

**PEMANFAATAN LIMBAH *GRITS* DAN *DREG* DENGAN
PENAMBAHAN KAOLIN SEBAGAI BAHAN BAKU
PEMBUATAN KERAMIK KONSTRUKSI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**RAFIDA KHOIRANI
012.17.009**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**PEMANFAATAN LIMBAH *GRITS* DAN *DREG* DENGAN
PENAMBAHAN KAOLIN SEBAGAI BAHAN BAKU
PEMBUATAN KERAMIK KONSTRUKSI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**RAFIDA KHOIRANI
012.17.009**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**PEMANFAATAN LIMBAH GRITS DAN DREG DENGAN
PENAMBAHAN KAOLIN SEBAGAI BAHAN BAKU
PEMBUATAN KERAMIK KONSTRUKSI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**RAFIDA KHOIRANI
012.17.009**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Kota Deltamas, 19 Juli 2021

Dosen Pembimbing I



Dr. Edwin K. Sijabat, S.T., M.T.

NIDN 0403127309

Dosen Pembimbing II



Andrie Harmaji, S.T., M.T.

NIK. 199110107201607516

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik S., S.T., M.T.

NIDN 0408096804

PEMANFAATAN LIMBAH *GRITS* DAN *DREG* DENGAN PENAMBAHAN KAOLIN SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERAMIK KONSTRUKSI

Rafida Khoirani¹⁾, Edwin K. Sijabat²⁾, Andrie Harmaji³⁾

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung
Kota Deltamas Lot-A1 CBD, Jl. Ganesha Boulevard Pasirranji, Kec. Cikarang Pusat, Bekasi, Jawa
Barat 17530

khoirannyrafida@gmail.com¹⁾, edwinsijabat@hotmail.com²⁾, harmaji.a@gmail.com³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan pemanfaatan limbah *dreg* dan *grits* dari industri *pulp* dengan penambahan kaolin menjadi bahan baku keramik konstruksi sebagai usulan baru untuk pengelolaan limbah agar meminimalkan pembuangan di TPA dan juga dapat menghasilkan keuntungan ekonomi dan sosial. *Dreg* dan *grits* dipreparasi kemudian dikarakterisasi kandungan unsur logam dan komposisi kimia (ICP). Sampel keramik dicetak menggunakan *Compressive Gauge Testing* dengan kekuatan 15 kN selama 60 detik. Perbandingan campuran bahan kaolin, *dreg* dan *grits* yaitu komposisi kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%. Kemudian dikeringkan pada suhu ruangan, sampel keramik dibakar di *furnace* dengan suhu bertahap hingga 1000°C dengan waktu tunggu selama 30 menit. Keramik di karakterisasi sifat fisis yaitu densitas, porositas, susut bakar, dan daya serap air sedangkan untuk sifat mekanik dilakukan pengujian kuat tekan (*Compression Machine*). Hasil uji ICP kandungan yang paling tinggi pada *dreg* dan *grit* yaitu adalah CaO yaitu 36% dan 50%. Dosis optimum keramik yang dihasilkan adalah dengan komposisi kaolin 80% karena memenuhi standar SNI keramik. Diperoleh karakterisasi keramik dengan kekuatan tekan 4.48MPa-11.98MPa, porositas 24.76%-50.18%, daya serap air 14.43%-36.01%, susut bakar 0.050%-3.290% dan densitas 1.387gr/cm³-1.707gr/cm³.

Kata Kunci: *Dreg*, *Grits*, Kaolin, Keramik, *Recausticizing*.

ABSTRACT

This research is the utilization of dreg and grits waste from the pulp industry with the addition of kaolin as raw material for construction ceramics as a new proposes to waste management are needed to minimize landfill disposal and can also generates economic and social gain. Dreg and grits were prepared and then characterized for metal content and chemical composition (ICP). Ceramic samples were printed using Compressive Gauge Testing with a strength of 15 kN for 60 seconds. The comparison of the mixture are kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, and 80%. Then dried at room temperature, the ceramic burned in a furnace at a gradual temperature of up to 1000°C with a waiting time of 30 minutes. Ceramics are characterized by physical properties, namely density, porosity, shrinkage, and water absorption, for the mechanical properties is compressive strength (Compression Machine). The results of the ICP test have the highest content in dreg and grits is CaO 36% and 50%. The optimum dose of ceramics produced in this study was with 80% kaolin composition because it was in accordance with SNI ceramic standards. Characterization of ceramics with compressive strength ranging from 4.48MPa-11.98MPa, porosity 24.76%-50.18%, water absorption 14.43%-36.01%, shrinkage 0.050%-3.290% and density 1.387gr/cm³-1.707gr/cm³.

Keyword: *Dreg*, *Grits*, Kaolin, Ceramics, *Recausticizing*.

1. PENDAHULUAN

Pabrik *Pulp* dan Kertas menghasilkan residu organik dan anorganik dengan sifat yang sangat bervariasi selama proses *kraft*, seperti *dreg green liqour*, *grits slaker*, *biomass ash* dan *lime sludge* (Martínez, Lage et al., 2016). Tercatat, kapasitas Produksi Kertas Indonesia pada tahun 2017 sebesar 12,98 juta ton per tahun, sedangkan kapasitas produksi *pulp* sebesar 10,43 juta ton per tahun, meningkat dari tahun sebelumnya yang hanya sebesar 7.93 juta ton/tahun (KEMENPERIN, 2017). Data yang didapat dari PT OKI Pulp dan Paper pada bulan Januari hingga Maret tahun 2021 proses *recausticizing* menghasilkan *dreg* sebanyak 16.264 Ton sedangkan untuk *grits* sebanyak 4.191 Ton.

Landfill mampu mendorong dampak ekologi negatif yang buruk contohnya seperti *soil contamination*, *odor emission* dan *leaching of toxic compounds* menyebabkan pencemaran air dan tanah. Selain itu, penimbunan lahan ini merupakan pemborosan sumber daya alam, karena limbah ini berpotensi tinggi dapat dimanfaatkan kembali pada proses produktif sebagai bahan baku alternatif berkualitas tinggi. Usulan baru untuk pengelolaan limbah diperlukan untuk meminimalkan pem-buangan di TPA dan dapat menghasilkan keuntungan ekonomi dan sosial (Simão et al., 2018).

Karena kandungan CaCO_3 yang tinggi, sumber utama kapur dapat diganti dengan *dreg* dan *grits*, terutama dalam bahan bangunan (Siqueira, F.B. & Holanda J.N.F, 2018). *Grits slaker* juga di-aplikasikan pada mortar semen (Gemelli et al., 2001), campuran *betuminous* dan klinker semen (Modolo et al., 2010; Castro et al., 2009).

Komposisi *dreg green liqour* mengandung natrium karbonat (Na_2CO_3), kalsium karbonat (CaCO_3) dan natrium sulfida (Na_2S), serta beberapa padatan tidak larut lainnya dalam jumlah kecil yang mengandung silikon, besi, aluminium, magnesium, mangan dan sulfides (Martins et al., 2007; Nurmesniemi et al., 2010; Pöykiö et al., 2006). *Grit slaker* dihasilkan di bagian *slaker lime unit* yang mengubah kalsium oksida (CaO) menjadi kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) pada proses *recovery* (Simão et al., 2018). Sebagian besar terdiri dari kalsium karbonat (CaCO_3), tetapi jumlah sisa CaO , Ca(OH)_2 dan Na_2CO_3 juga mungkin ada. (Machado et al., 2007). Ion logam seperti barium, chromiun, tembaga, nikel dan seng

dapat ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil (Monte et al., 2009).

Untuk meningkatkan kualitas produk keramik perlu rekayasa sifat mekanis sehingga meminimalisir cacat atau rusak saat pengiriman maupun ketahanan pada produk keramik seperti kuat tekan keramik, struktur dalam berupa porositas, densitas keramik dan juga komposisi keramik. Penelitian mengenai kuat tekan keramik dan pengujian porositas dengan bahan yang berbeda-beda masih jarang dilakukan. Uji kuat tekan dan porositas bisa digunakan untuk menentukan kualitas keramik yang baik (Setiawan et al., 2017).

Penelitian ini dilakukan agar dapat memanfaatkan *dregs green liqour* dan *grits slaker* sebagai bahan baku alternatif agar tidak hanya ditimbun pada *landfill* yang dapat berdampak pada *environmental* tetapi dapat berkontribusi pada keberlanjutan yang lebih besar dengan “Pemanfaatan Limbah *Grits* Dan *Dreg* Dengan Penambahan Kaolin Sebagai Bahan Baku Pembuatan Keramik Konstruksi”. Parameter hasil percobaan yang diperhatikan adalah densitas, porositas, susut bakar, daya serap air dan kuat tekan dari keramik yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian dan pengujian antara lain timbangan analitik, jangka sorong, *sieve 200 mesh*, cetakan besi berbentuk kubus $5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$, *testing gauge* (5kN./DIV.), *furnace*, *oven*, *microwave digestion*, *vessel*, labu 100 ml, labu 250 ml, *erlenmeyer* 250 ml, gelas beaker 250 ml, *thermo scientific*, kertas saring 42, kertas saring 93, *crusher*, mortar, *heating* yang dialirkan *cooler*, *desiccator*, krusibel, gelas ukur 500 ml, *digital compression machine* (Kn), ICP (*Inductively Coupled Plasma*).

Bahan yang digunakan dalam penelitian dan pengujian antara lain *dreg*, *grits*, kaolin, *pure chemical* HNO_3 , HBF_4 , *Air demineral*, EDTA 0.05 M, $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 10%, Indikator MO (*Methyl Orange*), HCl 0.5%, HCl 1:1, HCl 1:9, *hydroxylamine chloride* 10%, *triethanolamine* 15%, KOH 20% dan *calcon indicator*.

2.2 METODE

Tahap awal pada penelitian adalah Tahap persiapan dengan dilakukan pengecekan berat kering, bahan terbakar, kadar abu, LOI (*Loss Of Ignition*). Kemudian *dreg* dan *grits* dipreparasi dengan cara dikeringkan pada oven 120°C selama 5

jam lalu dihancurkan dengan crusher dan diayak menggunakan ayakan ukuran 200 mesh, kemudian dikarakterisasi kandungan unsur logam dan komposisi kimia (ICP), pengecekan kandungan CaO dan *Total Titratable Alkali*.

Pembentukan sampel keramik menggunakan metode *dry pressing*, yaitu merupakan pembentukan terhadap serbuk halus yang mengandung sedikit air atau penambahan bahan organik dengan pemberian tekanan yang dibatasi oleh cetakan menjadi produk padat yang kuat. Pada metode ini bahan *powder* dicampur dengan air 15% dari berat sampel keramik. Pencetakan sampel uji dilakukan dengan alat tekan Serbuk yang telah dicampur merata dituang ke dalam cetakan berbentuk kubus 5x5x5 cm kemudian ditekan dengan beban sebesar 15 kN selama 60 detik hingga padat menggunakan *Compressive Gauge Testing* dengan kekuatan 15 kN selama 60 detik.

Tabel 2. 1 Komposisi Campuran Sampel Uji

Kode sampel Uji	Komposisi Campuran Sampel Uji		
	Kaolin (%)	Dreg (%)	Grits (%)
1	20	40	40
2	30	35	35
3	40	30	30
4	50	25	25
5	60	20	20
6	70	15	15
7	80	10	10

Kemudian dikeringkan selama 2x24 jam di suhu ruangan. Sampel keramik dibakar di furnace suhu bertahap hingga 1000°C dengan waktu tunggu selama 30 menit. Keramik dikarakterisasi sifat fisis yaitu densitas, porositas, susut bakar, dan daya serap air sedangkan untuk sifat mekanik dilakukan pengujian kuat tekan (*Compression Machine*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Bahan Baku

Hasil Pengujian bahan baku yang digunakan akan disajikan pada **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2** dibawah ini.

Tabel 3. 1 Berat Kering, Bahan yang terbakar, Kadar Abu, *Loss of Ignition* di *Dregs* dan *Grits*

Sam-pel	Berat Kering (%)	Bahan Terbakar (%)	Kadar Abu (%)	Loss of Ignition (%)
<i>Dregs 1</i>	57.710	62.906	37.097	1.813
<i>Dregs 2</i>	58.970	62.001	37.999	1.898
<i>Grits 1</i>	82.720	46.920	53.071	1.513
<i>Grits 2</i>	83.700	46.571	53.467	1.491

<i>Dregs 1</i>	57.710	62.906	37.097	1.813
<i>Dregs 2</i>	58.970	62.001	37.999	1.898
<i>Grits 1</i>	82.720	46.920	53.071	1.513
<i>Grits 2</i>	83.700	46.571	53.467	1.491

Tabel 3. 2 Senyawa Kimia CaO, Na₂O, B₂O₃, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SrO, MnO dan TTA pada *Dreg* dan *Grits*.

Senyawa	Sampel			
	<i>Dreg 1</i> (%)	<i>Grits 1</i> (%)	<i>Dreg 2</i> (%)	<i>Grits 2</i> (%)
CaO	36.423	51.168	36.094	50.106
B ₂ O ₃	14.903	17.872	14.676	18.519
Na ₂ O	6.737	9.030	6.420	8.100
MgO	0.396	4.462	0.385	4.047
SiO ₂	2.515	3.379	2.458	2.509
Al ₂ O ₃	1.644	3.199	1.143	2.507
Fe ₂ O ₃	0.368	1.815	0.336	1.339
SrO	0.012	0.063	0.014	0.064
MnO	0.004	0.233	0.004	0.220
TTA	2.436	5.121	2.176	5.256

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian bahan baku yang bertujuan untuk mengetahui kandungan yang terdapat didalam bahan baku tersebut. Kandungan ini akan berpengaruh pada proses dan produk yang dihasilkan. Hasil uji ICP, pengujian CaO, dan TTA berupa komposisi kandungan senyawa kimia pada *dreg* dan *grits* yaitu kandungan yang paling tinggi adalah CaO yaitu 36% dan 50%, diikuti oleh B₂O₃ 14% dan 17%, Na₂O 6% dan 9%, MgO 0.3% dan 4%, kemudian untuk SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SrO, MnO rata-rata dibawah 2% sedangkan TTA *dreg* 2% dan *grits* 5%.

Seperti yang sudah diketahui salah satu fungsi dari CaO pada pembuatan keramik yaitu sebagai flux atau pelebur, tidak plastis yang berfungsi sebagai pelebur mengikat bahan pengisi atau rangka pada temperatur tinggi sehingga membentuk ikatan keramik. Kegunaan mineral ini cukup penting untuk pembuatan keramik (Effendi, Dachyar M, 2004). Kandungan CaO pada *dreg* dan *grits* sangat tinggi mencapai 36% dan 50% yang akan mempengaruhi kekuatan dan porositas dari keramik yang dihasilkan

jika digunakan terlalu banyak dari berat bahan. Kandungan Ca pada sampel keramik yang melebur pada temperatur tinggi dan meninggalkan bekas pori menyebabkan penurunan nilai kuat tekan, dan porositas yang tinggi. Sehingga kaolin yang digunakan tidak dapat berperan sebagai *binder* dan *filler* pada keramik jika penggunaan *dreg* dan *grits* yang terlalu banyak.

3.2 Hasil Pengujian Keramik

3.2.1 Hasil Pengujian Densitas

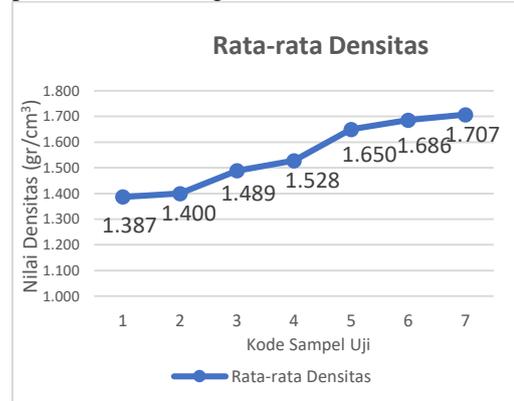
Densitas merupakan ukuran kepadatan suatu material yang didefinisikan sebagai massa persatuan unit volume. Semakin meningkatnya nilai densitas dari temperatur sintering disebabkan oleh setiap peningkatan dari temperatur tersebut maka kandungan *silica* dalam material penyusun keramik telah mengalami fase keglas dan mengikat unsur-unsur lain yang terkandung dalam badan keramik, sehingga ikatan yang terbentuk antara material penyusun keramik tersebut semakin kuat. Ikatan yang kuat menunjukkan kerapatan yang tinggi antara partikel, sehingga nilai densitasnya semakin tinggi (Eriyanti, 2019). Hasil Pengujian Densitas pada Keramik akan disajikan pada **Tabel 3.3** dibawah ini.

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Densitas pada Keramik

Kode Sampel Uji	Massa jenis (gr/cm ³)	Rata- Rata Densitas (gr/cm ³)
1	1.384	1.387
	1.389	
2	1.397	1.400
	1.402	
3	1.493	1.489
	1.485	
4	1.508	1.528
	1.548	
5	1.699	1.650
	1.601	
6	1.691	1.686
	1.681	
7	1.718	1.707
	1.697	

Berdasarkan pada **Tabel 3.3** dapat dilihat bahwa nilai densitas keramik pada sampel persentase kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80% berkisar antara 1,3-1,7 gr/cm³. Dari semua sampel tersebut, nilai densitas tertinggi yaitu pada sampel kaolin 80%, dengan nilai densitas 1,6 gr/cm³.

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik mengenai hasil pengujian densitas pada keramik sebagai berikut :



Gambar 3.1 Grafik Densitas pada Keramik

Menurut *Civil Engeneering* (2001) dalam penelitian Mirna et al (2017), bahwa nilai yang diisyaratkan pada pembuatan keramik yaitu (1,6-2,0) gr/cm³. Nilai densitas tersebut sesuai dengan nilai densitas yang dihasilkan pada penelitian ini, dengan nilai di atas 1,6 gr/cm³ pada sampel kaolin 60%, 70% dan 80%, nilai tersebut dapat dikatakan bahwa sudah memenuhi syarat yang digunakan pada pembuatan keramik.

Menurut Simatupang (2017) menyebutkan bahwa rendahnya nilai densitas keramik disebabkan oleh ketidak homogenitas ukuran butir dan pencampuran sampel yang kurang homogen. Hal ini menunjukkan bahwa nilai densitas yang kecil pada keramik pada sampel 20%, 30%, 40%, dan 50% disebabkan oleh karena ketidak homogenitas ukuran butir dan kurang homogenya ukuran sampel pada saat pencampuran bahan sampel keramik.

3.2.2 Hasil Pengujian Susut Bakar pada Keramik

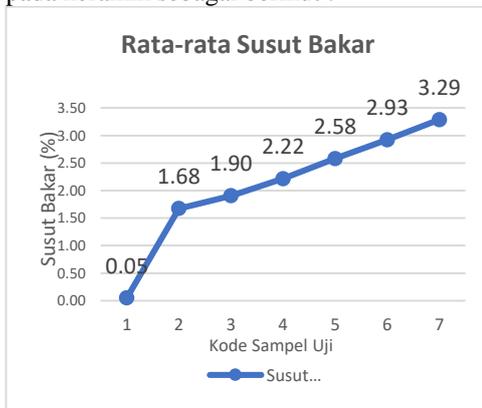
Susut Bakar adalah perubahan dimensi atau volume bahan yang telah dibakar. Salah satu parameter yang menunjukkan terjadinya proses sintering adalah penyusutan akibat adanya perubahan mikrostruktur (butir atau batas butir). Hasil Pengujian Susut Bakar pada Keramik akan disajikan pada **Tabel 3.4** dibawah ini.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Susut Bakar pada Keramik

Kode Sampel Uji	susut bakar (%)	Rata-Rata susut bakar (%)
1	0.08	0.050
	0.02	

2	1.73	1.675
	1.62	
3	1.86	1.905
	1.95	
4	2.19	2.215
	2.24	
5	2.57	2.580
	2.59	
6	2.94	2.925
	2.91	
7	3.33	3.290
	3.25	

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik mengenai hasil pengujian susut bakar pada keramik sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Grafik Susut Bakar pada Keramik

Nilai susut yang tertinggi yaitu pada komposisi sampel kaolin 80%, dengan nilai susut bakar sebesar 3.290%. Sampel 80% tersebut merupakan keramik dengan komposisi bahan tambahan kaolin 80%, *dreg* 10% dan *grits* 10%. Sedangkan, nilai penyusutan yang terendah yaitu pada sampel kaolin 20%, yaitu penambahan kaolin 20%, *dreg* 40% dan *grits* 40% dengan nilai penyusutan paling kecil yaitu 0.050%, bahkan hampir tidak terjadi penyusutan.

Semakin kecil butiran material, proses sinter berlangsung dengan lebih maksimal karena energi yang diberikan pada proses densifikasi atau pepadatan semakin besar dimana antar butir mendekat secara bersama sama, kemudian terjadi kecepatan difusi volume yang sangat tinggi sehingga penyusutan berat yang terjadi semakin besar dan didapatkan kerapatan yang lebih tinggi pada material (Amelia, R. 2019).

Dari hasil perhitungan susut bakar keramik tersebut menunjukkan keterkaitan erat dengan densitas keramik (**Tabel 3.3**), Hal ini menunjukkan bahwa nilai densitas sangat berpengaruh pada nilai penyusutan keramik. Semakin tinggi nilai densitas atau kerapatan

partikel maka nilai penyusutan cenderung semakin tinggi.

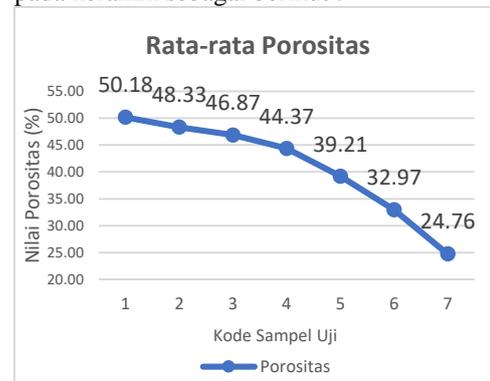
3.2.3 Hasil Pengujian Porositas pada Keramik

Porositas dalam suatu material keramik dinyatakan dalam % rongga atau fraksi volume dari suatu rongga yang ada dalam bahan tersebut. Porositas dinyatakan dalam % yang menghubungkan antar volume pori terbuka terhadap volume benda keseluruhan. Hasil Pengujian Porositas pada Keramik akan disajikan pada **Tabel 3.4**, dibawah ini.

Tabel 3. 4 Hasil Pengujian Porositas pada Keramik

Kode Sampel Uji	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	50.56%	50.18%
	49.81%	
2	48.65%	48.33%
	48.02%	
3	46.44%	46.87%
	47.31%	
4	43.83%	44.37%
	44.91%	
5	39.29%	39.21%
	39.12%	
6	33.74%	32.97%
	32.21%	
7	24.62%	24.76%
	24.90%	

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik mengenai hasil pengujian porositas pada keramik sebagai berikut :



Gambar 3. 3 Grafik porositas pada Keramik

Dari grafik diperoleh nilai porositas berkisar antara 50.18% – 24.76%. Porositas terbesar diperoleh pada persentase kaolin 20%, yaitu 50.18% dan terendah pada

persentase kaolin 80 % yaitu 24.76%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase campuran kaolin berbanding terbalik dengan porositas. Jika persentase kaolin bertambah maka porositas akan semakin kecil, dan sebaliknya.

Porositas yang tinggi hal ini disebabkan karena kandungan Ca yang melebur ketika proses pembakaran pada temperatur tinggi dan meninggalkan bekas pori dan mening-katkan kadar oksigen di dalamnya (Anisah, F. 2019). Pada *dreg* dan *grits* kandungan Ca sangat dominan sehingga dapat meningkan porositas pada keramik. Dilihat dari komposisinya limbah padat *dreg* dan *grits* adalah bahan yang kaya akan CaO, sehingga pada saat pembakaran sampel dengan komposisi limbahnya cukup besar sedangkan kandungan SiO₂ yang sedikit. Persentase kaolin yang kecil dapat mengakibatkan kaolin tidak mampu berperan sebagai pengikat. Selain komposisi, temperatur pembakaran juga mempengaruhi terbentuknya keramik. Tidak tercapainya temperatur sinter dan waktu pembakaran yang terlalu singkat membuat proses *sintering* tidak terjadi secara maksimal.

Besar kecilnya nilai porositas di-pengaruhi pada proses pencetakan (Setiawan et al., 2017). Pada saat pencetakan tekanan dipenelitian ini hanya sebesar 15 kN dan waktu tunggu selama 60 detik, jika kekuatan penekan saat pencetakan ditingkatkan maka dapat meningkatkan kepadatan pada keramik agar dapat menurunkan porositas keramik.

3.2.4 Daya Serap Air

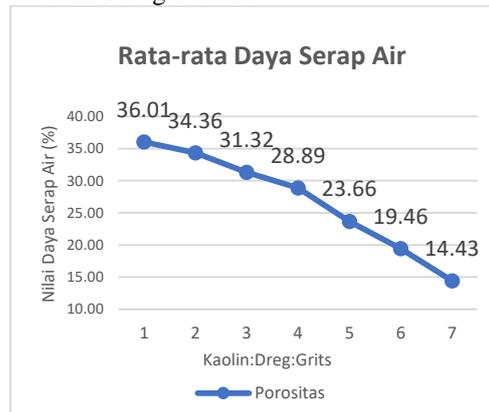
Daya serap air menunjukkan persentase penyerapan air pada keramik setelah di-remdam selama 24 jam. Berdasarkan **Tabel 3.5** tersebut dapat dilihat bahwa nilai daya serap air keramik pada sampel persentase kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan 80% yaitu berturut-turut 36.01%, 34.36%, 31.32%, 28.89%, 23.66%, 19.46%, dan 14.43%.

Tabel 3. 5 Hasil Daya Serap Air pada Keramik

Kode Sampe Uji	Daya Serap Air (%)	Rata-rata (%)
1	36.34	36.01%
	35.67	
2	34.64	34.36%
	34.07	
3	30.96	31.32%
	31.69	

4	28.92	28.89%
	28.87	
5	23.02	23.66%
	24.31	
6	19.85	19.46%
	19.07	
7	14.26	14.43%
	14.60	

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik mengenai hasil daya serap air pada keramik sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Grafik Daya Serap Air pada Keramik

Hasil yang diperoleh untuk daya serap air tersebut memiliki nilai yang berbeda. Standar SNI dari yang diisyaratkan oleh SNI dengan nilai penyerapan air 20% (Mirna et al., 2017). maka sampel persentase kaolin 70% dan 80% nilai penyerapan air tersebut masuk ke standar SNI dengan nilai 19.46% dan 14.43%.

Untuk mendapatkan nilai penyerapan air yang kurang dari 20% perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu *sintering* yang lebih lama ≥ 2 jam (Mirna et al., 2017). Nilai daya serap air yang diperoleh dari persentase kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, dan 60% belum memenuhi standar yang sudah ditetapkan oleh SNI. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pori yang terbentuk pada sampel tersebut sehingga air mudah masuk ke dalam pori tersebut, hal ini dikarenakan pada saat proses pembentukan keramik, belum mencapai batas butir keramik sementara lama *sintering* hanya selama 30 menit sehingga belum mencapai batas yang dianjurkan yaitu selama ≥ 2 jam.

3.2.5 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan keramik dilakukan untuk melihat kekuatan atau kemampuan suatu bahan menerima tekanan yang diberikan pada alat uji tekan. Alat uji

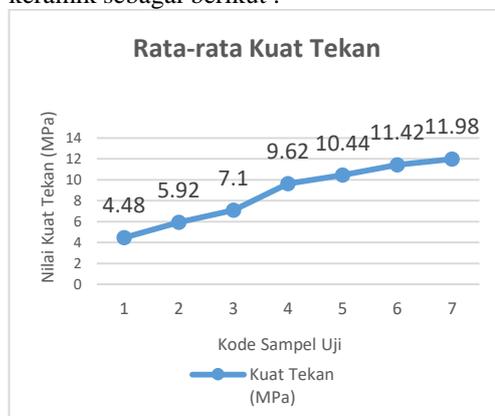
kuat tekan secara umum mempunyai sepasang pelat pijakan (bawah) dan alat tekan (atas) yang digunakan untuk mengetahui berapa besar gaya (beban) yang diperlukan untuk menyebabkan benda uji patah (bahan mengalami perubahan bentuk) bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Mirna et al., 2017).

Berdasarkan Tabel 3.6 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan keramik pada masing-masing sampel keramik dari pengujian diperoleh kuat tekan pada persentase kaolin 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70% dan berturut-turut adalah 4.48 MPa, 5.92 MPa, 7.10 MPa, 9.62 MPa, 10.44 MPa, 11.42 MPa dan 11.98 MPa

Tabel 3. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan pada Keramik

Kode Sampel Uji	Kuat Tekan (F)	Rata-Rata (MPa)
1	4.60	4.48
	4.36	
	4.84	
2	5.64	5.92
	6.20	
3	7.32	7.10
	6.88	
4	9.76	9.62
	9.48	
5	10.52	10.44
	10.36	
6	11.44	11.42
	11.40	
7	12.04	11.98
	11.92	

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik hasil pengujian kuat tekan pada keramik sebagai berikut :



Gambar 3. 2 Grafik Kuat Tekan pada Keramik

Kuat tekan kaolin 100% yang dibakar pada suhu 1000°C 3 jam adalah 19,317 MPa (Isman MT et al., 2001). Jika dibandingkan dengan komposisi keramik yang sudah dicampur dengan *dreg* dan *grits* yang dibakar dengan suhu 1000°C selama 30 menit, ada perbedaan ± 7.3 MPa.

Kandungan Ca pada sampel keramik yang melebur pada temperatur tinggi dan meninggalkan bekas pori sehingga menurunkan nilai kuat tekannya (Anisah, F. 2019). Penurunan ini diakibatkan oleh kandungan zat kapur (Ca) yang terdapat pada sampel dengan pertambahan *dreg* dan *grits* yang terbakar pada saat pembakaran temperatur tinggi dan meninggalkan pori, semakin banyak penambahan *dreg* dan *grits* ini akan menurunkan nilai kuat tekan.

Nilai kuat tekan mengalami kenaikan signifikan pada komposisi kaolin 40% yaitu dari 7.10 MPa menjadi 9.62 MPa pada persentase kaolin 50%, hal ini disebabkan oleh pengaruh temperatur pembakaran yang belum mencapai temperatur *sintering*, dimana pada temperatur 1000°C keramik dengan persentase kaolin dibawah 40% belum mengalami *sintering* yang baik sehingga tidak mengalami penyusutan yang besar dan kuat tekan rendah.

Keramik dengan komposisi 25%, 30%, 40% dan 50% masuk ke SNI 16-2094-2000 bata merah pejal kelas 50, sedangkan keramik dengan komposisi kaolin 60%, 70%, dan 80% masuk di kelas ke SNI 16-2094-2000 bata merah pejal kelas 100.

Kuat Tekan keramik kaolin semakin naik seiring dengan naiknya temperatur sinter dan tekanan kompaksi (Amin & Irawan, 2008). Karena temperatur yang digunakan pada penelitian kali ini 1000°C dan tidak melakukan variasi pada temperatur *sintering* sehingga tidak bisa dipastikan optimasi temperatur *sintering* yang baik untuk keramik dengan bahan baku kaolin, *dreg* dan *grits*. Pada saat pencetakan tekanan dipenelitian ini hanya sebesar 15 kN dan waktu tunggu selama 60 detik, jika kekuatan penekan saat pencetakan ditingkatkan maka dapat meningkatkan kepadatan pada keramik agar dapat meningkatkan kuat tekan pada keramik yang dihasilkan.

Persentase limbah berbanding terbalik dengan besarnya tekanan yaitu semakin banyak limbah yang dicampurkan, maka kuat tekan semakin rendah, sedangkan persentase kaolin berbanding lurus dengan besarnya kuat tekan yaitu jika kaolin semakin banyak maka kuat tekan juga semakin bertambah.

Mengganti kapur dengan limbah *grits* pada pembuatan keramik dinding dapat dilakukan pada kisaran hingga 15% dari berat, memungkinkan produksi *single fast-firing wall tiles* (Group BIII – ISO 13006 standar) untuk rentang temperatur *wide firing* (1100-1180°C), dengan penambahan 15% kuarsa dan 70% kaolin (Siqueira, F.B. & Holanda j.n.f, 2018). pada penelitian tersebut dikatakan bahwa penambahan *grits* dapat digunakan sebagai *single fast-firing wall tiles*.

Limbah *grit* dapat dijadikan sebagai bahan bangunan keramik. Penggunaan konsentrasi yang lebih tinggi di atas 20% berat bahan tidak dianjurkan karena peningkatan penyerapan air dan penurunan kekuatan mekanik dari keramik yang dihasilkan (Siqueira, F.B. & Holanda J.N.F, 2013). Kuat tekan yang dihasilkan pada penelitian kali ini tergolong kecil, kuat tekan tertinggi yang didapat 11.98 MPa dengan komposisi *dreg* 10%, *grits* 10% dan kaolin 80%. Sedangkan kuat tekan terendah yaitu 4.48 MPa dengan komposisi *dreg* 40%, *grits* 40% dan kaolin 20%.

Dosis optimum keramik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah dengan komposisi kaolin 80% karena memenuhi standar SNI keramik yaitu densitas di 1.6-2.0 gr/cm³, susut bakar di bawah 12%, daya serap air di bawah 20%, dan kuat tekan masuk ke kelas ke SNI 16-2094-2000 bata merah pejal kelas 100.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan data penelitian diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Komposisi kandungan senyawa kimia pada *dreg* dan *grits* yang paling tinggi adalah CaO yaitu 36% dan 50%, diikuti oleh B₂O₃ yaitu 14% dan 17%, Na₂O yaitu 6% dan 9%, MgO yaitu 0.3% dan 4%, kemudian untuk SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SrO, MnO rata-rata dibawah 2%.
2. Persentase komposisi *dregs* dan *grits* yang dicampurkan dengan kaolin sangat berpengaruh terhadap karakteristik keramik. Limbah yang dicampurkan dengan persentase kaolin 30%-80% dapat digunakan sebagai bahan pembuatan keramik konstruksi dengan karakteristik tertentu.
3. Dosis optimum keramik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah dengan komposisi kaolin 80% karena memenuhi standar SNI keramik yaitu densitas di 1.6-2.0 gr/cm³, susut bakar di bawah 12%, daya serap air di bawah 20%, dan kuat tekan masuk ke kelas ke SNI 16-2094-2000 bata merah pejal kelas 100.
4. Persentase campuran kaolin berbanding lurus dengan kuat tekan, densitas dan susut bakar, sedangkan untuk porositas dan daya serap air berbanding terbalik. diperoleh karakterisasi keramik dengan kekuatan tekan berkisar antara 4.48 MPa-11.98 MPa, porositasnya 24.76%-50.18%, daya serap air 14.4%-36.01%, susut bakarnya 0.050%-3.290% dan densitas 1.387gr/cm³-1.707gr/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R (2019). *Pembuatan dan Karakterisasi Keramik Tradisional Dengan Bahan Baku Kaolin, Kuarsa, Feldspar Dan Clay*. Skripsi Medan: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara..
- Amin M & Irawan B. 2008. *Pengaruh Tekanan Kompaksi Terhadap Karakterisasi Keramik Kaolin Yang Dibuat Dengan Proses Pressureless sintering*. Jurnal Traksi. 8(1): 40-54.
- Anisah, F(2019) *Pembuatan Keramik Berpori Berbasis Clay Dengan Aditif Karbon Aktif Cangkang Kemiri*. Skripsi. Medan: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara.
- Castro, F., Vilarinho, C., Trancoso, D., Ferreira, P., Nunes, F., Miragaia, A., 2009. *Utilisation of pulp and paper industry wastes as raw materials in cement clinker production*. Post visual : Int. J. Mater. Eng. Innov. 1, 74.
- Effendi, Dachyar M (2004). *Analisa Kimia Dan Identifikasi Mutu Batu Kapur Tuban Berdasarkan Syarat Mutu Batu Kapur Untuk Pembuatan Keramik Halus*. Visual Post : IPTEK journal of proceedings series.
- Eriiyanti, L (2019). *Pengaruh Temperatur sintering Terhadap Densitas, Porositas, Dan Kekuatan Bending Lining Refractory Berbasis Limbah*

- Evaporation Boats. Skripsi.*
Semarang: Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang.
- Gemelli, E., Camargo, N., Brescansin, J.,
2001. *Evaluation of paper industry
wastes in construction materials
applications.* Visual Post : Mater.
Res. 4, 297-304.
- Isman M.T, Ign Djoko S., Sukosrono, Endro
K (2001). *Mempelajari
Karakteristik Keramik Dari Mineral
Lokal Kaolin, Dolomit, Pasir
Ilmenit.* Visual post: Puslitbang
Teknologi Maju BATAN. 1-6.
- Machado, C.C., Pereira, R.S., Lima, D.C.,
Carvalho, C.A., Pires, D.M., (2007).
Caracterização Tecnológica De
Misturas Solo Grits Para Pavi-
mentação De Estradas florestais:
Influência Do Tratamento Térmico
Do Grits Na Resistência Mecânica
Das Misturas, Rev. Árvore 31.
- Martínez Lage, I., Velay Lizancos, M.,
vázquez-Burgo,P.,Rivas Fernández,
M.,Vázquez Herrero, C., Ramírez-
Rodríguez, A.,Martín Cano, M.,
(2016). *Concretes and mortars with
waste paper industry: biomass ash
and dregs.* Visual post : J. Environ.
Manag. 181, 863-873.
- Martins, F.M., Martins, J.M., Ferracin, L.C.,
Cunha, C.J., (2007). *Mineral phases
of green liquor dregs, slaker grits,
lime mud and wood ash of a Kraft
pulp and paper mill.* Post visual :
J. Hazard Mater. 147, 610-617.
- Modolo, R., Benta, A., Ferreira, V.M.,
Machado, L.M., (2010). *Pulp and
paper plant wastes valorisation in
bituminous mixes.* Post visual :
Waste Manag. 30, 685-696.
- Monte, M., Fuente, E., Blanco, A., Negro,
C., (2009). *Waste management from
pulp and paper production in the
European Union.* Visual post :
Waste Manag. 29, 293-308
- Mirna, H.Iqbal & Kasman (2017). *Analisis
Sifat-sifat Fisik Keramik Berbahan
Tambahan Abu Ampas Tebu Dan
Abu Sekam Padi.* Visual post :
Jurnal Ilmiah Universitas Tadulako.
16(2), 41-37.
- Nurmesniemi, H., Watkins, O.D., Počytkioč,
R., (2010). *Slaker grits from the
causticising of a pulp mill potential
fertiliser and liming agent material
for use in agriculture and forestry.*
Visual post : IJMatEI. 1, 312-324
- Santos, V. R. dos et al (2019). *Green Liquor
Dregs and Slaker Grits residues
characterization of a Pulp and
Paper mill for future application on
ceramic products.* Visual post :
Journal of Cleaner Production. 240,
11820.
- Setiawan, F, Arifani M, L, Yulianto & A,
Aji, M P (2017). *Analisis Porositas
dan Kuat Tekan Campuran Tanah
Liat Kaolin dan Kuarsa sebagai
Keramik.* Visual Post : Jurnal MIPA
Unnes. 40(1), 24-27.
- Simão, L., Hotza, D., Raupp-Pereira, F.,
Labrincha, J.A., Montedo, O.R.K.,
(2018). *Wastes from pulp and
paper mills - a review of generation
and recycling alternatives.* Visual
post : Cerâmica . 64, 443-453
- Siqueira, F.B. & Holanda J.N.F (2018).
*Application of Grits waste as a
renewable carbonate material in
manufacturing wall tiles.* Visual
Post : Elsevier. 44(16), 19576-
19582.