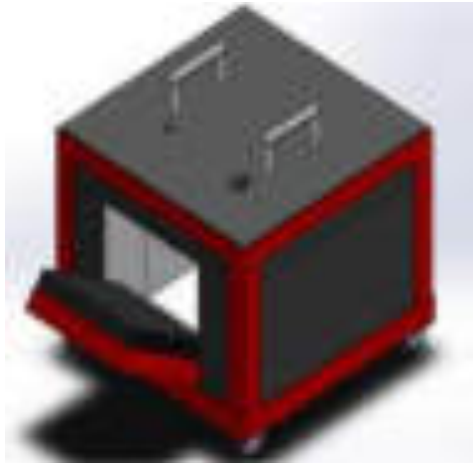
Nyala api kedua adalah nyala oksidasi. Api Oksidasi dihasilkan dengan meningkatkan oksigen kedalam campuran sehingga menghasilkan gas yang kaya akan oksigen. Nyala api oksidasi pada las asetilen ini memiliki suhu antara 6.000 dan 6.300 derajat fahrenheit. Nyala api oksidasi berbentuk lebih pendek serta lebih biru dari pada api netral dan karburasi. Selain itu nyala api oksidasi juga berbentuk kerucut dengan bagian dalam lebih runcing.[10]



Gambar 5. Nyala api oksidasi

d. Tungku Pembakaran

Tungku pembakaran berfungsi sebagai wadah dari hasil peleburan kaca dengan cara dibakar menggunakan api. Berikut adalah permodelan tungku pembakaran.



Gambar 6. Permodelan tungku

Spesifikasi tungku pembeakran terbuat dari beton yang dicor kemudian setiap sisinya dilengkapi dengan frame berupa besi L yang dilas membentuk persegi.

3.3. Keunggulan dan Kekurangan

Setiap inovasi teknoli pasti memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing adapun pada penelitian ini memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut.

a. Kelebihan

1. Bentuk alat simpel
2. Alat dan bahan mudah didapatkan
3. Suhu pembakaran dalam waktu singkat sangat tinggi

b. Kekurangan

1. Nyala api terfokus disatu titik, sehingga perlu adanya rotasi pembakaran.

3.4. Hasil Uji Coba

Hasil uji coba pada penelitian ini berfokus pada variasi penggunaan atau pengaturan pemakaian gas asetelin. Berikut adalah pelaksanaan pembakaran kaca menggunakan tungku.



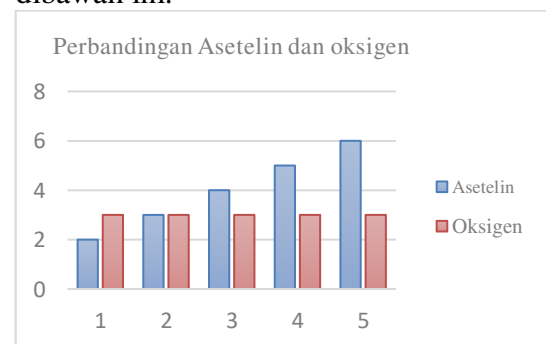
Gambar 7. Pelaksanaan pembakaran

Pelaksanaan pembakaran mengunakan gas oxygen dan asetelin dilakukan dalam waktu 5 menit. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Asitelin (kg/m3)	O2 (kg)	Waktu (detik)	Suhu (°C)
1	2	3	300	1375
2	3	3	300	1266
3	4	3	300	678
4	5	3	300	398
5	6	3	300	259

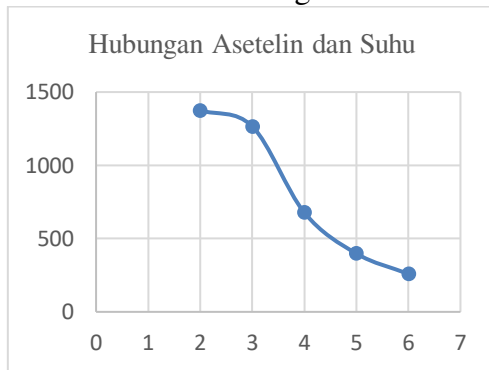
Berdasarkan besarnya penggunaan asetelin dan oksigen dalam proses pembakaran kaca didapatkan perbandingan antara zat asetelin dan oksigen yang dapat dilihat perbandingannya sesuai grafik dibawah ini.



Gambar 8. Perbandingan penggunaan asetelin dan oksigen

Capaian suhu terjadi seiring dengan perubahan rasio penggunaan gas asetelin. Semakin kecil gas asetelin didapatkan suhu semakin tinggi. Adapun grafik hubungan

penggunaan gas asetelin dan suhu yang dihasilkan adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Hubungan Asetelin dan suhu

4. SIMPULAN

Dengan pembakaran kaca secara konvensional dengan perbandingan gas asetelin yang lebih kecil dari pada gas oksigen maka akan didapatkan suhu yang tinggi dan nyala api karburasi dengan suhu mencapai 1395 °C. Dengan suhu tersebut mampu melelehkan kaca sehingga seperti gulali dengan jarak pembakaran kurang lebih 10 cm dari permukaan kaca.

Proses pembakaran kaca menggunakan tungku pelebur kaca sebagai aksesoris seperti manik-manik menggunakan bahan bakar asetelin dan oksigen kurang efektif dikarenakan sifat kaca sendiri yang mudah mengering dan radius pembakaran untuk mencapai suhu diatas 1200 °C kurang merata dengan menggunakan blender karena titik api cenderung mengerucut untuk mendapatkan suhu api yang tinggi.

5. SARAN

Saran-saran yang dapat diberikan oleh peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Penggunaan variasi kadar oksigen yang berbeda untuk mengetahui efektifitas rasio penggunaan gas oksigen.
2. Penggunaan jenis tungku yang berbeda agar persebaran suhu bisa maksimum membakar kaca.

3. Variasi penggunaan tungku untuk memaksimalkan pembakaran.
4. Variasi pelaksanaan (waktu) pembakaran untuk mengetahui suhu maksimum dan suhu terbaik dalam proses peleburan kaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tambunan, T. T. (2001). *Perekonomian Indonesia : teori dan temuan empiris / Tulus T.H. Tambunan.* Jakarta: Ghalia Indonesia.
- [2] Prof. Dr. Thamrin Abdullah, M. M. (2013). *Menejemen Pemasaran.* Jakarta: Rajawali Pers.
- [3] Setiyowati, N. D. (2013). *Industri manik-manik di seda plumbon gebang. Faktor-faktor Yang Menyebabkan Eksistensi Industri Manik-manik*
- [4] Wahyudi, M. (2016). *Analisis kemampuan material tungku dalam menahan panas pada tungku lebur alumunium dengan bahan bakar gas.* *Jurnal Ilmiah ,*
- [5] Priscilia. (2017). *Tungku Pelebur Limbah Kaca. Tungku Pelebur Limbah Kaca Satu-Satunya Di Jawa timur* , <https://www.itn.ac.id/2017/02/11/dose-n-itn-malang-ciptakan-tungku-pelebur-limbah-kaca-satu-satunya-di-jawa-timur/>.
- [6] Pratama, D. R. (2008). *Pemadaman 20% api.* <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/123459-R020830-Pemadaman%20api-Literatur.pdf>
- [7] Fatchurahman, A. (2011). *Las Oxy Acetilen. Pengelasan Oksi asetelin ,* <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132299864/pendidikan/LAS+OXY-acetylen.pdf>.
- [8] Aji, S. (2017). *Bagian Bagian Las Asitelin.* Jakarta: <https://santikoaji.blogspot.com/2017/06/bagian-bagian-las-asetelin.html>.



- [9] Indonesia, A. p. (1996). Manufactur Air Production Incrementl. Manufactur Air Production , <http://www.airproducts.co.id/industries/GlassMinerals/Non-metallic-Mineral-Product-Manufacturing/product-list/oxygen-enhanced-combustion-non-metallic-mineral-product-manufacturing.aspx?itemId=9F9E84FC53A54E1C8CD3B2FD92F3BEC2#:~:text=Oksigen%20diperlukan%2>.
- [10] Wiryosumarto, H. (2015). Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta Timur: Balai pustaka.