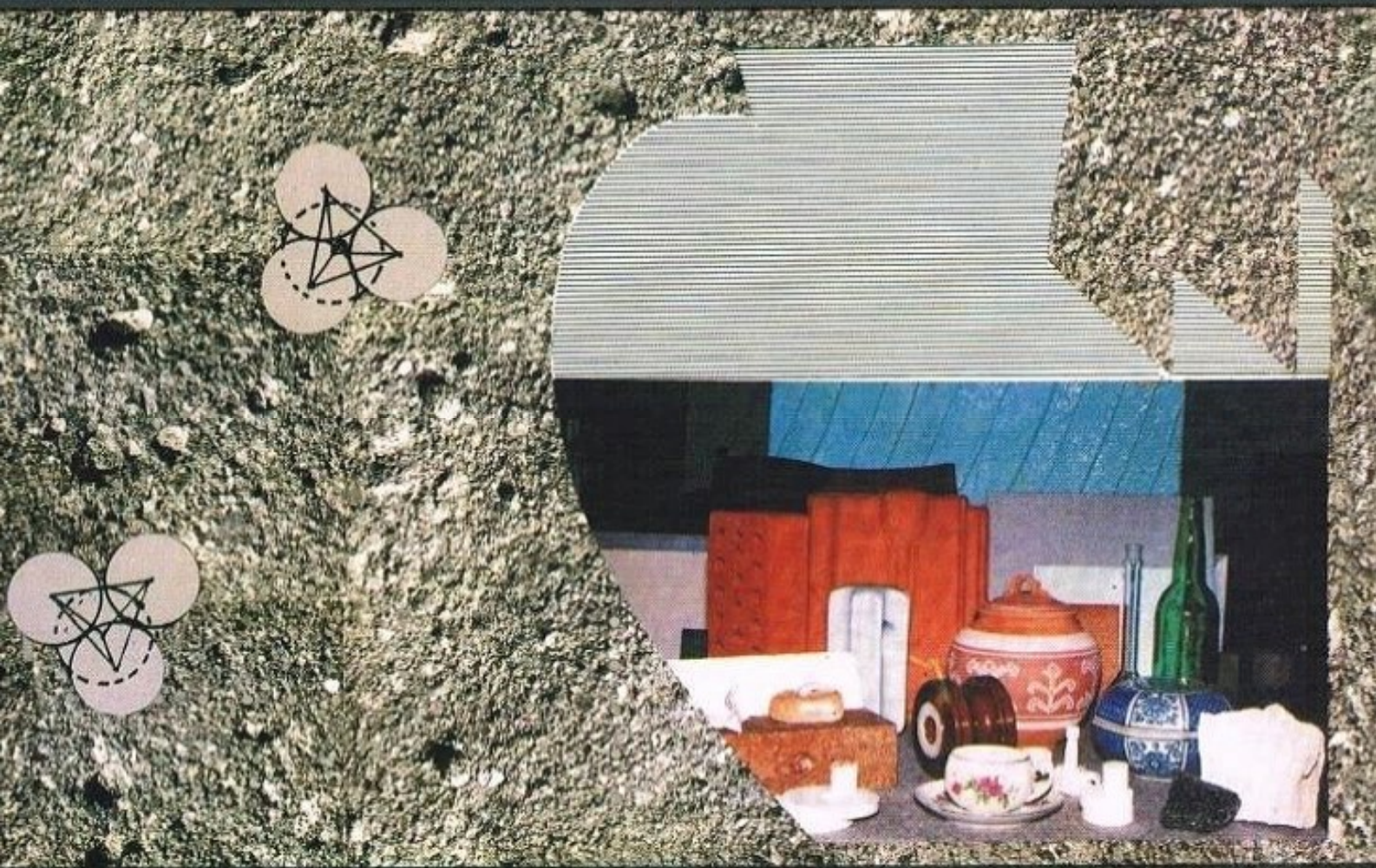


ISSN : 0854 - 5405



Jurnal
KERAMIK DAN GELAS INDONESIA
JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 26 No. 1. Juni 2017



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
BADAN PENGKAJIAN KEBIJAKAN IKLIM DAN MUTU INDUSTRI

BALAI BESAR KERAMIK

JKGI	VOL. 26	No. 1	Hal. 1 - 60	Bandung Juni 2017	ISSN 0854 - 5405
------	---------	-------	-------------	----------------------	---------------------

Terakreditasi No: 658/AU3/P2MI-LIP1/07/2015

Jurnal

KERAMIK DAN GELAS INDONESIA

JOURNAL OF THE INDONESIAN CERAMICS AND GLASS

Vol. 26 No. 1 Juni 2017

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia adalah majalah ilmiah yang diterbitkan dua kali dalam setahun untuk menyebarluaskan hasil-hasil penelitian dan pengembangan serta ulasan ilmiah tentang keramik dan gelas kepada lembaga penelitian dan pengembangan, ilmuwan, dan peminat lainnya. Tulisan dalam Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

Penanggung Jawab
Kepala Balai Besar Keramik
Ir. Supomo, M.Sc

Tim Penilai Kelayakan/Mitra Bestari
DR. Handoko Setyo Kuncoro, ST, MT, M.Eng, Ph.D
Dr. Eneng Maryani, S.Si, MT
Dra. Sri Cicih Kurniasih, M.Si
Drs. Fanani Hamzah, MS
Dra. Naniek Sulistarihani, MS
DR. Ir. Aristianto Muslim M. Barus, MSCE
Dr. Diana Rakhmawaty E, M.Si
Prof. Dr. Ir. Tarzan Sembiring
Prof. DR. Ir. Bambang Sunendar Purwasasmita, M.Eng
DR. Aditya Ramelan
Drs. Suhandi
Ir. Subari

Alamat
Balai Besar Keramik
Jl. Ahmad Yani No. 392 Bandung 40272
Telp: (022) 7206221, 7207115, 7206296
Fax: (022) 7205322
e-mail: keramik@bbk.go.id

Berdasarkan SK LIPI No. 818/E/2015 dan Nomor Akreditasi : 658/AU3/P2MI/LIPI/07/2015
ditetapkan sebagai majalah berkala ilmiah terakreditasi

DAFTAR ISI

	Halaman
1. Karakterisasi Sifat Magnetik dan Densitas Magnet Barium Ferit dengan Penambahan MnO_2 <i>Characterization of Magnetic and Density Properties on Barium Ferrite with MnO_2 Addition</i> Ratih Resti Astari, Handoko Setyo Kuncoro, Didit Nur Rahman, Toni Kristiantoro	1-11
2. Pendekatan Statistik dengan ANOVA – Pengaruh Penambahan Limbah Kaca Teraktivasi Alkali dalam Semen Komposit <i>Statistical Method by ANOVA – The Effect of Waste Glass Activated Alkali Addition in Composite Cement</i> Ria Julyana Manullang dan T. Walkimi Samadhi	12-21
3. Enkapsulasi Fe_3O_4 dengan silika termodifikasi amina <i>Encapsulation of Fe_3O_4 with amina modified silica</i> Robby Roswanda dan Didin Mujahidin	22-31
4. Orientasi pembentukan fasa mineral semen api dari komposisi dolomit-alumina <i>Orientation formation of the fire cement mineral phase from Dolomite-Alumina compositions</i> Abdul Rachman, Suhandi, Muhammad Syaifun Nizar	32-42
5. Kajian Teknoekonomi Produksi Bone Ash Sintetik <i>Study of Technoeconomic Synthetic Bone Ash Production</i> Abdul Rachman, Kristanto Wahyudi	43-60

KATA PENGANTAR

Jurnal Keramik dan Gelas Indonesia Vol.26 No.1 Juni 2017 ini menyajikan 5 (lima) makalah yang ditulis oleh peneliti Balai Besar Keramik dan instansi litbang lainnya. Makalah-makalah tersebut membahas tentang karakterisasi sifat magnetik dan densitas magnet barium ferit, pendekatan statistik ANOVA untuk semen komposit, enkapsulasi Fe_3O_4 , orientasi pembentukan fasa mineral semen api, dan kajian teknoekonomi produksi *bone ash* sintetik.

Pada makalah pertama penambahan MnO_2 dalam sintesis magnet barium ferit dilakukan dengan menggunakan metode metalurgi serbuk. Dari hasil pengujian XRD menunjukkan terbentuknya fasa barium ferit dalam sampel yang telah disintering pada suhu 1175 °C. Sedangkan dengan pengujian SEM dapat diketahui bahwa penambahan MnO_2 berpengaruh pada kerapatan partikel barium ferit.

Pada makalah kedua analisis statistik dengan analisis varians (ANOVA) dilakukan untuk menentukan pengaruh penambahan limbah kaca teraktivasi alkali terhadap kuat tekan mortar semen komposit. Berdasarkan ANOVA, kuat tekan semen dipengaruhi secara signifikan oleh efek utama dari variabel jenis alkali dan waktu kontak namun tidak dipengaruhi oleh efek interaksi antar dua variabel ini.

Pada makalah ketiga partikel oksida besi Fe_3O_4 dienkapsulasi dengan silika termodifikasi amina menggunakan metode Stober. Partikel yang dihasilkan kemudian bisa dimodifikasi lebih lanjut untuk berbagai aplikasi yang membutuhkan kontrol medan magnet.

Pada makalah keempat pembentukan fasa mineral dari semen api jenis campuran kalsium aluminat dan magnesium aluminat telah dilakukan dari campuran bahan halus dolomit dan alumina. Sifat fisis dari kedua jenis semen api tersebut secara berturut-turut, densitas : 2,0 dan 2,5 gr/cm^3 , porositas 24,42 dan 52,23 %, pH 10 dan 8, kuat tekan 150 dan 160 kg/diameter benda uji 2 cm.

Pada makalah kelima perhitungan teknoekonomi telah dilakukan untuk mengetahui kelayakan produksi *bone ash* sintetik. Kriteria finansial yang didapatkan secara berurutan, NPV pada tahun ke-5 sebesar Rp. 557.517.242,27,- , IRR sebesar 18,36 %, BCR sebesar 1,135, BEP unit : 982.774 kg, BEP penjualan : Rp. 15.724.389.020,- dan *Payback Period* adalah 3,08 tahun.

Hasil penelitian dan kajian di atas diharapkan dapat menyumbangkan kemajuan teknologi keramik di Indonesia, sehingga tidak terlalu tertinggal dengan kemajuan teknologi keramik di negara lain.

Redaksi

KAJIAN TEKNOEKONOMI PRODUKSI BONE ASH SINTETIK*Study of Technoeconomic Synthetic Bone Ash Production***Abdul Rachman, Kristanto Wahyudi***Balai Besar Keramik, Jl. Jendral Ahmad Yani 392 Bandung 40272*

Naskah masuk : 15 Mei 2017, Revisi 1 : 10 Juni 2017, Diterima : 20 Juni 2017

ABSTRAK

Balai Besar Keramik telah berhasil membuat bone ash (abu tulang) sintetik dari batu kapur alam dan asam fosfat. Karakteristik bone ash sintetik yang dihasilkan memiliki kemurnian $\geq 98\%$, derajat putih (brightness 90,59 dan whiteness 89,42), rasio Ca/P 1,64. Bone ash sintetik tidak kalah dengan bone ash hasil pembakaran tulang sapi sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif untuk bodi keramik bone china. Kajian teknoekonomi telah dianalisa dengan asumsi untuk kapasitas produksi bone ash sintetik sebanyak 30 ton per bulan, umur investasi 5 tahun akan dibutuhkan biaya investasi awal sebesar Rp. 3.667.083.700,- dan total biaya produksi per tahun sebesar Rp. 4.059.279.000,-. Dengan harga jual produk bone ash sintetik Rp.16.000,-/kg, akan diperoleh nilai NPV pada tahun ke-5 sebesar Rp. 557.517.242,27,-, IRR sebesar 18,36 %, BCR sebesar 1,135, BEP unit : 982.774 kg, BEP penjualan : Rp. 15.724.389.020,- dan Payback Period adalah 3,08 tahun. Hasil tersebut menunjukkan usaha produksi bone ash dinyatakan layak menurut kriteria investasi.

Kata kunci : Bone Ash Sintetik, Kajian Teknoekonomi**ABSTRAK**

Balai Besar Keramik has succeeded in producing synthetic bone ash from natural limestone and phosphoric acid. Characteristic of synthetic bone ash has a purity of $\geq 98\%$, white degree (brightness 90.59 and whiteness 89.42), ratio of Ca / P 1.64. Synthetic Bone ash is not inferior to bone ash from bovine bone combustion so it can be used as an alternative raw material for bone china ceramic body. The technoeconomic studies have been analyzed with assumption for the production capacity of 30 tons per month of synthetic bone ash, 5 years investment age will require initial investment cost of Rp. 3,667,083,700, - and total production

cost per year is Rp. 4.059.279.000, -. With the selling price of synthetic bone ash products Rp.16.000, - / kg, will get the value of NPV in the 5th year of Rp. 557.517.242,27, -, IRR of 18.36%, BCR of 1,135, BEP units: 982,774 kg, BEP sales: Rp. 15,724,389,020, - and Payback Period is 3.08 years. The results indicate that bone ash production is feasible according to financial criteria.

Key words : Synthetic bone ash, Technoeconomic studies.

I. PENDAHULUAN

Bone ash atau abu tulang merupakan bahan utama pada pembuatan keramik *bone china* yaitu produk *chinaware* sejenis porselen, dengan fasa gelas senyawa fosfat, berwarna putih tulang, tembus bayang (*translucent*) dan mengkilap^[1,2,3,4]. Jumlah *bone ash* yang digunakan antara (30-50) % dari formula bodi keramik *bone china*. Bahan ini biasanya dihasilkan dari pembakaran tulang hewan seperti sapi atau kerbau^[5]. Namun ketersediaan *bone ash* menimbulkan masalah pencemaran lingkungan melalui gas hasil bakar tulang yang sangat berbau. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dicari bahan alternatif lain yaitu penggunaan *bone ash* sintetik dari bahan alami seperti batu kapur dan fosfat^[6], cangkang telur^[7,8], cangkang keong^[9], gipsum^[10] dan sumber mineral kalsium

lainnya yang lebih ramah lingkungan dan mutunya tidak kalah dengan abu tulang hewan. Secara alami *bone ash* adalah senyawa kalsium fosfat hidroksida (hidroksilapatit) $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ yang dapat dibuat dengan mensintesa kapur padam dengan larutan asam fosfat melalui proses pengendapan terkontrol^[6]. Penggunaan lain *bone ash* adalah sebagai material bio-keramik terutama dalam bentuk hidroksilapatit untuk dental, perekat tulang dan tulang buatan (*bone graft*)^[11,12]. Hasil percobaan pembuatan *bone ash* sintetik ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor *natural bone ash* yang harganya cukup tinggi, dengan mengoptimalkan penggunaan bahan baku lokal (batu kapur dan fosfat) yang ketersediaannya melimpah tersebar di seluruh wilayah Indonesia, sehingga

memberi peluang bagi pertumbuhan Industri keramik *bone china* maupun biokeramik di dalam negeri.

Bahan utama produksi *bone ash* yang dilakukan adalah batu kapur dan fosfat. Batu kapur atau batu gamping (*limestone*) adalah batuan sedimen yang utamanya tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit. Kebanyakan merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang kerang algae dan pecahan-pecahan sisa organisme. Secara umum mineral yang terkandung dalam batu kapur adalah kalsit sebesar 95%, dolomit < 5 % dan sisanya mineral lempung. Potensi batu kapur di Indonesia sangat besar dan hampir merata di seluruh wilayah Indonesia. Perkiraan cadangan batu kapur di Indonesia mencapai 28,678 milyar ton^[13]. Fosfat merupakan unsur dalam suatu batuan beku (apatit) atau sedimen dengan kandungan fosfor ekonomis yang biasanya dinyatakan sebagai *bone phosphate of lime* (BPL) atau *triphosphate of lime* (TPL) atau berdasarkan kandungan P_2O_5 . Di Indonesia jumlah cadangan fosfat yang telah diselidiki adalah 2,5 juta ton endapan guano, kadar P_2O_5 (0,17-

43)%. Potensi cadangan fosfat terbesar yaitu di provinsi Jawa Timur Indonesia telah memiliki industri asam fosfat yaitu PT. Petrogres dan PT. Pupuk Kaltim dengan total kapasitas produksi 600.000 ton/tahun. Selain untuk memenuhi bahan baku industri pupuk NPK, asam fosfat juga dapat memenuhi untuk kebutuhan bahan baku industri keramik *bone china*.

Produk *bone ash* sintetik yang dihasilkan Balai Besar Keramik memiliki beberapa kelebihan dibanding dengan produk *bone ash* alami (tulang hewan), antara lain : kemurnian $\geq 98 \%$, derajat putih (*brightness* 90,59 dan *whiteness* 89,42) dan rasio Ca/P 1,64. Produk *bone ash* sintetik BBK dapat ditingkatkan dalam bentuk skala produksi sehingga perlu dilakukan kajian teknoekonomi. Kajian teknoekonomi merupakan suatu langkah awal dan harus dilaksanakan oleh setiap pelaku usaha yang akan memulai sebuah usaha. Pengertian studi kelayakan usaha adalah suatu penelitian tentang usaha yang akan dijalani terkait berbagai aspek diantaranya aspek hukum, sosial budaya, manajemen keuangan, teknis operasional dan teknologi sampai dengan pemasaran.

Penanaman modal dalam usaha atau proyek, baik usaha baru maupun perluasan yang sudah ada, biayanya disesuaikan dengan tujuan perusahaan dan bentuk badan usahanya. Salah satu tujuan perusahaan didirikan adalah mencari keuntungan (profit), dalam arti seluruh aktivitas perusahaan hanya ditujukan untuk mencari keuntungan semata.

PRODUKSI BONE ASH SINTETIK

Produksi *bone ash* sintetik terdiri dari dua tahapan proses yaitu : penyiapan bahan/massa berupa *milk lime* dan pembuatan *bone ash* sintetik. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *bone ash* sintetik adalah batu kapur alam lokal dan larutan asam fosfat teknis. Peralatan yang digunakan untuk proses pembuatan *bone ash* sintetik antara lain *ball mill*, reaktor pengendapan dilengkapi stirrer, pH meter, *tilter press*, tungku pengering, tungku gas dan lainnya.

a. Penyiapan Bahan/Massa

- *Penyiapan Kapur Padam*

Kapur tohor dipadamkan dengan air sehingga membentuk endapan kapur padam $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kemudian endapan dipisahkan dari fraksi

kasarnya dengan penyaringan lolos ayakan 1 mm.

- *Penyiapan Milk Lime*

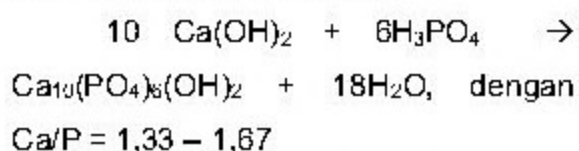
Endapan kapur padam yang sudah disaring digiling basah minimal 24 jam menggunakan *ball mill* hingga membentuk *milk lime*.

- *Penyiapan Larutan Asam Fosfat*

Larutan asam fosfat (teknis) diencerkan pada konsentrasi tertentu.

b. Pembuatan Bone Ash Sintetik

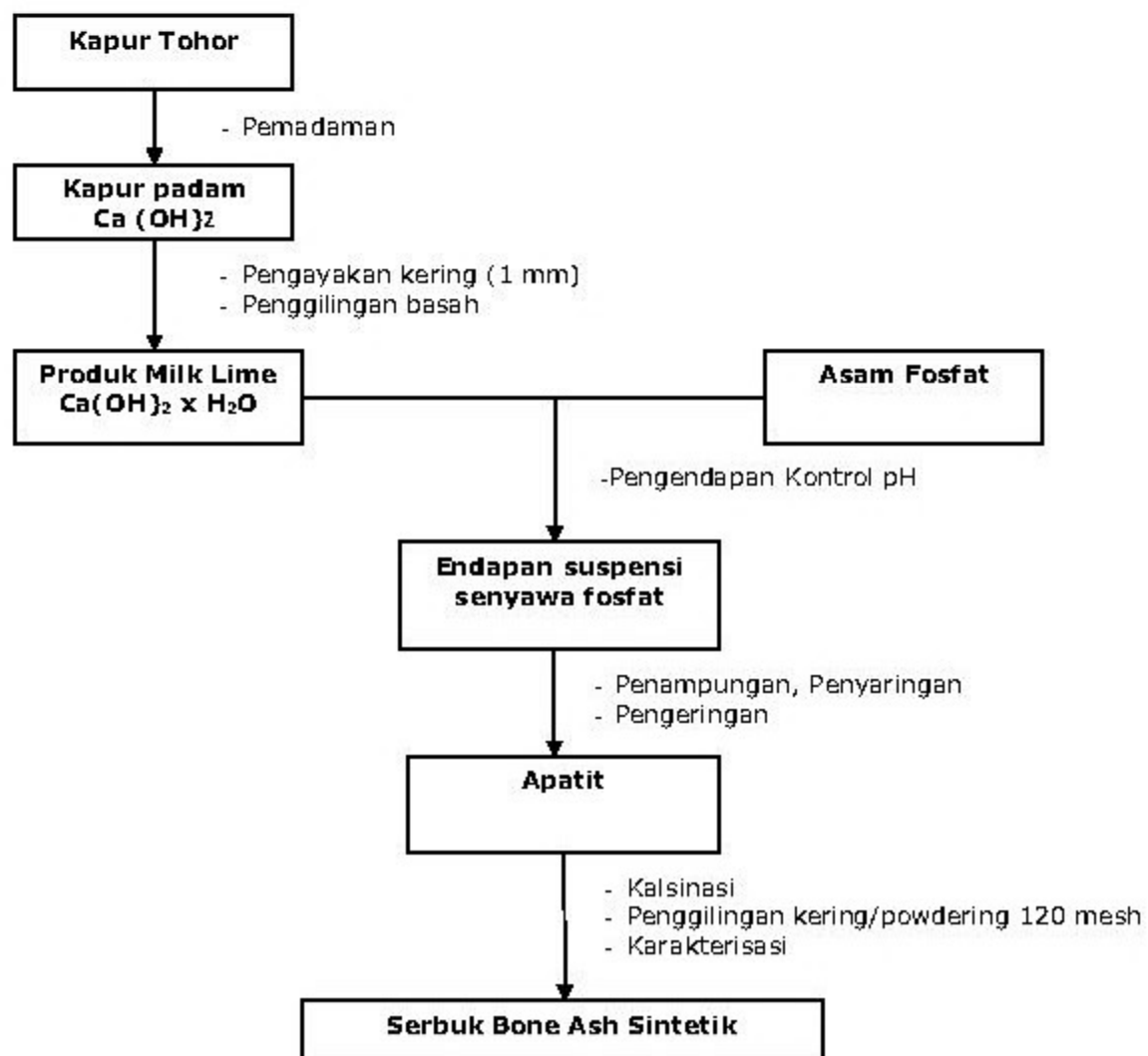
Bahan yang dipakai untuk pembuatan *bone ash* sintetik adalah kapur padam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang sudah disaring lolos ayakan 1 mm, kemudian digiling basah hingga membentuk *milk lime*. *Milk lime* yang tersedia direaksikan dengan larutan asam fosfat, dalam sebuah reaktor pengendap menurut takaran stoikiometri sebagai berikut :



Untuk mendapatkan *bone ash* sintetik (hidroksilapatit) dengan kemurnian tinggi dilakukan pengontrolan kondisi pH antara 7 - 9. Endapan ditampung secara bertahap ke dalam blunger kemudian disaring. Selanjutnya *cake* dikeringkan di ruang pengering

pada suhu 105°C dan dikalsinasi pada suhu sekitar 1000°C dengan penahanan disesuaikan dengan jumlah volume bahan yang dibakar. Kemudian serbuk yang sudah dikalsinasi digiling halus

menggunakan desintegrator dan dikemas. Secara lengkap teknologi proses produksi *bone ash* sintetik dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Catatan : *Hidroksiapatit* adalah bone ash yang tersubstitusi anion OH^- , $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

Gambar 1. Diagram Alir Proses Sintesa *Bone Ash* Sintetik

II. METODOLOGI

II.1 SUMBER DATA

Data yang dikumpulkan meliputi data proses produksi, kapasitas produksi, bahan baku baku *bone ash* dan harganya, data tenaga kerja dan upahnya, data alat produksi dan harganya serta harga jual *bone ash*. Data tersebut diperoleh dengan melakukan observasi dan konsultasi dengan peneliti Balai Besar Keramik dan industri *tableware*.

II. 2 ASPEK TEKNOEKONOMI

Kajian teknoekonomi diperlukan untuk memudahkan pengguna dalam menilai pemanfaatan hasil litbang Balai Besar Keramik yang siap didayagunakan menjadi suatu bentuk usaha profit. Kelayakan teknis dihitung berdasarkan umur teknis produk dan masa penggunaan teknologi dikaitkan dengan perkembangan teknologinya, serta umur komponen pendukung produk yang berkaitan dengan besaran biaya yang harus dikeluarkan dan ketersediaan komponen komponen pendukung tersebut di pasar local [17]. Kelayakan ekonomi tidak terlepas dari biaya (*cost*) dan manfaat (*benefits*) yang dihasilkan oleh proses industri tanpa

mengurangi kualitas dan unjuk kerja alat atau produk.

Layak atau tidaknya suatu rencana usaha dilihat dari beberapa kriteria finansial. Ukuran kelayakan usaha yang umum digunakan adalah *Net Present Value* (NPV), *Internal Rate of Ratio* (IRR), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Breakeven Point* (BEP) dan *Payback Period* (PP).

Net Present Value (NPV)

NPV adalah nilai dari proyek yang bersangkutan yang diperoleh berdasarkan selisih antara aliran kas yang dihasilkan terhadap investasi yang dikeluarkan [18].

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

C_t = aliran kas tahun ke t

C_0 = investasi awal

n = umur unit usaha hasil proyek

i = arus pengembalian (*rate of return*)

t = waktu

Hubungan antara nilai NPV dengan kelayakan suatu proyek atau usaha :

Kriteria	Kesimpulan
NPV > 0	usaha layak
NPV = 0	usaha di dalam BEP
NPV < 0	usaha tidak layak

Internal Rate of Return (IRR)

IRR adalah suatu nilai petunjuk yang identik dengan seberapa besar suku bunga yang dapat diberikan oleh investasi tersebut dibandingkan dengan suku bunga bank yang berlaku umum (suku bunga pasar atau *Minimum Attractive Rate of Return (MARR)*). Pada suku bunga IRR akan diperoleh $NPV = 0$, dengan kata lain bahwa IRR tersebut mengandung makna suku bunga yang dapat diberikan investasi, yang akan memberikan $NPV = 0$. Syarat kelayakannya yaitu apabila $IRR >$ suku bunga MARR^[19].

IRR merupakan *discount rate* yang membuat NPV sama dengan nol, tetapi tidak ada hubungannya sama sekali dengan *discount rate* yang dihitung berdasarkan data di luar proyek sebagai *Social Opportunity Cost of Capital (SOCC)* yang berlaku umum di masyarakat (bunga deposito). Untuk menghitung IRR sebelumnya harus dicari *discount rate* yang menghasilkan NPV positif, kemudian dicari *discount rate* yang menghasilkan NPV negatif. Langkah selanjutnya adalah melakukan interpolasi dengan rumus berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_1 - i_2)$$

i_1 = Tingkat Diskonto yang menghasilkan NPV+

i_2 = Tingkat Diskonto yang menghasilkan NPV-

NPV_1 = *Net Present Value* bernilai positif
 NPV_2 = *Net Present Value* bernilai negatif
Internal Rate of Return atau IRR adalah suatu tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV sama dengan 0^[20]. IRR memiliki tiga nilai yang masing-masing memiliki arti terhadap kriteria finansial, yaitu:

- 1) $IRR < SOCC$, hal ini berarti bahwa usaha tersebut tidak layak secara finansial.
- 2) $IRR = SOCC$, hal ini berarti bahwa usaha tersebut berada dalam keadaan *break even point*.
- 3) $IRR > SOCC$, hal ini berarti bahwa usaha tersebut layak secara finansial.

Benefit Cost Ratio (BCR)

BCR adalah adalah perbandingan nilai ekuivalensi semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan menggunakan salah satu dari analisis nilai sekarang, nilai pada waktu yang akan datang atau nilai tahunan^[21]. Perhitungan analisis BCR didasarkan pada tingkat suku bunga. Secara

umum, metode analisis BCR dapat dijelaskan sebagai berikut :

$$BCR = \frac{\sum Benefit}{\sum Cost}$$

Jika analisis dilakukan terhadap *present worth* :

$$BCR = \frac{PWB}{PWC}$$

PWB = Present Worth Benefit

PWC = Present Worth Cost

Ukuran dari penilaian suatu kelayakan proyek dengan metode ini adalah:

- 1) $BCR > 1$, proyek dapat dikatakan layak dikerjakan.
- 2) $BCR < 1$, proyek tersebut tidak layak untuk dikerjakan.

Break Even Point (BEP)

BEP adalah titik impas di mana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. BEP digunakan untuk menganalisis proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal. Komponen penghitungan dasar BEP adalah sebagai berikut :

1) Biaya Tetap / Fixed Cost (FC)

Komponen ini merupakan biaya yang tetap atau konstan jika adanya

indakan produksi atau meskipun perusahaan tidak memproduksi. Contoh biaya ini yaitu biaya tenaga kerja, biaya penyusutan mesin dan lain-lain.

2) Biaya Variabel / Variabel Cost (VC)

Komponen ini merupakan biaya per unit yang sifatnya dinamis tergantung dari volume produksinya. Jika produksi yang direncanakan meningkat, berarti VC pasti akan meningkat. Contoh biaya ini yaitu biaya bahan baku, biaya listrik dan lain-lain.

3) Harga Jual / Selling Price (SP)

Komponen ini adalah harga jual per unit barang atau jasa yang telah diproduksi.

Rumus Break Even Point

1) Dasar Unit

Berapa unit jumlah barang/jasa yang harus dihasilkan untuk mendapat titik impas:

$$BEP = \frac{FC}{SP - VC}$$

2) Dasar Penjualan

Berapa rupiah nilai penjualan yang harus diterima untuk mendapat titik impas:

$$BEP = \frac{FC}{1 - (VC/SP)}$$

Penghitungan $(1 - (VC/SP))$ biasa juga disebut dengan istilah Margin Kontribusi Per Unit.

Payback Period (PP)

Payback period adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan. *Payback period* adalah suatu periode yang diperlukan untuk dapat menutup kembali pengeluaran investasi dengan menggunakan *proceeds* atau aliran kas netto (*net cash flows*). *Payback period* dari suatu investasi menggambarkan panjang waktu yang diperlukan agar dana yang tertanam pada suatu investasi dapat diperoleh kembali seluruhnya [22]. Analisis *payback period* dalam studi kelayakan perlu juga ditampilkan untuk mengetahui seberapa lama usaha/proyek yang dikerjakan baru dapat mengembalikan investasi.

Metode analisis *payback period* bertujuan untuk mengetahui seberapa lama (periode) investasi akan dapat dikembalikan saat terjadinya kondisi *break even-point* (jumlah arus kas masuk sama dengan jumlah arus kas keluar). Analisis *payback period* dihitung

dengan cara menghitung waktu yang diperlukan pada saat total arus kas masuk sama dengan total arus kas keluar. Dari hasil analisis *payback period* ini nantinya alternatif yang akan dipilih adalah alternatif dengan periode pengembalian lebih singkat. Penggunaan analisis ini hanya disarankan untuk mendapatkan informasi tambahan guna mengukur seberapa cepat pengembalian modal yang diinvestasikan.

Rumus *Payback Periode*

Rumus periode pengembalian jika arus kas per tahun jumlahnya berbeda

$$PP = n + \left(\frac{(a - b)}{(c - b)} \times 1 \text{ tahun} \right)$$

PP = *payback period*

n = Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi awal

a = Jumlah investasi mula-mula

b = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke - n

c = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n + 1

Rumus periode pengembalian jika arus kas per tahun jumlahnya sama

$$PP = \frac{\text{investasi awal}}{\text{ arus kas}} \times 1 \text{ tahun}$$

Kriteria PP adalah :

- 1) Periode pengembalian lebih cepat : layak
- 2) Periode pengembalian lebih lama : tidak layak
- 3) Jika usulan proyek investasi lebih dari satu, maka periode pengembalian yang lebih cepat yang dipilih

Kelebihan dan Kelemahan *Payback Period*

- 1) Kelebihan
 - a. Metode *payback period* akan dengan mudah dan sederhana bisa dihitung untuk menentukan lamanya waktu pengembalian dana investasi.
 - b. Memberikan informasi mengenai lamanya *break even point*.
 - c. Bisa digunakan sebagai alat pertimbangan resiko karena semakin pendek *payback period*-nya maka semakin pendek pula resiko kerugiannya.
 - d. Dapat digunakan untuk membandingkan dua proyek yang memiliki resiko dan *rate of return* yang sama dengan cara melihat jangka waktu pengembalian investasi (*payback period*) apabila

payback period-nya lebih pendek itu yang dipilih.

- 2) Kelemahan
 - a. Metode ini mengabaikan penerimaan-penerimaan investasi yang diperoleh sesudah *payback periode* tercapai.
 - b. Metode ini juga mengabaikan *time value of money* (nilai waktu uang).
 - c. Tidak memberikan informasi mengenai tambahan value untuk perusahaan.
 - d. *Payback period* digunakan untuk mengukur kecepatan kembalinya dana, dan tidak mengukur keuntungan proyek pembangunan yang telah direncanakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian teknoekonomi ini dilakukan untuk investasi selama 5 (lima) tahun dengan data-data masukan dan asumsi-asumsi sebagai berikut :

- Biaya atau aset tetap terdiri dari biaya mesin, peralatan dan kendaraan, biaya bangunan ditambah 30% dari upah tenaga kerja dan biaya produksi tahun

- pertama. Sedangkan untuk tanah diasumsikan milik sendiri.
- Biaya variabel terdiri dari biaya bahan baku, upah tenaga kerja dan biaya produksi.
 - Kapasitas produksi yang dapat dihasilkan adalah sebanyak 30 (tiga puluh) ton dalam satu bulan dengan demikian dalam satu tahun kapasitas produksinya sebanyak 360 (tiga ratus enam puluh) ton. Harga jualnya adalah sebesar Rp. 15.000,- per kg.
 - Nilai keuntungan dapat diperoleh dari selisih antara penerimaan dikurangi dengan pengeluaran. Komponen penerimaan diperoleh dari jumlah bone ash yang diproduksi kemudian dapat dijual dikalikan dengan harga jual per kg-nya. Komponen pengeluaran antara lain terdiri dari : biaya tetap, biaya bahan baku, upah tenaga kerja, dan biaya produksi.

Biaya Tetap

Tabel 1. Biaya Mesin, Peralatan dan kendaraan

No.	Nama Alat	Jumlah Keperluan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp)
1	Bak pemadaman kapur tohor	2 unit	1.000.000,-	2.000.000,-
2	Saringan kapur padam ukuran 1 mm	4 unit	250.000,-	1.000.000,-
3	Reaktor pengendapan dilengkapi dengan alat pengaduk (<i>stirrer</i>)	2 unit	5.000.000,-	10.000.000,-
4	Timbangan kecil kapasitas 10 kg	2 unit	150.000,-	300.000,-
5	Timbangan besar kapasitas 100 kg	1 unit	1.000.000,-	1.000.000,-
6	Ball Mill kapasitas 1000 kg	2 unit	150.000.000,-	300.000.000,-
7	Saringan standar 400 mesh	5 unit	500.000,-	2.500.000,-
8	Filter Press kapasitas 500 kg	2 unit	100.000.000,-	200.000.000,-
9	Penampan aluminium (untuk pengeringan)	50 unit	50.000,-	2.500.000,-
10	Tungku pengering	2 unit	50.000.000,-	100.000.000,-
11	Tungku gas (untuk kalsinasi) kapasitas 1 m ³	2 unit	100.000.000,-	200.000.000,-
12	Kapsul tahan api (wadah untuk bahan yang akan dikalsinasi)	50 buah	100.000,-	5.000.000,-
13	Alat giling tepung (Desintegrator) kapasitas 100 kg/jam	2 unit	25.000.000,-	50.000.000,-

lanjutan Tabel 1

No.	NAMA ALAT	JUMLAH KEPERLUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH (Rp)
14	Peralatan pendukung	1 paket	25.000.000,-	25.000.000,-
15	Genset kapasitas 50 kilowatt	1 unit	50.000.000,-	50.000.000,-
16	Kendaraan	2 unit	500.000.000,-	500.000.000,-
Jumlah				1.449.300.000,-

Tabel 2. Biaya Bangunan Pabrik seluas 1000 m²

No	Peruntukan Bangunan	Luas bangunan (m ²)	Harga /m ² (Rp.)	Jumlah (Rp.)
1	Gudang bahan baku	50	1.000.000,-	50.000.000,-
2	Pemadaman K.Tohor	50	1.000.000,-	50.000.000,-
3	Produksi	450	1.000.000,-	450.000.000,-
4	Tungku Pengeringan	100	1.000.000,-	100.000.000,-
5	Tungku Pembakaran	100	1.000.000,-	100.000.000,-
6	Gudang Produksi	100	1.000.000,-	100.000.000,-
7	Ruangan Kantor	50	1.000.000,-	50.000.000,-
8	Ruangan Karyawan	50	1.000.000,-	50.000.000,-
9	Ruangan Bengkel & Genset	50	1.000.000,-	50.000.000,-
Jumlah				1.000.000.000,-

Biaya Variabel

Kebutuhan bahan baku

Bahan baku yang tersedia sesuai dengan harga pasar

- Harga Kapur Tohor Rp. 500,- per kg.
- Harga Asam Fosfat di pasaran saat ini bervariasi dengan

harga terendah Rp. 13.500,- per kg .

Berdasarkan perhitungan teknis untuk memproduksi 1 ton *bone ash* sintetik diperlukan bahan baku kapur tohor 750 kg dan asam fosfat 580 kg.

Tabel 3. Biaya Bahan Baku

No	Bahan Baku	Kebutuhan per bulan (Kg)	Harga /Kg (Rp.)	Biaya per bulan (Rp.)	Biaya Per tahun (Rp)
1	Batu Kapur	18.750,-	500,-	9.375.000,-	112.500.000,-
2	Asam Fosfat	14.500,-	18.700,-	275.825.000,-	3.309.900.000,-
Jumlah				285.200.000,-	3.422.400.000,-

Tabel 4. Upah Tenaga Kerja

No	Jabatan	Jumlah Karyawan	Upah per bulan (Rp.)	Total Upah per bulan (Rp.)	Upah per tahun (Rp)
1	Manajer pabrik	1	5.000.000,-	5.000.000,-	60.000.000,-
2	Supervisor	1	4.000.000,-	4.000.000,-	48.000.000,-
3	QC	1	4.000.000,-	4.000.000,-	48.000.000,-
4	Akuntan	1	3.000.000,-	3.000.000,-	36.000.000,-
5	Logistik	1	2.500.000,-	2.500.000,-	36.000.000,-
6	Administrasi	1	2.500.000,-	2.500.000,-	30.000.000,-
7	Operator	10	2.000.000,-	20.000.000,-	240.000.000,-
8	Sekuriti	2	2.000.000,-	4.000.000,-	36.000.000,-
9	Pesuruh	2	1.500.000,-	3.000.000,-	36.000.000,-
Jumlah		20		48.000.000,-	576.000.000,-

Tabel 5. Biaya Produksi

No	Bahan	Kebutuhan	Biaya Satuan (Rp.)	Biaya per Bulan (Rp.)	Biaya per tahun (Rp)
1	Bahan Bakar			12.000.000,-	144.000.000,-
2	Litrik			1.000.000,-	12.000.000,-
3	Air			1.000.000,-	12.000.000,-
4	Telekomunikasi			3.000.000,-	36.000.000,-
5	Transportasi		10.000.000,-	10.000.000,-	120.000.000,-
6	Pemasaran			10.000.000,-	120.000.000,-
7	Pemeliharaan Mesin	3 % per tahun		2.373.250,-	28.479.000,-
8	Pemeliharaan Kendaraan	3 % per tahun		1.250.000,-	15.000.000,-
9	Pemeliharaan Bangunan	3 % per tahun		2.500.000,-	30.000.000,-
Jumlah				43.123.250,-	517.479.000,-

Biaya Investasi

Biaya investasi adalah biaya awal (mesin peralatan dan kendaraan serta bangunan) ditambah 30% biaya produksi tahun pertama. Diasumsikan tidak terjadi kenaikan harga bahan baku, upah kerja dan biaya produksi, dengan suku bunga pinjaman bank sebesar

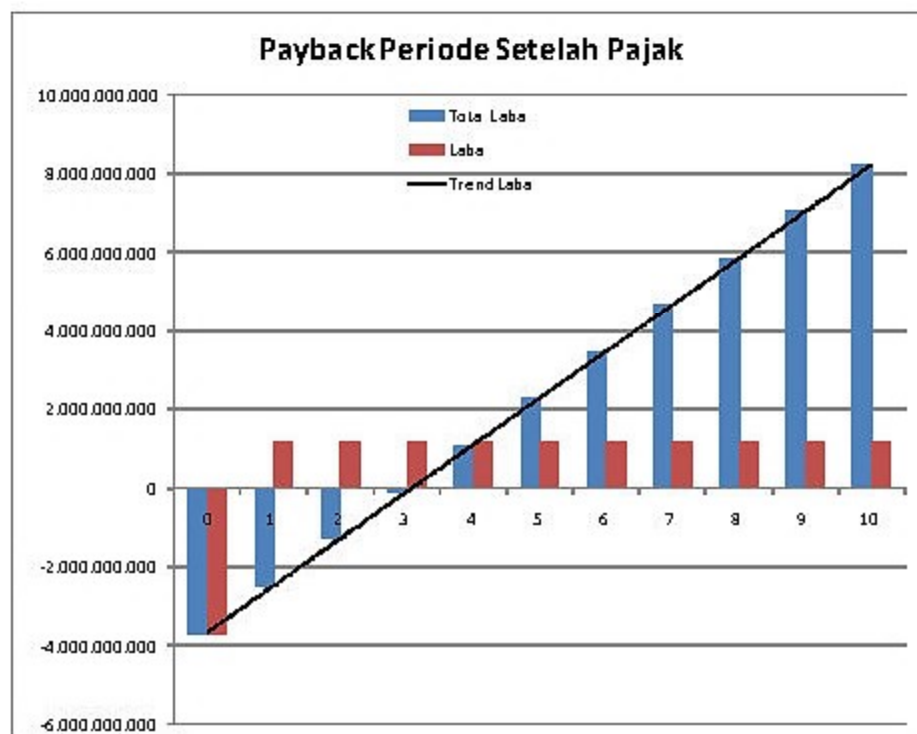
12%. Harga pasaran *bone ash* saat ini adalah antara Rp. 20.000,- sampai Rp. 25.000,- per kg. Bila diproyeksikan harga jual *bone ash* sintetik ada pada harga jual Rp. 16,000,-. Maka perhitungan teknoekonominya adalah sebagai berikut sesuai Tabel 6. di bawah ini.

Tabel 6. Proyeksi Laba Rugi (harga asam fosfat Rp. 13.500,-)

Komponen	Pajak	Tahun (dalam ribu rupiah)					
		0	1	2	3	4	5
Harga Asam Fosfat per kg			13,5	13,5	13,5	13,5	13,5
Harga Jual per kg			16	16	16	16	16
Kapasitas Produksi			360 ton	360 ton	360 ton	360 ton	360 ton
Biaya Investasi		3.667.083,7,-					
Biaya Bahan Baku			2.953.800	2.953.800	2.953.800	2.953.800	2.953.800
Upah Tenaga Kerja			576.000	576.000	576.000	576.000	576.000
Biaya Produksi			529.479	529.479	529.479	529.479	529.479
Total Biaya Produksi			4.059.279	4.059.279	4.059.279	4.059.279	4.059.279
Total Penerimaan		-	5.760.000	5.760.000	5.760.000	5.760.000	5.760.000
Labanya Sebelum Pajak		- 3.667.083,7	1.700.721	1.700.721	1.700.721	1.700.721	1.700.721
Pajak	30%	-	510.216,3	510.216,3	510.216,3	510.216,3	510.216,3
Labanya Setelah Pajak			1.190.504,7	1.190.504,7	1.190.504,7	1.190.504,7	1.190.504,7
Kumulatif Labanya Setelah Pajak		- 3.667.083,7	-2.476.579	-1.286.074,3	-95.569,6	1.094.935,1,-	2.285.439,8
PV Hasil Jual			5.142.857,142	4.591.836,734	4.099.854,227	3.660.584,131	3.268.378,688
PV Biaya		3.667.083,7	3.624.356,25	3.235.032,366	2.889.314,612	2.302.343,929	2.056.557,07

lanjutan Tabel 6

NPV	NPV sampai tahun kelima : Rp 557.517.242,27				
IRR	18,36 % > SOCC				
BCR	0,705	0,925	1,031	1,094	1,135
BEP	982.774 kg				
	15.724.389,02				
PP	3,08 tahun				



Gambar 2. Payback Period setelah pajak

Setelah mendapatkan hasil dari pengolahan data, maka dilakukan analisa data untuk mengetahui kelayakan investasi dengan menggunakan metode kriteria finansial.

Analisa Net Present Value (NPV)

Hasil perhitungan : Rp 557.517.242,27,-

Menunjukkan investasi layak dilakukan karena nilai NPV > 1

Analisa Internal Rate of Return (IRR)

Hasil perhitungan : 18,36 %

Menunjukkan investasi layak dilakukan karena nilai IRR > suku bunga yang dipakai (18,36 % > 12%).

Analisa *Benefit Cost Ratio* (BCR).

Hasil perhitungan : 1.135

Menunjukkan investasi layak dilakukan karena nilai BCR > 1

Analisa *Payback Period* (PP)

Hasil perhitungan : 3,08 tahun atau 3 tahun, 1 bulan.

Menunjukkan investasi layak dilakukan karena nilai PP < umur investasi yaitu 5 tahun.

IV. KESIMPULAN

Dari kajian teknoekonomi analisa usaha yang dilakukan untuk produksi *bone ash* sintetik hasil penelitian BBK, dapat disimpulkan bahwa usaha *bone ash* ini menghasilkan keuntungan dan layak untuk dikembangkan seperti ditunjukkan dengan NPV pada tahun ke-5 sebesar Rp. 557.517.242,27,- , IRR sebesar 18,36 %, BCR sebesar 1,135, BEP unit : 982.774 kg, BEP penjualan : 15.724.389.020,- dan PP adalah 3,08 tahun untuk harga jual pokok Rp. 16.000,-.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yin Zhang, Nianying Zhou, Wenda Li, Jun li, Shangjiu Nian, Xiangyue Li, Janguang Sui, *Fabrication and Characterization of Bone China Using Synthetic Bone Powder as Raw Materials*, Ceramic International 42 (2016) 14910-14917.
2. Brahim Chafic El Idrissia, Khalid Yamnib, Ahmed Yacoubia, Asmae Massit, *A Novel Method to Synthesize Nano Chrystalline Hydroxiapatite Characterization with X-Ray Diffraction and Infrared Spectroscopy*, Journal Of Applied Chemistry (IOSR-JAC) Volume 7, Issue 5 Ver. III (May.2014), pp 107-112.
3. Feyza Ozgundogdu, *Bone China From Turkey*, Ceramic Technical No.20, 2005
4. Kai Ming Klan, *Reformulation Of Fine Translucent Porcelain*, PhD thesis University Of Sheffield, 2001.
5. S.L. Pandharipande, Miss.Smita S. Sondawale, *Synthesis Of Hidroxiapatite from Egg Shell and Preparation of Bone Like Biocomposites Using it*, International Journal Of Advanced Information Science and Technology (IJAIST), Vol.5 No.8, August 2016.
6. Wahyudi. K, Edwin. F, Sofyaningsih. N, *Sintesis dan Karakterisasi Bone Ash Dari Bahan Alam*, Jurnal

- Keramik dan Gelas Indonesia, Vol. 25, No. 2, hal.46-58, Des. 2016
7. Innocent J Macha, L.S. Oziegin, Faik N Oktar and Besim Ben Nissan, *Conversion of Ostrich Eggshells (Struthio camelus) to Calcium Phosphates*, Journal of The Australian Ceramic Society Volume 51(1), 2015, 125-133.
 8. Himansu Khandelwal, Satya Prakash, *Synthesis and Characterization of Hydroxiapatite Powder By Eggshell*, Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering, 2016, 4, 119-126.
 9. Dewi Samita, *Sintesa Hidroksiapatit dari Ganggang Keong Mas (Pomacea Canalicula Lamarck) Melalui Metode Hidrotermal*, Jurnal Ristek Vol III No. 2, 129-135, Desember 2011.
 10. Joko Sedyono dan Alva Edy Tontowi, *Proses Sintesis dan Karakterisasi FTIR Hidroksiapatite dari Gypsum Alam Kulon Progo*, <https://www.researchgate.net/publication/281650038>, Januari 2008.
 11. Shekhar L. Pandharipande, Smita S. Sondawale, *Reiew on the Characterization Methods of Hydroxiapatite and its Biocomposites*, International Journal Of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR), Volume 5, Issue 7, July 2016.
 12. M.Enamul Hoque, Nurul Sakinah, Y.Leng Chuan, M.N.M. Ansari, *Synthesis and Characterization Of Hydroxiapatite Bioceramic*, International Journal Of Scientific Engineering and Technology (ISSN : 2277-1581), Volume No.3 Issue No.5, pp:458-462
 13. Sukhyar. R, Calvin Karo-Karo, Prima Muharram, Sabtanto Joko, Kusdarto, *Batu Gamping di Indonesia*, Badan Geologi-Kementerian ESDM, 2014
 14. Bambang Sunendar.P, Ramos Samuel. G, *Sintesis dan Karakterisasi Serbuk Hidroksiapatit Skala Sub-Mikron Menggunakan Metoda Presipitasi*, Jurnal Bionatura, Vol.10, No.2, Juli 2008: 155-167.
 15. Hamdzun Haron, *Characterisation of Local Bone Ash for Bone China Production*, Jurnal Teknologi - December 2013
 16. Peter and Thimmerhaue, "Plant Design and Economics For Chemical Engineer", Mc.Graw Hill Co., New York, 1978.

17. Joko Waluyo, Hari Nurcahyadi, Agus Ariyanto, Kajian Teknoekonomi Perangkat Pencacah Radioimmunoassay (RIA) IP.8, Jurnal Pendayagunaan Hasil Litbang Iptek Nuklir, Vol 7, No.2 (2012).
18. Jonathan Berk, Peter DeMarzo, Jarrad Harford, Fundamental Of Corporate Finance, Chapter 8, Prentice Hall, 2012.
19. Gray, C., P. Simanjuntak, L. K. Sabur, P. F. L. Maspaitella, dan R. C. G. Varley. Pengantar Evaluasi Proyek. Edisi Kedua. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 2007.
20. Yacob Ibrahim, Studi Kelayakan Bisnis Edisi Revisi, Rineka Cipta, Jakarta, 2003.
21. Ferianto Raharjo,, Ekonomi Teknik Analisis Pengambilan Keputusan. Penerbit Andi, Yogyakarta, 2007.
22. Pauline Weetman, Financial And Management Accounting, An Introduction, Fourth Edition, Chapter 24, Prentice Hall, 2006.