

Pemanfaatan *Tailing* Bijih Emas PT. Antam terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Body* Keramik *Stoneware* di Balai Besar Keramik Bandung

¹Ricky Aryadhi, ²Solihin, ³Subari

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116
Email: ¹rickyaryadhi@ymail.com

Abstract. Tailings of gold ore processing PT. ANTAM UBPE Pongkor, The dominant ones containing quartz sand, is an unusead material and it's amount tends to increase with chemical composition 55,28% SiO₂, 16,85% CaO, 10,19% Al₂O₃, 8,14% Fe₂O₃, and the rest is a small amount of alkaline. The large amount of tailings dumped in the mining area, then there is thought to use tailings as an alternative material for the manufacture of ceramic body. The experiment of making ceramic body on gold ore tailing by preparing three compositions of ceramic material (1, 2, and 3). In which each consisting of a mixture of gold ore tailing, clay and felspar with different proportions. Every 1 composition there is 7 grain fraction of gold ore tailing (+10#, -10#+14#, +14#-30#, -30#+40#, -40#+70#, -70#+100#, and -100#) so the number of samples there are 21 pieces. The design of the composition then made spicement and were fired at temperatures of 1100 oC 1150 oC and 1200 oC. Physical properties of the fired specimen such as : drying and firing shrinkages, water absorption and bending strength were tasted. The test results were then compared with the Indonesian National Standard (SNI) for stoneware ceramics bodies based on SNI 15-1327-1989. Physical properties test result of ceramic body composition design There are 8 design compositions that qualify SNI for stoneware body ceramic at firing temperature 1100 oC Only the specimen with composition 1 grain fraction -10#+14#. At firing temperature 1150 oC There are 4 eligible samples of composition 1 grain fraction +10# and -30#+40#, composition 2 grain fraction -14#+30#, and composition 3 -40#+70#. At firing temperature 1200 oC There are 3 eligible samples of composition 1 grain fraction +10#, composition 2 grain fraction butir -100#, and composition 3 grain fraction -40#+70#. the best composition of the compositions design is found in the composition of 3 fractions of -40 # + 70 # with a combustion temperature of 1150 oC having a strong bending value of 238.95 kg / cm² which means when it is formed into a finished product the ceramic is not easily broken. Keywords : tailing, processing of gold ore, grain fraction, stoneware ceramic bodies.

Keywords: Tailing, Processing Of Gold Ore, Grain Fraction, Stoneware Ceramic Bodyes

Abstrak. Tailing hasil pengolahan bijih emas PT. ANTAM UBPE Pongkor, yang dominan mengandung pasir kuarsa, merupakan bahan yang tidak terpakai lagi dan jumlahnya semakin banyak yang berdasarkan hasil analisis kimia 55,28% SiO₂, 16,85% CaO, 10,19% Al₂O₃, 8,14% Fe₂O₃, dan sisanya alkali dalam jumlah kecil. Besarnya jumlah tailing yang dibuang di area penambangan, maka ada pemikiran untuk memanfaatkan tailing sebagai bahan alternatif untuk pembuatan body keramik. Percobaan pembuatan body keramik dari tailing bijih emas ini dilakukan dengan menyiapkan tiga komposisi body keramik (1, 2, dan 3) yang masing-masing terdiri dari campuran tailing bijih emas, lempung dan felspar dengan perbandingan yang bervariasi. Setiap 1 komposisi terdapat 7 fraksi butir tailing bijih emas (+10#, -10#+14#, +14#-30#, -30#+40#, -40#+70#, -70#+100#, dan -100#) sehingga jumlah ada 21 sampel. Rancangan komposisi kemudian dicetak benda uji dan dibakar pada suhu 1100 oC 1150 oC dan 1200 oC, selanjutnya diuji sifat-sifat fisiknya antara lain : susut kering, susut bakar, penyerapan air, kuat lentur kering dan kuat lentur bakar. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan persyaratan SNI untuk body keramik stoneware berdasarkan SNI 15-1327-1989. Hasil uji sifat fisik terhadap rancangan komposisi body keramik terdapat 8 rancangan komposisi yang memenuhi syarat SNI untuk body keramik stoneware diantaranya pada suhu pembakaran 1100 oC hanya benda uji dengan komposisi 1 fraksi butir -10#+14#. Pada suhu pembakaran 1150 oC terdapat 4 sampel yang memenuhi syarat yaitu komposisi 1 dengan fraksi butir +10# dan -30#+40#, komposisi 2 fraksi butir -14#+30#, dan komposisi 3 -40#+70#. Pada suhu pembakaran 1200 oC terdapat 3 sampel yaitu komposisi 1 fraksi butir +10#, komposisi 2 fraksi butir -100#, dan komposisi 3 fraksi butir -40#+70#. Rancanga komposisi yang telah lolos hasil terbaik terdapat pada komposisi 3 fraksi butir -40#+70# dengan suhu pembakaran 1150 oC memiliki nilai kuat lentur 238,95 kg/cm². yang berarti saat dibentuk menjadi produk jadi keramik tidak mudah pecah.

Kata Kunci: Tailing, Pengolahan Bijih Emas, Fraksi Butir, Bodi Keramik Stoneware

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Tailing sebagai ampas dari proses pengolahan bahan tambang, dapat mempunyai kandungan penyusun yang berpotensi untuk diusahakan secara ekonomis. Selain mempunyai konotasi sebagai limbah, tailing masih mempunyai prospek untuk kembali diusahakan. Hal ini akibat komoditas tertentu yang terkandung saat proses pengolahan dilakukan belum mempunyai nilai ekonomi, atau harga komoditas tertentu mengalami peningkatan, sehingga yang masih terkandung dalam tailing menjadi bernilai ekonomi.

Sebagai hasil samping (by product) pengolahan tambang emas, PT ANTAM di Pongkor, Kabupaten Bogor menghasilkan kurang lebih 650 m³ per hari berupa pasir tailing. Berdasarkan data Laporan Hasil Verifikasi Lapangan (PROPER 2013) sampai periode Juli 2012 sampai dengan Mei 2013 limbah tailing yang dihasilkan mencapai 1.211.828 m³. Besarnya jumlah tailing yang terbuang dalam area penambangan, maka ada pemikiran pemanfaatan untuk bahan alternatif sebagai bahan baku keramik.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka penulis merencanakan untuk melakukan penelitian tugas akhir yang berjudul “Pemanfaatan *Tailing* Tambang Emas terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Body* Keramik *Stoneware* di Balai Besar Keramik”. Oleh karena itu, perlu diupayakan untuk penelitian yang terencana dan terarah sesuai dengan topik penelitiannya dan diharapkan dapat memberikan dampak positif bagi PT. ANTAM (Aneka Tambang) Pongkor.

Tujuan Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui variasi komposisi keramik dari bahan campuran tailing bijih emas agar sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia).
2. Mengetahui pengaruh perbedaan komposisi dalam pembuatan body keramik stoneware.
3. Mengetahui pengaruh perbedaan suhu pemnbakaran dalam pembuatan body keramik stoneware.
4. Mengetahui pengaruh perbedaan komposisi kimia dalam pembuatan body keramik stoneware.

B. Landasan Teori

Limbah Bijih Emas Pongkor Berupa Tailing

PT. Antam Tbk Pongkor merupakan salah satu unit produksi dari PT. Antam Tbk yang ada dibawah Kementrian Negara BUMN. Bahan galian yang dikelola adalah bijih emas sebagai mineral utama dan perak sebagai mineral sekunder. Bijih terbentuk pada lokasi – lokasi tertentu dalam bentuk urat - urat kuarsa dengan kadar nilai yang bervariasi.

Proses pengolahan atau permurnian bijih emas dilakukan oleh dalam upaya untuk mendapatkan emas kadar tinggi dengan cara memisahkan kandungan mineral pengotor. Metode yang digunakan antara lain konsentrasi gravitasi, flotasi, amalgamasi, sianidasi, dan elutriasi atau cara kombinasi. Dari proses permurnian bijih emas tersebut akan diperoleh beberapa produk yaitu bijih emas kadar tinggi (dengan kadar diatas 50 gr/ton), mineral pengotor lainnya seperti kuarsa felspar, limonit, dan kalsit. Mineral

pengotor inilah yang hendak dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan keramik stoneware.

Pengertian Keramik

Keramik adalah semua benda-benda yang terbuat dari tanah liat/lempung yang mengalami suatu proses pengerasan setelah dibakar pada suhu tinggi. Pengertian keramik yang lebih luas dan umum adalah “bahan yang dibakar pada temperatur tinggi” termasuk didalamnya semen portland, gips, dan lainnya. Pada umumnya senyawa keramik lebih stabil dalam lingkungan termal dan kimia dibandingkan elemen lainnya. Bahan baku keramik yang umum dipakai adalah felspar, *ball clay*, kuarsa dan kaolin. Sifat keramik sangat ditentukan oleh struktur kristal, komposisi kimia dan mineral bawaannya. Oleh karena itu sifat keramik juga tergantung pada lingkungan geologi dimana bahan diperoleh. Keramik mempunyai sifat rapuh, keras dan kaku, serta secara umum mempunyai kekuatan tekan lebih baik dibanding kekuatan tariknya. (Subari, 2007)

Standar SNI *Body Stoneware*

Untuk memperoleh hasil produk keramik dari pemanfaatan limbah tailing bijih emas maka mengacu pada persyaratan SNI, dimana penelitian *body* keramik ini mengacu pada persyaratan *body* keramik *Stoneware* SNI 15 – 1147 – 1989 (Tabel 1).

Tabel 1. Syarat Keramik *Body Stoneware*

Kriteria	Persyaratan
Kelolosan butir	Lolos 100% ayakan 80 mesh
Kuat lentur kering (kg/cm ²)	>15
Kuat lentur bakar (kg/cm ²)	>225
Pembakaran (°C)	≤ 1200 – 1350
Penyerapan air (%)	< 5

Sumber: SNI 15 – 1327 – 1989

Pengujian Sifat Fisik

Beberapa parameter uji yang akan dilakukan karakterisasi bahan dalam penelitian, antara lain adalah warna hasil pembakaran, susut dimensi, penyerapan air, kuat lentur kering dan kuat lentur bakar.

Susut Kering dan Susut Bakar

Susut kering (*Sk*) adalah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan plastis (*p*) ke keadaan kering udara (*p'*), diperhitungkan terhadap keadaan plastis. Hal ini dapat terjadi saat proses pengeringan terjadi pengeluaran uap air yang menyelimuti butir-butir lempung secara berangsur-angsur sehingga memungkinkan butir-butir tersebut mendekat satu sama lain. Untuk menghitungnya dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{susut kering} = \frac{p - p'}{p} \times 100\%$$

Susut kering yang diberikan ialah hasil rata-rata susut kering tiap benda uji. Harga susut kering dapat memperkirakan kepekaan lempung terhadap pengeringan. Susut kering tidak boleh terlalu besar yaitu tidak boleh lebih dari 10%, sebab lempung yang susut keringnya lebih dari 10% akan menimbulkan retak-retak pada produk selama

proses pengeringan.

Dalam proses pembakaran, lempung akan mengalami penyusutan. Susut bakar (S_b) ialah pengurangan panjang suatu benda uji dari keadaan kering udara (p') ke keadaan sesudah pembakaran (p''). Terjadinya penyusutan dikarenakan partikel-partikel lempung mengisi tempat-tempat yang ditinggalkan air karena proses penguapan saat pembakaran. Nilai yang baik untuk susut bakar adalah kurang dari 2.5%. Nilai susut bakar dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{susut bakar} = \frac{p' - p''}{p'} \times 100\%$$

Penyerapan Air

Tujuan dari uji penyerapan air yaitu untuk mengetahui porositas benda uji, porositas benda uji yaitu tingkat kemampuan penyerapan (kesarangan) benda uji terhadap fluida (air). Untuk bodi keramik yang baik tingkat porositasnya harus rendah (poor), tingkat penyerapan air maksimal 10% (SNI 03-4062-1996).

Untuk menghitung berapa penyerapan airnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{penyerapan air} = \frac{W - D}{D} \times 100\%$$

dimana :

W = berat setelah dididihkan dalam air (berat basah), gr

D = berat sebelum dididihkan dalam air (berat kering), gr

Kuat Lentur Kering dan Kuat Lentur Bakar

Kuat lentur adalah hasil bagi momen lentur terbesar dan momen perlawanan, yang terjadi pada beban lentur maksimum (beban patahnya benda uji). Pengujian lentur pada penampang balok dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul akibat menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luar yang timbul tepat pada saat terjadi hancur. Momen ini mencerminkan kekuatan dan dimasa lalu disebut sebagai kuat lentur ultimit balok. Kuat lentur suatu balok tersedia karena berlangsungnya mekanisme tegangan – regangan dalam yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh gaya-gaya dalam. Untuk menghitung berapa kuat lenturnya, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{kuat lentur} = \frac{3 \times G \times P}{2 \times l \times t^2} \times 100\%$$

Dimana :

G = gaya dalam kg, yang mematahkan benda uji

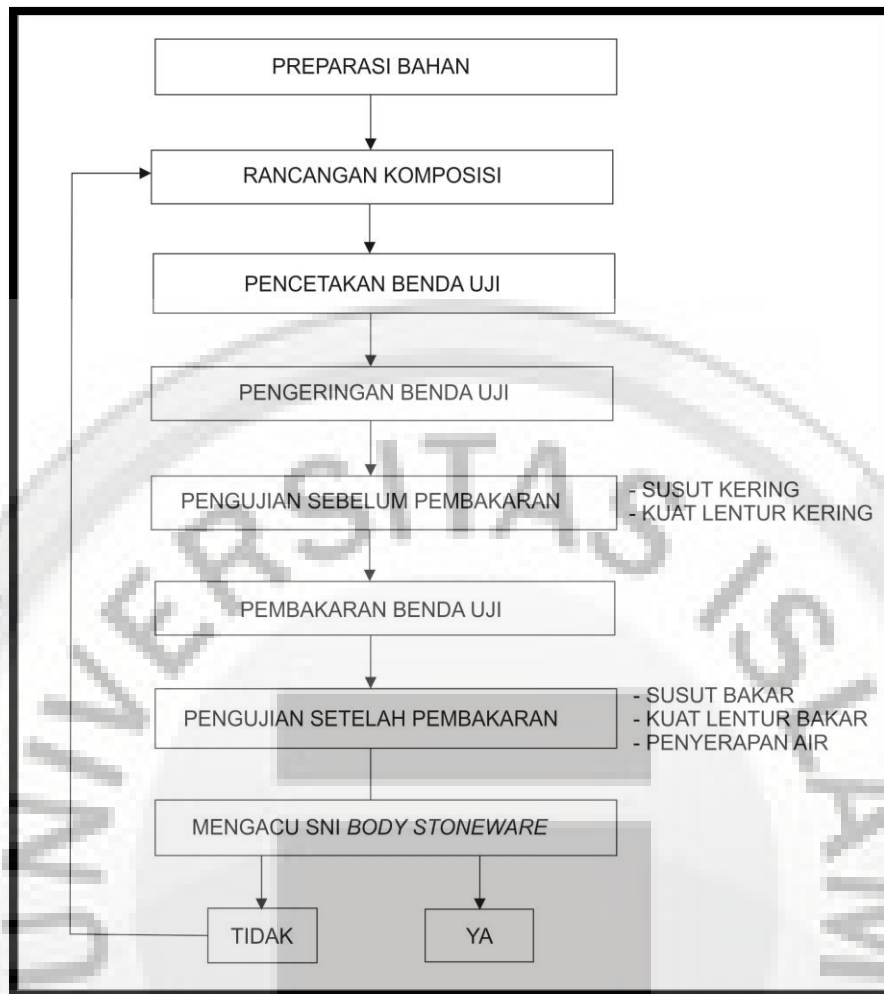
P = jarak antara kedua titik tumpu dalam cm

l = lebar benda uji dalam cm

t = tebal benda uji dalam cm

C. Prosedur Kerja

Dalam pembuatan *body* keramik ada beberapa tahapan prosedur percobaan sesuai dengan diagram alir berikut ini (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan *Body* Keramik

Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan *body* keramik, diantaranya yaitu :

1. Jaw crusher.
2. Disk mill.
3. Pot mill.
4. Ayakan 10#, 14#, 30#, 40#, 70#, 100# (mesh).
5. Cetakan benda uji keramik.
6. Peralatan uji fisis (susut, berat volume, dan penyerapan air).
7. Peralatan pembakaran (tungku gas, gas elpiji 40kg, termokopel).
8. Alat uji kuat lentur.
9. Alat bantu lainnya.

Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan *body* keramik, yaitu:

1. *Tailing* pengolahan bijih emas dari PT. Aneka Tambang Pongkor, Bogor.
2. Lempung dari Kalimantan Barat
3. Felspar berasal dari PT.Sibelco Lautan Mineral, Cikarang Utara, Bekasi.

D. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Komposisi Kimia Bahan

Hasil analisis kimia *tailing* bijih emas untuk bahan pembuatan *body* keramik tercantum dalam tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia *Tailing* Bijih Emas PT Antam Pongkor

Fraksi Butir	Komponen Kimia (% Berat)									
	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	MnO	CuO	hilang pijar
+10#	55,67	17,58	9,34	8,44	5,64	1,65	0,85	0,68	0,01	0,14
-10# +14#	52,54	15,20	11,57	11,42	5,48	1,69	0,93	0,69	0,02	0,48
-14# +30#	54,00	13,05	12,31	10,34	6,89	1,52	1,07	0,55	-	0,28
-30# +40#	56,14	12,61	12,25	8,66	7,18	1,50	0,89	0,57	0,02	0,18
-40# +70#	55,83	18,29	9,63	6,44	6,61	1,55	0,74	0,59	0,01	0,30
-70# +100#	57,62	18,12	10,19	5,26	5,94	1,56	0,68	0,51	0,01	0,11
-100#	55,13	23,09	6,04	6,40	5,62	2,15	0,69	0,74	0,02	0,14

Keterangan : # = simbol ukuran dalam mesh
Satuan dalam persen (%)

Hasil analisis kimia pada tabel 2 memperlihatkan komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam sampel *tailing* bijih emas terdiri dari SiO₂, dan CaO, berfungsi sebagai bahan pengisi rangka serta Fe₂O₃ sebagai bahan pewarna (abu-abu), dengan total alkali (K₂O) sangat rendah sehingga bersifat tahan api dan tidak plastis ini tidak dapat digunakan sebagai bahan tunggal untuk pembuatan keramik.

Tabel 3. Komposisi Kimia Bahan Lempung dan Felspar

Bahan	Komponen Kimia (% Berat)					
	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	hilang pijar
lempung	61,46	1,84	25,03	0,34	0,70	10,63
felspar	68,43	-	18,76	-	11,27	1,54

Keterangan : Satuan dalam persen (%)

Penambahan lempung yang berasal dari Kalimantan Barat memiliki sifat plastis sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga benda yang dibentuk tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk. Besarnya jumlah senyawa Al₂O₃ dari komposisi kimia lempung pada tabel 3 berfungsi untuk menambah viskositas pada pembentukan *body* keramik sedangkan komposisi kimia felspar PT. Sibelco seperti tercantum pada tabel 3 nampak bahwa total kadar alkali K₂O memiliki nilai sebesar 11,27%. Penambahan felspar dalam jumlah terbatas berfungsi sebagai pelebur atas silika dan aluminium akan mengikat bahan yang dapat dilarutkan menjadi suatu massa dimana

body keramik menjadi keras saat proses pembakaran.

Sifat Susut

Susut kering adalah penyusutan yang terjadi dari keadaan basah menjadi kering sedangkan susut bakar adalah penyusutan yang terjadi pada waktu proses pembakaran.

1. Susut Kering

Nilai susut kering untuk massa plastis berkisar antara 5 – 12 %. Hasil pengujian susut kering dari setiap komposisi benda uji spicemen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Susut Kering

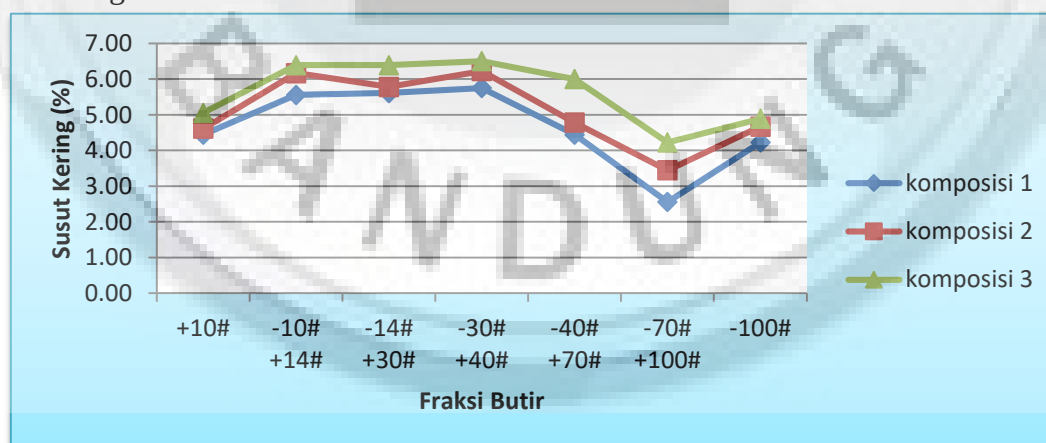
Fraksi butir	komposisi		
	1	2	3
+10#	4,44	4,61	5,06
-10# +14#	5,56	6,17	6,39
-14# +30#	5,61	5,78	6,39
-30# +40#	5,75	6,22	6,50
-40# +70#	4,44	4,78	6,00
-70# +100#	2,56	3,44	4,22
-100#	4,22	4,67	4,89

Keterangan : simbol # = Ukuran dalam mesh

Satuan = Dalam persen (%)

Plastis (5% - 12%)

Pada tabel 4 dapat dilihat bahwa sampel dengan nilai susut kering berkisar antara 2,56 – 6,50 %. Data hasil pengujian nilai susut kering ada yang di bawah 5 % artinya kurang plastis hal ini disebabkan tingginya kandungan SiO_2 lebih tinggi dari 55% dan kandungan CaO lebih tinggi dari 17% dalam komposisi tersebut berasal dari *tailing* emas. Berdasarkan rancangan komposisi 1 lebih rendah dibanding komposisi 3 hal ini berarti pengurangan pemakaian *tailing* bijih emas menyebabkan terjadinya penambahan susut kering.



Gambar 2. Kurva Hubungan Pengaruh Fraksi Butir *Tailing* Bijih Emas Terhadap Susut Kering

Dari kurva pada Gambar 2 pengaruh fraksi ayakan butir di setiap komposisi seperti fraksi -30# +40# memiliki nilai susut kering paling tinggi disebabkan karena kandungan kadar SiO_2 dan CaO yang relatif rendah, dimana komponen ini berfungsi sebagai pembentuk rangka sedangkan pada fraksi -70# +100# memiliki nilai susut

kering paling rendah dikarenakan kandungan kadar SiO_2 dan CaO relatif tinggi.

2. Susut Bakar

Harga susut bakar untuk massa plastis yang diujikan yaitu maksimum 6%, jika massa yang melebihi 6% benda uji tersebut akan memiliki resiko retak atau pecah yang tinggi. Dapat dilihat pada Tabel 5 suhu bakar 1100°C maupun 1150°C semua komposisi masih dalam batas toleransi baik karena tidak melebihi 6% kondisi *body* keramik tidak mudah retak, bila dibandingkan dari perbedaan suhu menjelaskan bahwa tiap kenaikan suhu pembakaran menyebabkan nilai susut bakar semakin besar pula, karena partikel lempung saling mengisi menjadi lebih padat.

Tabel 5. Hasil Pengujian Susut Bakar

suhu bakar	komposisi 1						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	- 100#
1100 C	3,82	3,54	4,23	4,45	1,57	1,54	4,86
1150 C	5,96	4,58	4,76	4,54	3,51	3,77	5,06
1200 C	6,74	-	-	-	-	4,09	5,21
	komposisi 2						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	- 100#
1100 C	4,91	4,45	4,76	4,79	1,75	1,73	5,22
1150 C	6,09	4,78	5,05	4,79	4,04	3,97	5,26
1200 C	6,80	5,32	6,38	6,38	-	4,31	6,32
	komposisi 3						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	- 100#
1100 C	5,28	4,81	4,81	4,81	4,80	2,96	5,38
1150 C	6,13	4,80	5,32	5,09	4,93	4,18	5,43
1200 C	7,02	-	6,40	-	5,53	5,26	6,61

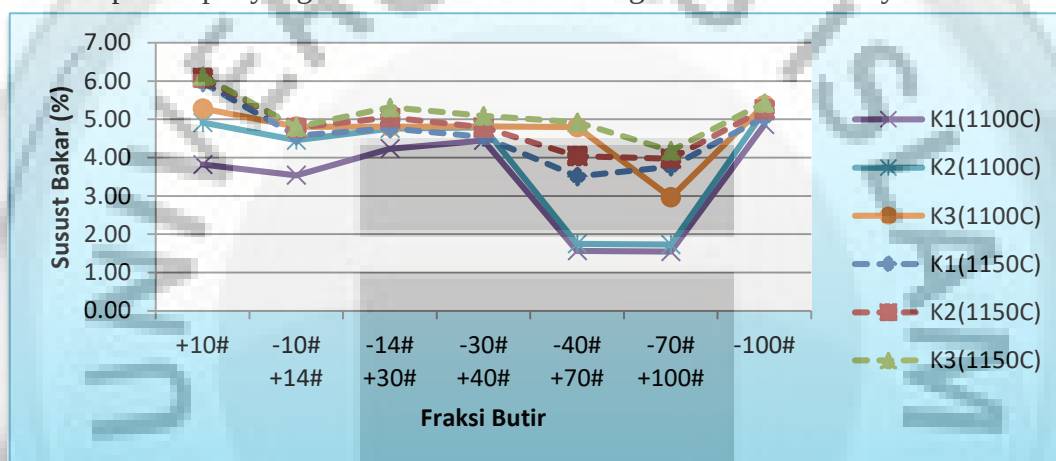
Keterangan : Simbol # = Ukuran dalam mesh
 Satuan = Dalam persen (%)
 = Plastis ($\leq 6\%$)

Nilai susut bakar pada suhu 1200°C melebihi 6% hal ini disebabkan pembakaran suhu terlalu tinggi sehingga benda uji yang dibakar mengalami *over firing* atau terlalu meleleh yaitu *body* keramik akan mengalami perubahan bentuk atau bahkan meleleh (Gambar 3).



Gambar 3. Sampel pada Suhu Bakar 1200 °C Mengalami *Over Firing*

Hal ini terjadi karena adanya tegangan-tegangan pada bagian benda yang terlemah akibat meleburnya mineral-mineral dari komposisi *body* keramik, berakibat ada beberapa sampel yang sudah tidak bisa dihitung nilai susut bakarnya.



Gambar 4. Kurva Hubungan Pengaruh Fraksi Butir *Tailing* Bijih Emas Terhadap Nilai Susut Bakar

Pada kurva Gambar 4 terlihat bahwa komposisi 3 dengan suhu bakar 1150°C mempunyai nilai susut bakar paling besar menjelaskan bahwa berkurangnya penggunaan *tailing* emas dalam komposisi sehingga menyebabkan terjadinya semakin tinggi nilai susut bakar, hal ini disebabkan oleh terbentuknya fasa gelas yang semakin bertambah banyak sehingga pengembangan volume menjadi semakin kecil atau rapat.

Penyerapan air

Dalam syarat mutu *body stoneware* dikatakan bahwa untuk nilai penyerapan air adalah kurang dari 5%. Hasil perhitungan penyerapan air dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Penyerapan Air

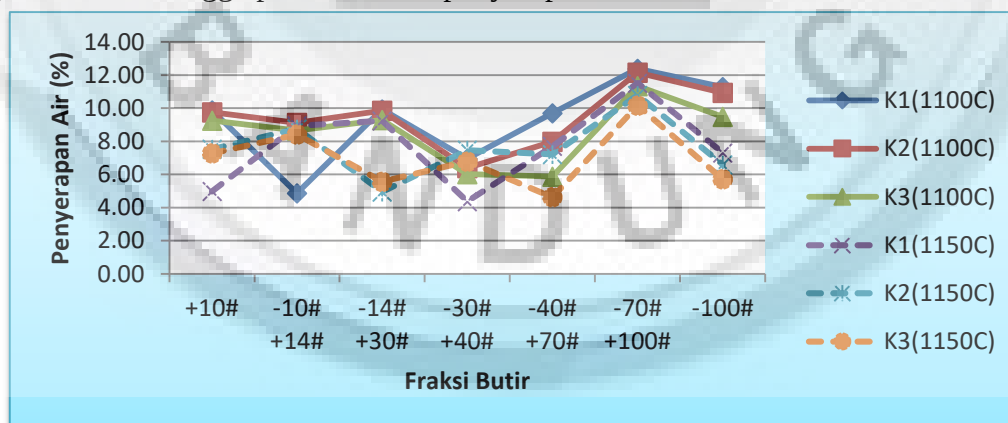
suhu bakar	komposisi 1						
	+10 #	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	- 100#
1100 C	9,86	4,86	9,92	6,95	9,69	12,37	11,28
1150 C	4,97	8,94	9,23	4,37	7,70	11,51	7,30

1200 C	3,57	3,32	-	-	-	3,37	-
komposisi 2							
1100 C	9,74	9,11	9,84	6,40	7,98	12,15	10,93
1150 C	7,53	8,75	4,95	7,47	7,21	10,78	6,58
1200 C	2,49	3,06	3,25	1,98	-	3,04	3,51
komposisi 3							
1100 C	9,25	8,65	9,28	6,02	5,88	11,33	9,48
1150 C	7,27	8,42	5,57	6,78	4,63	10,16	5,71
1200 C	2,55	-	2,31	-	2,06	2,89	2,38

Keterangan : simbol # = Ukuran dalam mesh
 Satuan = Dalam persen (%)
 = Lolos standar SNI ($\leq 5\%$)

Dari data hasil pengujian penyerapan air data pada Tabel 6 dapat diketahui untuk suhu pembakaran 1100 °C hanya komposisi 1 fraksi butir -10# +14# yang memenuhi persyaratan untuk *body* keramik *stoneware*. Jika dibandingkan dengan sampel yang lain pada komposisi fraksi butir -10# +14# memiliki nilai penyerapan air paling rendah hal ini bisa terjadi karena pada saat proses pembakaran *body* keramik letak sampel terlalu dekat dengan lidah api sehingga hanya sampel ini saja yang memadat mengakibatkan porositas penyerapan air semakin rendah.

Dari hasil pengujian penyerapan air dalam perbandingan kenaikan suhu menjelaskan bahwa semakin besar suhu pembakaran maka nilai penyerapan air semakin kecil pula, hal ini disebabkan hasil pembakaran makin tinggi semakin rapatnya volume *body* keramik sehingga porositas atau penyerapan air semakin kecil.



Gambar 5. Kurva Hubungan Pengaruh Fraksi Butir *Tailing* Bijih Emas Terhadap Nilai Penyerapan Air

Dari kurva pada Gambar 5 fraksi butir -70#+100# memiliki nilai penyerapan yang paling tinggi dibandingkan fraksi yang lain hal ini dipengaruhi karena kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 dalam membentuk *body* keramik dimana susut kering dan susut bakarnya semakin rendah tapi penyerapan air semakin tinggi, dan juga kandungan dari

CaO dan K₂O yang mempunyai fungsi menurunkan porositas dan titik lebur pada *body* keramik.

Dari data kurva penyerapan air pada suhu 1110°C maupun 1150°C Gambar 5 dapat dijelaskan dari pengaruh komposisi semakin berkurangnya pemakaian *tailing* semakin kecil pula nilai penyerapan air karena pemakaian bahan lempung yang semakin banyak, tetapi pada suhu 1150°C komposisi 1 fraksi butir +10#, -30# +40#, dan komposisi 2 fraksi butir -14#+30# memiliki nilai penyerapan air yang kecil hal ini bisa disebabkan karena pada saat proses pembakaran letak posisi pada saat proses pembakaran *body* keramik letak sampel terlalu dekat dengan lidah api sehingga volume *body* keramik mempadat mengakibatkan porositas penyerapan air semakin rendah.

Kuat Lentur

Kuat lentur adalah hasil bagi momen lentur terbesar dan momen perlawanan, yang terjadi pada beban lentur maksimum (beban patahnya benda uji). Kuat lentur yang diujikan terdiri dari 2 pengujian yaitu kuat lentur kering pada saat kondisi *body* keramik sudah kering tidak memiliki kadar air lagi dan kuat lentur bakar setelah proses pembakaran *body* keramik.

1. Kuat Lentur Kering

Dalam syarat mutu *body stoneware* bahwa syarat untuk kuat lentur kering minimum 15,3 kg/cm². Hasil pengujian kuat lentur kering dicantumkan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur Kering

Fraksi butir	komposisi		
	1	2	3
+10#	15,59	15,68	11,22
-10# +14#	15,60	14,45	16,10
-14# +30#	14,79	16,33	17,95
-30# +40#	15,51	15,90	16,96
-40# +70#	14,57	15,58	16,45
-70# +100#	12,18	12,80	13,94
-100#	15,48	15,65	16,11

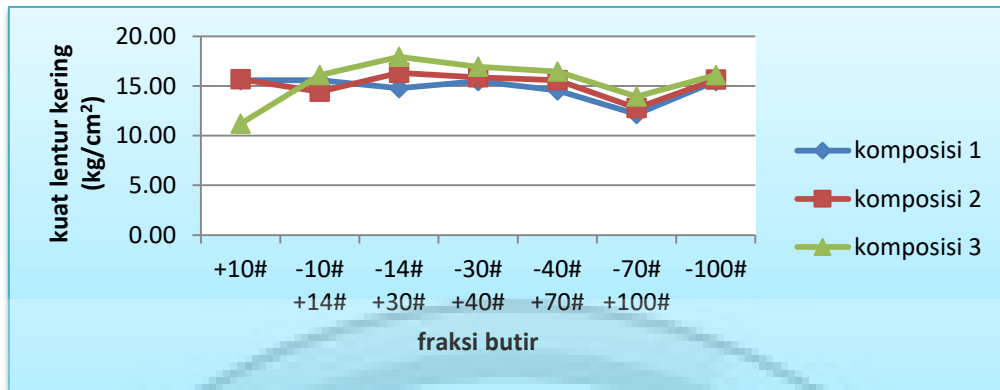
Keterangan :

simbol # = Ukuran dalam mesh

Satuan = Dalam kg/cm²

 = Lolos standar sni ($\geq 15,3$ kg/cm²)

Data hasil pengujian kuat lentur kering pada Tabel 7 pada fraksi butir +10# komposisi 3 dan -70#+100# komposisi 1,2,3 tidak memenuhi syarat *body stoneware* hal ini dipengaruhi karena kandungan kadar SiO₂, CaO dan Al₂O₃ terlalu tinggi sehingga mengurangi penyusutan menyebabkan *body* keramik mudah patah saat diuji kuat lentur .



Gambar 6. Kurva Hubungan Pengaruh Fraksi Butir *Tailing* Bijih Emas Terhadap Nilai Kuat Lentur Kering

Dari kurva pada Gambar 6 terlihat bahwa semakin berkurangnya pemakaian *tailing* bijih emas ke dalam campuran komposisi menyebabkan semakin besar pula nilai kuat lentur kering. Pada komposisi 1 fraksi butir +10# memiliki nilai kuat lentur yang paling rendah, hal ini karena pada saat proses pengeringan sampel tidak merata sehingga mudah untuk patah.

2. Kuat Lentur Bakar

Dalam syarat mutu *body stoneware* bahwa syarat untuk kuat lentur bakar minimum 225 kg/cm². Hasil pengujian kuat lentur bakar dicantumkan pada Tabel 6. Dari data hasil pengujian kuat lentur bakar pada Tabel 6 dapat diketahui untuk suhu pembakaran 1100 °C terdapat 5 sampel yang lolos persyaratan *body keramik stoneware* yaitu komposisi 1 fraksi butir -10#+14#, -30# +40#, komposisi 2 fraksi butir -30# +40# dan terakhir komposisi 3 fraksi butir -30# +40#, -40# +70#.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kuat Lentur Bakar

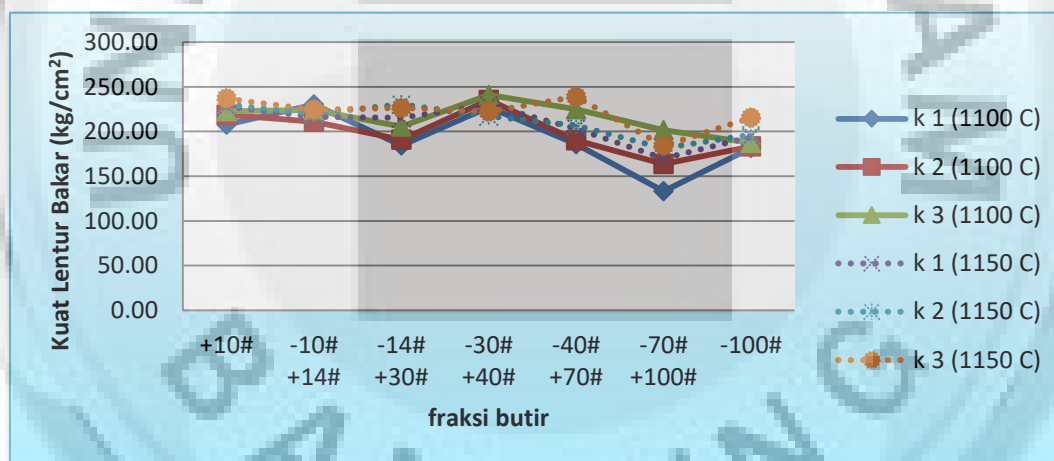
suhu bakar	komposisi 1						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	-100#
1100 C	207,5 3	230,42	184,35	227,38	185,87	133,10	181,4 5
1150 C	227,8 8	216,62	215,22	229,54	203,33	169,84	193,9 1
1200 C	229,1 6	-	-	-	-	215,66	213,2 5
	komposisi 2						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	-100#
1100 C	218,7 8	210,94	190,67	235,26	190,25	163,52	183,1 4
1150 C	230,2 9	220,10	230,34	217,14	206,65	181,19	196,3 3
1200 C	214,4 1	228,96	195,07	177,02	-	233,93	232,9 3
	komposisi 3						
	+10#	-10# +14#	-14# +30#	-30# +40#	-40# +70#	-70# +100#	-100#
1100 C	222,6 8	224,08	205,57	241,13	225,05	201,48	187,1 5

1150 C	237,0 1	224,37	226,42	222,21	238,95	183,86	215,4 3
1200 C	234,0 5	-	223,86	-	233,41	265,37	226,5 5

Keterangan : simbol # = Ukuran dalam mesh
 Satuan = Dalam persen (%)
 = Lolos standar sni ($\geq 225 \text{ kg/cm}^2$)

Pada suhu pembakaran 1150°C terdapat 7 sampel yang lolos persyaratan *body* keramik *stoneware* yaitu komposisi 1 fraksi butir +10#, dan -30#+40# komposisi 2 fraksi butir +10#, -30#+40# dan terakhir komposisi 3 fraksi butir +10#, -14#+30#, dan -40# +70#. Pada suhu 1200°C terdapat 8 sampel yang lolos persyaratan *body stoneware* tetapi ada beberapa sampel yang mengalami *over firing* karena titik lebur yang tinggi hingga melengkung merubah bentuk sehingga ada beberapa sampel yang tidak bisa lagi dinilai kuat lentur bakar.

Pada umumnya penyerapan air yang kecil menghasilkan kuat lentur yang besar akibatnya keramik tidak mudah pecah atau rusak dalam proses tetapi penyusutan yang besar menghasilkan kuat lentur yang kecil akibat daya ikatnya menjadi rendah dan rapuh hal ini disebabkan oleh penurunan persentase pori dengan adanya kenaikan suhu pembakaran. Penurunan nilai pori akan memberikan nilai kuat lentur yang makin besar. Kuat lentur yang kecil mencerminkan daya ikat antar partikel rendah dan rapuh, kuat lentur yang besar mencerminkan daya ikat antar partikel yang baik.



Gambar 7. Kurva Hubungan Pengaruh Fraksi Butir *Tailing* Bijih Emas Terhadap Nilai Kuat Lentur Bakar

Dari data kurva nilai kuat lentur bakar pada Gambar 7 menjelaskan bahwa semakin berkurangnya pemakaian *tailing* bijih emas ke dalam campuran komposisi menyebabkan semakin besar pula nilai kuat lentur bakar. Pada suhu 1100°C komposisi 1 fraksi butir -10#+14# memiliki nilai kuat lentur bakar lebih besar dibandingkan komposisi 2 dan 3, hal ini bisa terjadi karena pada saat proses pembakaran *body* keramik letak sampel terlalu dekat dengan sumbu api sehingga hanya sampel ini saja yang volume lebih memadatkan menambah kemampuan bentuk pengeras.

Hasil Percobaan dengan Syarat Mutu *Body Stoneware*

Berikut ini perbandingan rata-rata data hasil penelitian dengan parameter standar yang tercantum pada Tabel 9, Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 9. Perbandingan Hasil Pengujian dengan Syarat Mutu *Stoneware* pada Suhu 1100 °C

jenis uji	syarat mutu stoneware	komposisi 1
		-10# +14#
kehalusan butir (mesh)	lolos ayakan 100% - 80 mesh	Lolos
kuat lentur kering (Kg/cm ²)	min 15,3	15,60
kuat lentur bakar (Kg/cm ²)	min 225	230,42
penyerapan air (%)	< 5	4,86

Tabel 10. Perbandingan Hasil Pengujian dengan Syarat Mutu *Stoneware* pada Suhu 1150 °C

jenis uji	syarat mutu stoneware	komposisi 1		komposisi 2	komposisi 3
		+10#	-30# +40#	-14# +30#	-40# +70#
kehalusan butir (mesh)	lolos ayakan 100% - 80 mesh	Lolos	Lolos	Lolos	Lolos
kuat lentur kering (Kg/cm ²)	min 15,3	15,59	15,51	16,33	16,45
kuat lentur bakar (Kg/cm ²)	min 225	227,88	229,54	230,34	238,95
penyerapan air (%)	< 5	4,97	4,37	4,95	4,63

Tabel 11. Perbandingan Hasil Pengujian dengan Syarat Mutu *Stoneware* pada Suhu 1200 °C

jenis uji	syarat mutu stoneware	komposisi 1	komposisi 2	komposisi 3
		+10#	-100#	-40# +70#
kehalusan butir (mesh)	lolos ayakan 100% - 80 mesh	Lolos	Lolos	Lolos
kuat lentur kering (Kg/cm ²)	min 15,3	15,59	15,65	16,45
kuat lentur bakar (Kg/cm ²)	min 225	229,16	232,93	233,41
penyerapan air (%)	< 5	3,57	3,51	2,06

E. Kesimpulan

1. Hasil terbaik didapat pada pembakaran Suhu 1150 0C komposisi 3 dengan tailing bijih emas fraksi butir -40#+70# dengan nilai uji kuat lentur paling besar 238,95 Kg/cm2 yang berarti saat dibentuk produk jadi keramik tidak mudah retak dan pecah.
2. Pada rancangan komposisi body keramik dimana semakin berkurangnya komposisi penggunaan tailing bijih emas menyebabkan nilai susut dan kuat lentur makin meningkat tetapi nilai penyerapan airnya semakin menurun
3. Pengaruh perbedaan pembakaran suhu dimana semakin meningkatnya pembakaran suhu dari 1100 0C , 1150 0C, ke suhu 1200 0C menyebabkan nilai

susut dan nilai kuat lentur semakin besar tetapi nilai penyerapan air semakin menurun

4. Pengaruh komposisi kimia untuk body keramik diantaranya semakin tinggi kadar silika (SiO_2) dan alumina (Al_2O_3) mengakibatkan nilai susut semakin rendah semakin tinggi kadar kalsium (CaO) mengakibatkan nilai penyerapan air semakin rendah

F. Saran

Perlunya pengkajian secara tekno ekonomi dalam upaya memanfaatkan bahan limbah bijih emas secara komersial untuk skala industri maupun skala usaha kecil dan menengah

Daftar Pustaka

- Anonim, SNI 15-1327-1989, 1989, "Massa Badan Keramik Gerabah Padat (Stoneware)", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, SNI 15-0256-1989, 1989, "Cara Penentuan Kuat Lentur Kering dan Sesudah Pembakaran Bahan Mentah Keramik", Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Andriarti A.H dan Sunarya S, 2003, "Pemanfaatan Limbah Tambang Emas untuk Komponen Bangunan, Jurnal Penelitian Permukiman, vol.19 No.1.
- Bahtiar H.Y, Widayati S, dan Subari, 2015, "Penggunaan Tanah Liat dicampur Abu Batu Andesit untuk Pembuatan Keramik Lantai di Balai Besar Keramik Bandung Provinsi Jawa Barat", Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Sains dan Teknologi), Bandung.
- Hartono, Y.M.V., 1987, Bahan Mentah Untuk Pembuatan Keramik, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Keramik, Bandung.
- Norton F.H., 1974, "Fine Ceramic Technology and Applications", Mc Graw Hill Book Company, NewYork.
- Nuryanto dan Edwin Frank, Juni 2012, "Pemanfaatan Limbah Tailing Hasil Pengolahan Bijih Bauksit Pulau Bintan Untuk Pembuatan Badan Keramik", Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol. 21 No.1, hal 24-35
- Subari dkk, Juli 2008, "Pemanfaatan Limbah Bijih Emas Pongkor Sebagai Bahan Glasir Suhu Tinggi dan Suhu Rendah", Seminar Nasional Keramik VII, Bandung.