

**PENGARUH KOMPOSISI GRAFIT DAN WAKTU
PENGADUKAN TERHADAP NILAI KUAT
TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO
KRUSIBEL BERBAHAN DASAR
TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Oleh:

**Rayhand Yahdyana
3334170097**

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH KOMPOSISI GRAFIT DAN WAKTU
PENGADUKAN TERHADAP NILAI KUAT
TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO
KRUSIBEL BERBAHAN DASAR
TANAH LEMPUNG**

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I



Suryana, S.T., M.Si
Nip. 197402162001121001

Pembimbing II



Yeni Murlani Zulalda, ST., MT
Nip. 197401032005012001

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENGARUH KOMPOSISI GRAFIT DAN WAKTU
PENGADUKAN TERHADAP NILAI KUAT
TEKAN DAN STRUKTUR MIKRO
KRUSIBEL BERBAHAN DASAR
TANAH LEMPUNG
SKRIPSI**

Disusun dan diajukan oleh:

Rayhand Yahdyana

3334170097

Telah disidangkan didepan dewan penguji pada tanggal

05 JULI 2023

Susunan Dewan Penguji

Penguji I : Suryana., ST., M.Si
Penguji II : Yeni Muriani Zulaida., ST., M.T
Penguji III : Muhammad Fitrullah., S.T., M.T

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Metalurgi



Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc

NIP. 197804102003121001

LEMBAR PERYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Pengaruh Komposisi Grafit dan Waktu pengadukan terhadap Nilai Kuat Tekan dan Struktur Mikro Krusibel Berbahan Dasar Tanah Lempung
Nama Mahasiswa : Rayhand Yahdyana
NIM : 3334170097
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi di atas adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggung jawabkan. Apabila di kemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar pernyataan ini.

Cilegon, 05 Juli 2023



Rayhand Yahdyana

NIM 3334170097

ABSTRAK

Krusibel adalah tempat yang berbentuk pot atau mangkuk dengan krus atau diameter di bawah lebih kecil dibanding diameter bagian atas. Krusibel diperlukan untuk melebur suatu material hingga suhu lebur material tersebut. Di Indonesia tanah Lempung sangat melimpah di beberapa daerah seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, Sulawesi Utara dan sekitarnya. Oleh sebab itu tanah lempung dapat dimanfaatkan untuk pembuatan krusibel. Krusibel memiliki kekurangan yang sering terjadi diantaranya ketahanan retak dan bocor sebelum atau sesudah penggunaan. Maka dilakukan peningkatan sifat mekanik salah satunya dengan cara melakukan penambahan komposisi grafit dan SiC pada tanah lempung. Pada penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh penambahan komposisi grafit dan variasi waktu pengadukan terhadap kuat tekan dan struktur mikro krusibel. Metode yang digunakan pada penelitian kali ini terdiri dari dua tahap yaitu tahap preparasi lempung dan tahap pembuatan sampel serta pengujian sampel krusibel. Hasil yang didapatkan pada penelitian dengan variasi penambahan komposisi grafit 20%, 30% dan 40 % dengan waktu pengadukan 30, 60 dan 90 menit didapatkan nilai kuat tekan tertinggi pada komposisi grafit 30% dengan waktu pengadukan 90 menit sebesar 16,56 MPa dan menghasilkan campuran yang homogen sehingga struktur mikro yang lebih padat dan membentuk lempeng-lempengan partikel lempung yang berwarna putih mengikat partikel grafit yang berwarna hitam.

Kata Kunci : Krusibel, *Tanah lempung*, Grafit, Waktu Pengadukan, SiC, Komposisi, Kuat Tekan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pengaruh Komposisi Grafit dan Waktu Pengadukan Terhadap Nilai Kuat Tekan dan Struktur Mikro Krusibel Berbahan Dasar Tanah Lempung”. Selesaiannya Skripsi ini tidak lepas dari beberapa pihak yang telah membantu dalam proses pembuatannya sehingga Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Suryana, ST., M.Si., selaku Pembimbing I, Ibu Yeni Muriani Zulaida., ST., M.T. selaku Pembimbing II dan Bapak Muhammad Fitrullah., S.T., M.T., selaku Penguji III
2. Bapak Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc selaku Ketua Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Kedua orang tua, keluarga, dan teman-teman yang selalu mendoakan, mendukung, membari saran dan nasihat hingga memberikan motivasi hingga selesai penulisan skripsi ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Harapan penulis semoga skripsi ini berguna sebagai acuan penelitian bagi penulis dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa maupun pihak-pihak lain yang memerlukannya sebagai bahan kajian dan studi maupun sumber referensi. Atas perhatiannya, penulis ucapkan terima kasih.

Cilegon, 05 Juli 2023



Rayhand Yahdyana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanah Lempung	6
2.2 Silikon Karbida (SiC).....	12
2.3 Grafit	14
2.4 Krusibel.....	17
2.5 Keramik.....	19
2.6 Pengadukan	20
2.7 <i>X-Ray Fluoroscence (XRF)</i>	24
2.8 Pengujian Susut Bakar	25
2.9 Pengujian Porositas	26
2.10 Pengujian Kuat Tekan	27
2.11 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Diagram Alir Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	33
3.2.1 Alat yang Digunakan.....	33
3.2.2 Bahan yang Digunakan	34
3.3 Prosedur Penelitian.....	34
3.3.1 Preparasi Tanah Lempung	35
3.3.2 Proses <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	35
3.3.3 Proses Pembentukan sampel	36
3.3.4 Susut Bakar	39
3.3.5 Pengujian Porositas	40
3.3.6 Pengujian Kuat Tekan	41
3.3.7 Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX)	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Karakterisasi Kandungan tanah lempung	43
4.1.1 Karakterisasi XRF.....	43
4.1.2 Analisa Hasil Pengujian Susut Bakar.....	44
4.2 Analisa Pengujian Porositas.....	46
4.3 Analisa Pengujian Kuat Tekan.....	49
4.4 Hubungan Antara Nilai Kuat Tekan dan Nilai Porositas	54
4.5 Analisa Hasil Pengujian SEM.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
Lampiran A Contoh Perhitungan	65
Lampiran B Data Hasil Penelitian	67
Lampiran C Gambar Alat dan Bahan	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Tanah Lempung Kaolinite (Budiyanto et al., 2008).....	7
Gambar 2.2 Tanah Lempung Illite (Budiyanto et al., 2008).....	8
Gambar 2.3 Tanah Lempung Montmorilonite (Budiyanto et al., 2008).....	8
Gambar 2.4 Tanah Lempung Sekunder (Budiyanto et al., 2008).....	10
Gambar 2.5 Tanah Lempung Primer (Budiyanto et al., 2008).....	11
Gambar 2.6 Ilustrasi Partikel Tanah Lempung Tanpa Penambahan Grafit (Abdullah, Sonya, Nuryadi, et al., 2009).....	16
Gambar 2.7 Ilustrasi Partikel Grafit dapat mengisi Ruang kosong (Abdullah, Sonya, Nuryadi, et al., 2009).....	17
Gambar 2.8 Dapur Krusibel (Rizal, Andre and Syaefani, 2019).....	18
Gambar 2.9 Variasi Waktu Pencampuran (Triyanto et al., 2021).....	22
Gambar 2.10 Random Mixing (Rusiyanto et al., 2022).....	22
Gambar 2.11 Ordered Mixing (Rusiyanto et al., 2022).....	23
Gambar 2.12 Proses (a) Mixing dan Kompaksi (b) Sintering (Rusiyanto et al., 2022).....	24
Gambar 2.13 Spektrometer XRF (Jamaludin and Adiantoro, 2012).....	25
Gambar 2.14 Hasil pengukuran SEM sampel di sinter: (a). pada suhu 900°C (b). pada suhu 1200°C (Tusniari et al., 2018).	29
Gambar 3.1 Prosedur Preparasi Tanah Lempung	31
Gambar 3.2 Prosedur Pembentukan Sampel.....	33
Gambar 3.3 Alat Uji XRF.....	36
Gambar 3.4 Sketsa ukuran sampel.....	37
Gambar 3.5 Proses Pengeringan di udara Terbuka.....	38
Gambar 3.6 Proses Pemanasan 900°C	38
Gambar 3.7 Muffle Furnace.....	40
Gambar 3.8 Alat Uji Tekan.....	41

Gambar 4.1 Pengaruh Komposisi Grafit dan Waktu Pengadukan Terhadap Susut Bakar	45
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Komposisi Grafit Terhadap Porositas.....	47
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Porositas	49
Gambar 4.4 Pengaruh Komposisi Grafit Terhadap Kuat Tekan	51
Gambar 4.5 Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Nilai Kuat Tekan.....	52
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Hasil Kuat Tekan	53
Gambar 4.7 Hubungan antara Nilai Kuat Tekan dan Porositas	54
Gambar 4.8 Struktur Mikro Sampel Pada Penambahan Komposisi Grafit dan waktu pengadukan (a) 20% Waktu pengadukan 90 menit (b) 30% Waktu Pengadukan 90 Mneit (c) 40% Waktu Pengadukan 90 menit	56
Gambar B.1 Hasil Pengujian SEM Komposisi Grafit 20% dengan waktu Pengadukan 90 menit	71
Gambar B.2 Hasil Pengujian SEM Komposisi Grafit 30% dengan waktu Pengadukan 90 menit	71
Gambar B.3 Hasil Pengujian SEM Komposisi Grafit 40% dengan waktu Pengadukan 90 menit	72
Gambar C.1 Alat Pelindung Diri.....	74
Gambar C.2 ayakan.....	74
Gambar C. 3 Alat Uji Kuat Tekan.	75
Gambar C.4 Alat Uji SEM.....	75
Gambar C.5 Alat Uji XRF.	76
Gambar C.6 Mixer	76
Gambar C.7 Centong.....	77
Gambar C.8 Cetakan	77
Gambar C.9 Ember.....	78
Gambar C.10 Gunting	78
Gambar C.11 Jangka Sorong.....	79
Gambar C.12 Kompor.....	79
Gambar C.13 Lebel	80
Gambar C.14 Muffle Furnace.	80

Gambar C.15 Nampan.....	81
Gambar C. 16 Neraca Dital.....	81
Gambar C. 17 Oven.....	82
Gambar C.18 Penggaris.	82
Gambar C.19 Selang	83
Gambar C.20 Sendok	83
Gambar C. 21 Timbangan Gantung Digital.	84
Gambar C.22 Tisu	84
Gambar C. 23 Wadah.....	85
Gambar C. 24 Air.....	86
Gambar C. 25 Grafit.....	86
Gambar C. 26 SiC.	87
Gambar C. 27 Tanah Lempung.....	87
Gambar C. 28 Pelumas.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Mekanik dan Thermal Silikon karbida (Zamheri, 2011).....	13
Tabel 2.2 Karakteristik Grafit (Gupta, 2016).....	15
Tabel 4.1 Karakterisasi XRF pada Tanah Lempung.....	43
Tabel 4.2 Data Hasil Susut Bakar	44
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Porositas	47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan	50
Tabel B. 1 Data Hasil XRF Tanah lempung	68
Tabel B. 2 Hasil Pengujian Susut Bakar	68
Tabel B. 3 Data Hasil Pengujian Pororsitas	69
Tabel B.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	70

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri pengecoran logam khususnya alumunium berkembang dengan pesat hal ini karena penggunaannya yang cukup luas dalam berbagai aspek diantaranya komponen otomotif, pesawat terbang bahkan sebagai peralatan rumah tangga (Aminur *et al.*, 2020). Dalam dunia industri pengecoran sudah banyak media atau alat yang digunakan dalam proses peleburannya, salah satunya yaitu tungku sebagai alat utama peleburan pada pengecoran logam dan non logam. Penggunaan tungku krusibel merupakan salah satu jenis tungku yang digunakan untuk peleburan logam. Sampai saat ini kebanyakan tungku krusibel yang digunakan oleh *home* industri dan lembaga pendidikan merupakan bahan impor dan harga yang relatif mahal. Sehingga berdampak pada besarnya investasi yang dibutuhkan bagi palaku usaha (Aminur *et al.*, 2020).

Krusibel adalah tempat yang berbentuk pot atau mangkuk dengan krus atau diameter di bawah lebih kecil dibandingkan diameter bagian atas. Krusibel diperlukan untuk melebur suatu material hingga suhu lebur material tersebut. Krusibel yang baik memiliki daya lebur yang cepat dan ketahanan panas yang tinggi. Krusibel yang biasa digunakan secara umum yaitu krusibel yang mengandung grafit. Krusibel biasanya terbuat dari bahan grafit dan tanah lempung (Sari *et al.*, 2017). Di Indonesia tanah Lempung sangat melimpah di beberapa daerah seperti Sumatera Utara, Jawa Barat, Sulawesi Utara dan

sekitarnya (Wulan Sari, Muhsin and Wijayanti, 2018). Salah satunya di daerah Desa Sukajaya, Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor terdapat cadangan tanah lempung dengan luas tanah 22000 m² dalam satu wilayah. Akan tetapi tanah lempung di daerah tersebut setelah dilakukan percobaan pembakaran tanpa penambahan apapun didapatkan cacat berupa retak. Oleh karena itu, perlu adanya bahan penguat (*Reinforcement*) untuk meningkatkan sifat mekanik pada krusibel. Penambahan tersebut dilakukan untuk mengurangi kerusakan yang terjadi, seperti ketahanan retak dan bocor sebelum atau sesudah penggunaan. Terdapat faktor yang menyebabkan hal tersebut antara lain porositas pada krusibel, tekanan kompaksi pada krusibel, komposisi bahan pembuatan, suhu pemanasan pembuatan krusibel, *holding time*, dan *thermal shock conductivity* (Krismanto *et al.*, 2020). Pada proses pembuatan krusibel proses pengadukan perlu dilakukan agar penyebaran material penguat menyebar secara merata, agar ikatan antar material sempurna dan menghindari pengelompokan. Sehingga dilakukan analisa waktu pengadukan karena meningkatnya durasi menyebabkan material penguat semakin merata (Rusiyanto *et al.*, 2022).

Berdasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rahmawati dan Sunarsi yang menganalisa efek penambahan komposisi grafit pada batu bata dengan variasi 10%, 20%, 30%. Diperoleh data nilai kuat tekan yang meningkat seiring variasi penambahan grafit menaikkan kuat tekan, namun setelah melewati batas optimum akan menurunkan kuat tekan dengan nilai masing-masing kuat tekan yaitu 3,87MPa, 5,53MPa, 3,97MPa (Rahmawati and Sunarsi, 2015). Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Rahmah yang menganalisa lama waktu

pengadukan komposit gelatin hidroksipatit dengan variasi waktu pengadukan 1 jam, 2 jam dan 3 jam mengungkapkan bahwa semakin lama waktu pengadukan maka penggabungan antar partikel material menjadi semakin efektif sehingga menghasilkan kekuatan material yang meningkat (Rahmah, Hikmawati and Siswanto, 2015).

Oleh sebab itu pada penelitian kali ini dilakukan pembuatan sampel krusibel dengan bahan dasar tanah lempung. Parameter yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu memvariasikan komposisi grafit sebesar 20%, 30%, 40% dan waktu pengadukan 30 menit, 60 menit, 90 menit. sehingga diharapkan dapat meningkatkan kekuatan pada krusibel dan membuat krusibel dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang akan diteliti pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi komposisi grafit dan variasi waktu pengadukan terhadap nilai kuat tekan dan struktur mikro tanah lempung untuk bahan dasar pembuatan krusibel.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan secara umum penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan tanah lempung yang berasal dari Sukajaya Kabupaten Bogor yang nantinya dapat diaplikasikan sebagai bahan dasar pembuatan krusibel. Adapun secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisa pengaruh komposisi grafit terhadap nilai kuat tekan dan struktur mikro krusibel
2. Menganalisa pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai kuat tekan dan struktur mikro krusibel

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang digunakan sebagai batasan-batasan penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Tanah lempung yang digunakan berasal dari daerah Sukajaya, Kabupaten Bogor, Jawa barat.
2. Grafit dan *Silicone Carbide* (SiC) yang digunakan berasal dari toko kimia Chempo, Jakarta.
3. Komposisi tanah lempung, grafit, dan *Silicone Carbide* (SiC) pada penelitian ini bervariasi dengan masing-masing masing berat yaitu: sampel pertama, 70% *Tanah lempung*, 20% Grafit, dan 10% SiC. Sampel kedua 60% *Tanah lempung*, 30% Grafit, dan 10% SiC. Sampel ketiga, 50% *Tanah lempung*, 40% Grafit, dan 10% SiC.
4. Waktu pengadukan pada penelitian ini bervariasi yaitu: 30 menit, 60 menit, 90 menit drngan menggunakan *mixer cosmos* CM1-289 yang berasal dari toko Sinar Agung *Electric*, Kab. Bekasi.
5. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi II, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
6. Karakterisasi XRF dilakukan di PT Multi Hanna Kreasindo. Bekasi,

Jawa Barat.

7. Pengujian susut bakar dilakukan di laboratorium Teknik Metalurgi II Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Banten.
8. Pengujian porositas dilakukan di laboratorium Teknik Metalurgi II Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon, Banten.
9. Pengujian kekuatan tekan dilakukan di Laboratorium PT Wijaya Karya (Persero) Tbk, Depok.
10. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* dilakukan di Laboratorium Teknolab, Bekasi, Jawa Barat

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian skripsi ini terdiri atas lima bab. Bab I menjelaskan tentang latar belakang dilakukannya penelitian pengaruh komposisi grafit dan waktu pengadukan terhadap ketahanan sifat mekanik dan struktur mikro pada krusibel, rumusan masalah yang menjadi dasar penelitian ini, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan. Bab II menjelaskan teori mengenai tanah lempung, silikon karbida, grafit, *mixing*, krusibel, Karakteristik tanah lempung, pengujian susut bakar, pengujian porositas, kuat tekan, SEM. Bab III menjelaskan tentang diagram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan serta prosedur penelitian. Bab IV menjelaskan tentang hasil, analisa dan pembahasan terkait penelitian yang telah dilakukan. Bab V menjelaskan tentang kesimpulan dan saran hasil penelitian. Lampiran berisi tentang contoh perhitungan, data hasil pengujian serta gambar alat dan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Sonya, A. ., Nuryadin, b. w, *et al.* (2009) ‘Sintesis Keramik Berbasis Komposit Clay-Karbon dan Karakterisasi Kekuatan Mekaniknya’, *Jurnal Nanosains & Nanteknologi*, 2(January 2014), pp. 83–89.
- Abidin, K. (2011) ‘Uji Kekuatan Material Dengan Injeksi Zat Putih Telur’, *Dinamika*, 02(April), pp. 27–33.
- Achmat, F., S, A. and Wisnumurti (2016) ‘Kajian Bahan Dasar (Lempung) Terhadap Karakteristik Mekanik Batu Bata Yang Dihasilkan Dan Kesesuaian Fungsi Berdasarkan Diagram Winkler’, *Jurnal Teknik Sipil*, pp. 1–9.
- Ailin *et al.* (2017) ‘Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan Sem/Edx pada Daerah WindesiKabupaten Teluk Wondama , Provinsi Papua’, *Prosiding Seminar Nasional XII ‘Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi’*, pp. 185–191.
- Aminur, A. *et al.* (2020) ‘Rancang Bangun Dan Uji Cobatungku Krusibel Dari Tabung Gas Bekas Dengan Menggunakan Sumber Panas Gas Lpg’, *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 6(2), p. 118. doi: 10.31884/jtt.v6i2.258.
- ASTM C20-00 (2015) ‘ASTM C20 - 00 “Standard Test Methods for Apparent Porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water”’, *Refractory Standards*, (March), pp. 1–3. doi: 10.1520/C0020-00R15.2.
- Bayuseno, A. P. (2009) ‘Pengembangan Dan Karakterisasi Material Keramik Untuk Dinding Bata Tahan Api Tungku Hoffman K1’, *Rotasi*, 11(4), pp. 5–10.
- Bintang, A. P., Setyanto and Adha, I. (2012) ‘Studi Pengaruh Penambahan Bahan Additive TX-300 Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran’, *Teknik Sipil*, 1(1), pp. 381–390.
- Bisioni, A. B. D. M. D., Hamzah, M. S. and Sam, A. (2019) ‘Sifat Kuat Tekan Dan Impak Komposit Abu Sekam Padi/Alumina’, *Jurnal Mekanikal*, 10(1), pp. 955–969.
- Budiyanto, wahyu gatot *et al.* (2008) *Kriya Keramik*. 2nd edn. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Candra, A. I. *et al.* (2018) ‘Studi Kasus Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas’, *Universitas Kadiri Riset Teknik Sipil*, 2(2), p. 11. doi: 10.30737/ukarst.v2i2.255.

Effendi, M. D. (2010) ‘Pemanfaatan Tungku Berbahan Bakar LPG dan Modifikasi Ruang Bakar Untuk Pembakaran Keramik Ukir Bergelasir’, *Energi dan Lingkungan*, 6(1), pp. 1–6.

Fládr, J. and Bilý, P. (2017) ‘Influence Of Mixing Procedure On Mechanical Properties Of High-Performance Concrete’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 246(1), pp. 1–5.

Gupta, C. (2016) *Fuels, Furnaces and Refractories*, Fuels, Furnaces and Refractories. PHI Learning. doi: 10.1016/c2013-0-02746-6.

Hadi, Q. (2018) ‘Pengaruh Pengadukan dengan Variasi Simple Padle Blade Terhadap Kehomogenan dan Sifat Mekanik Komposit Al-Fly-Ash dengan Metode Stir Casting Tanpa Pembasahan’, *Jurnal Rekayasa Mesin*, 18(2), pp. 85–94.

Harbison Walker (2005) ‘Handbook of Refractory Practice’, Refractories Company, Moon Township,

Hardiyanti, H. *et al.* (2016) ‘Karakterisasi Densitas Grafit Sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi’, 16, pp. 37–43. Available at: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/view/3064>.

Hidayat, W. (2019) ‘Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material’, *Material Teknik*, pp. 1–19. doi: 10.31227/osf.io/6bmfu.

Huda, M. and Hastuti, E. (2012) ‘Pengaruh Temperatur Pembakaran Dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata’, *Jurnal Neutrino*, 4(2), pp. 142–152. doi: 10.18860/neu.v0i0.1936.

Husain, S., Haryanti, N. H. and Manik, T. N. (2016) ‘Pengaruh Suhu Sintering Terhadap Sifat Mekanik Keramik Berbahan Lempung Dan Abu Sekam Padi’, *Jurnal Fisika Flux*, 13(1), pp. 1–10.

Iyasara, A. C. *et al.* (2016) ‘Influence of Grog Size on the Performance of NSU Clay-Based Dense Refractory Bricks’, *American Journal of Materials Science and Engineering*, 4, pp. 7–12.

Jamaludin, A. and Adiantoro, D. (2012) ‘Analisis Kerusakan X-Ray Fluoresence (XRF)’, *Issn 1979-2409*, 5(09), pp. 19–28.

Krismanto, P. H. *et al.* (2020) ‘Pengaruh Tekanan Terhadap Densitas, Pororsitas dan Struktur Mikro Kowi (Crusible) Berbahan Evaporation Boat, Kaolin,

Castbale, dan Abu Sekam Padi’, *Jurnal Inovasi Mesin*, pp. 11–18.

Nurrohman, T. (2017) ‘Uji Coba Tanah Liat Desa Mambang Kecamatan Plandaan Kabupaten Jombang untuk Keramik Bakaran Tinggi’, *Jurnal Seni Rupa*, 5(2), pp. 337–346.

Ohji, T., Singh, M. and Mathur, S. (2011) *Advanced Processing and Manufacturing Technologies for Nanostructured and Multifunctional Materials*, Advanced Processing and Manufacturing Technologies for Nanostructured and Multifunctional Materials.

Rahmah, J., Hikmawati, D. and Siswanto (2015) ‘Pengaruh Variasi Lama Waktu Pengadukan Pada Komposit Gelatin-Hidroksiapatit Bergentamisin Sebagai Bahan Implan Tulang’, *ISSN 9*, 3(2), pp. 45–56.

Rahmawati, a. and Sunarsih, Dernawati sri (2015) ‘Manfaat Penambahan Karbon Dari Material Limbah Pada Batu Bata Tradisional The Benefits Of Additional Carbon From Waste Materials In Traditional Brick’, *Techno*, 16(2), pp. 98–109.

Rhomar, Z., Putra, A. and Astuti (2017) ‘Sintesis Aluminium Matrix Composites (AMC) Berpenguat Sinter Silika dengan Metode Powder Metallurgy’, *Jurnal Fisika Unand*, 6(2), pp. 101–106.

Ridayani, D., Malino, M. B. and Asri, A. (2017) ‘Analisis Porositas dan Susut Bakar Keramik Berpori Berbasis Clay dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit’, *Prisma Fisika*, 5(2), pp. 51–54.

Rizal, Purwanto Dwi, Andre, Hermawan Budhi And Syaefani, Romadhon Arif (2019) ‘Rancang Bangun Dapur Krusible Kapasitas Peleburan 20 Kg’, *Teknik Mesin*, (71), pp. 1–5.

Rusiyanto *et al.* (2022) ‘Pengaruh Durasi Pencampuran Terhadap Mechanical Properties Crucible’, *Teknik Mesin*, (1), pp. 39–64.

Sari, desi riana *et al.* (2017) ‘Pengaruh Thermal Shock Resistance Terhadap Makro Struktur Dan Ketahanan Impact Kowi Pelebur (Crusible) Berbahan Komposit Abu Sekam Padi/Grafit/Kaolin’, *Jurnal Kompetensi Teknik*, 9(1), pp. 53–59.

Saukani, M. and Febrianti, R. (2016) ‘Analisa Komposisi Fasa Lempung Kalimantan Selatan Berdasarkan Data Difraksi Sinar X’, *Jurnal Fisika Flux*, 13(2), pp. 117–120.

Septriana, A., Azhar and Astuti, W. (2017) ‘Daur Ulang Refraktori Bekas Pakai Kiln Dan Fly Ash Batu Bara Dengan Variasi Tekanan Greenbody’, *Laboratorium Penelitian Dan Pengembangan Farmaka Tropis Fakultas Farmasi Universitas*

Mualawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, 32(April), pp. 5–24.

Siagian, H. and Martha, H. (2012) ‘Studi Pembuatan Keramik Berpori Berbasis Clay dan Kaolin Alam dengan Aditif Abu Sekam Padi’, *Penelitian Sainika (Sains, Teknologi dan Rekayasa)*, 12(1), pp. 14–23.

SNI 1974:2011 (2011) ‘SNI 1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder’, *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, p. 20.

SNI 15-0255 (1984) ‘Cara penentuan susut kering bakar bahan mentah keramik’, *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*.

Srisuwan, A. and Phonphuak, N. (2020) ‘Physical Property And Compressive Strength Of Fired Clay Bricks Incorporated With Paper Waste’, *Journal of Metals, Materials and Minerals*, 30(1), pp. 103–108.

Subiyanto, H. and Subowo (2003) ‘Pengaruh Temperatur Sintering terhadap Sifat Mekanik Keramik Insulator Listrik’, *Jurnal Teknik Mesin*, 3(1), pp. 1–4.

Sulaeman, A. S., Arjo, S. and Maddu, A. (2019) ‘Sintesis dan Karakterisasi Silicon Carbide (SiC) dari Sekam Padi Menggunakan Metode Reduksi Magnesiotermik’, *Jurnal Fisika Flux*, 1(1), p. 47. doi: 10.20527/flux.v1i1.6146.

Suyanto, Sulardjaka and Sri, N. (2014) ‘Pengaruh Komposisi Mg Dan Sic Terhadap Sifat Kekerasan Komposit Alsi-Sic Yang Dibuat Dengan Proses Semi Solid Stir Casting’, *Prosiding Snatif*, (1), pp. 165–172.

Triyanto, S. *et al.* (2021) ‘Pengaruh Waktu Pecampuran Terhadap Kekerasan Vicker Material Crusible Berbahan Limbah Evaporation Boat Kaolin dan Seman Tahan Api’, *Teknik Mesin*, 12, pp. 325–330.

Tussniari, P. E. S., Adnyana, I. G. A. P. and Cingah, M. (2018) ‘Karakterisasi Porositas pada Body Keramik Stoneware Berbasis Lempung Kalimantan’, *Buletin Fisika*, 19, pp. 6–11.

Ubani, A. C. and Atanmo, P. N. (2021) ‘Effect of Granite , Kaolin Clay , Borosilicate Glass and Silicon Carbide in the Production of Graphite Crucibles’, *ISSN 2278-0182*, 10(December), pp. 51–56.

Wulan Sari, T. I., Muhsin, M. and Wijayanti, H. (2018) ‘Pengaruh Metode Aktivasi Pada Kemampuan Kaolin Sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda’, *Konversi*, 5(2), p. 20. doi: 10.20527/k.v5i2.4768.

Xu, M. *et al.* (2021) ‘Recent Advances And Challenges In Silicon Carbide (Sic) Ceramic Nanoarchitectures And Their Applications’, *Materials Today Communications*, 28(June 2021),

Yulianto, C., Setyawan, A. and Irnawan, D. (2022) 'Terhadap Sifat Mekanik Batu Bata Merah', 03(01), pp. 31–41.

Zamheri, A. (2011) 'Pengaruh Waktu Stirring, Fraksi Volume Dan Ukuran Besar Butir Partikel SiC Terhadap Kekerasan mmc Al 6061 – SiC Dengan Sistem Stir casting', *Jurnal Austenit*, 3, pp. 23–34.