

EKSPLORASI LIMBAH MARMER TULUNGAGUNG SEBAGAI BAHAN BAKU PRODUK DEKORASI INTERIOR

Oleh:

Yusro Defri Prasetyo^{1*}

*Program Studi Magister Desain, Fakultas Seni Rupa dan Desain
Institut Teknologi Bandung*

Adhi Nugraha²

*Program Studi Magister Desain, Fakultas Seni Rupa dan Desain
Institut Teknologi Bandung*

defri.y.prasetya@gmail.com^{1*} ; adhinugrahadesign@gmail.com²

***)Corresponding Author**

ABSTRAK

Marmer merupakan sumber daya alam unggulan di Kabupaten Tulungagung, yang dimanfaatkan menjadi aneka jenis kerajinan dan material konstruksi bangunan. Terlepas dari segala manfaatnya, pengolahan marmer juga meninggalkan limbah yang berdampak di industri marmer dan masyarakat sekitar. Pecahan, kerikil, dan serbuk marmer merupakan residu dari limbah marmer. Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan produk berbahan dasar limbah marmer untuk mengoptimalkan persediaan material. Perancangan produk ini tidak hanya dapat mencukupi tuntutan masyarakat pada produk ramah lingkungan tetapi juga secara tidak langsung akan berdampak keberlanjutannya industri marmer di Tulungagung. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif, penelitian ini menggunakan metode pengembangan desain dan eksplorasi material, yang semuanya bertujuan untuk menjadikan limbah marmer sebagai bahan baku perancangan produk. Melalui cara eksperimen yang diterapkan untuk mengeksplorasi limbah marmer telah mengungkap potensinya sebagai alternatif baru untuk bahan baku pembuatan produk dalam industri marmer. Proses eksplorasi menggunakan limbah marmer yaitu pecahan, kerikil, dan serbuk marmer yang sudah dipilah dan bahan pendukung lain seperti takaran air dan semen putih, untuk mendapat formula yang ideal dari segi kekuatan, estetika, dan kemudahan produksi. Tantangan seperti tekstur material yang tidak konsisten, waktu pengerasan yang bervariasi juga muncul selama proses, namun justru membuka peluang inovasi dalam pendekatan desain dan teknik produksi. Penelitian ini berupaya untuk mengurangi limbah sekaligus memanfaatkan karakteristik unik dari berbagai jenis dan proporsi limbah marmer. Upaya kolaborasi dengan pengrajin lokal ini telah menghasilkan produk dekorasi interior, memberikan nilai tambah pada limbah marmer, memperkuat perekonomian lokal, dan menjaga keberlanjutan industri marmer di Tulungagung.

Kata Kunci: Limbah Marmer; Marmer; Produk Dekorasi Interior; Tulungagung.

ABSTRACT

Marble is a superior natural resource in Tulungagung Regency, which is utilized for various types of crafts and building construction materials. Apart from all its benefits, marble processing also leaves waste that has an impact on the marble industry and the surrounding community. Marble shards, gravel, and powder are residues from marble waste. The purpose of this study is to create products made from marble waste to optimize material supplies. The design of this product can not only meet the demands of the community for environmentally friendly products but will also indirectly impact the sustainability of the marble industry in Tulungagung. By using a qualitative approach, this study uses design development and material exploration methods, all of which aim to make marble waste a raw material for product design. Through the experimental method applied to explore marble waste, its potential has been revealed as a new alternative for raw materials for making products in the marble industry. The

exploration process uses marble waste, namely marble shards, gravel, and powder that have been sorted and other supporting materials such as water and white cement, to obtain the ideal formula in terms of strength, aesthetics, and ease of production. Challenges such as inconsistent material textures, varying hardening times also arise during the process, but instead open up opportunities for innovation in design approaches and production techniques. This research attempts to reduce waste while utilizing the unique characteristics of various types and proportions of marble waste. This collaborative effort with local craftsmen has resulted in interior decoration products, adding value to marble waste, strengthening the local economy, and maintaining the sustainability of the marble industry in Tulungagung.

Keywords: *Marble Waste; Marble; Interior Decoration Products; Tulungagung.*

Copyright © 2024 Universitas Mercu Buana. All right reserved

Received: October, 30th 2024

Revised: April, 20th 2024

Accepted: April, 28th 2024

A. PENDAHULUAN

Batu marmer merupakan sumber daya alam unggulan yang ada di Kabupaten Tulungagung. Namun industri marmer mengalami kemunduran pada beberapa tahun terakhir, hal ini diobservasi pada industri kerajinan marmer yang terletak di kecamatan Campurdarat. Faktor yang mempengaruhi kondisi tersebut dikarenakan tidak adanya inovasi dan mulai menipisnya bahan baku batu marmer yang mempunyai kualitas baik. Oleh karena itu perlu adanya pemanfaatan sumber daya marmer yang lebih optimal serta inovasi baru, hal ini akan berdampak pada kenaikan nilai jual dan dapat memajukan perekonomian masyarakat setempat, karena kabupaten Tulungagung merupakan salah satu industri kreatif berbasis kerajinan yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai salah satu ciri khas daerah.

Limbah marmer merupakan residu dari proses penambangan dan produksi di industri marmer, residu ini berupa pecahan batu marmer, kerikil, dan serbuk. Selama

pengolahannya 30% persen marmer menjadi limbah karena bentuk marmer yang tidak beraturan, pecah atau yang mempunyai ukuran lebih kecil. (Manpreet Singh 2017). Kurangnya edukasi mengenai cara pemanfaatan limbah marmer dan ketidaksadaran masyarakat dengan masih banyak yang sembarangan membuang limbah di tanah lapang dekat lahan pertanian warga, sungai, dan sumur pembuangan limbah yang tidak dirancang dengan baik sehingga menimbulkan dampak buruk baik jangka pendek maupun jangka panjang. Dalam jangka pendek, pembuangan limbah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Serbuk marmer yang terbawa angin dapat mencemari udara dan mengganggu sistem pernapasan masyarakat disekitar industri marmer di Tulungagung. Air sungai yang tercemar oleh limbah juga akan mengganggu ekosistem yang ada di sungai serta limbah yang menumpuk di tanah lapang dan kabur terbawa angin akan mengganggu kesuburan tanah di area pertanian. Dalam jangka panjang, pencemaran yang berkelanjutan

dapat merusak ekosistem pada air dan tanah secara permanen, hingga menimbulkan wabah penyakit seperti gangguan pernapasan, penyakit kulit, hingga gangguan pencernaan akibat air yang terkontaminasi.

Industri marmer di Tulungagung setiap harinya menghasilkan limbah marmer. Limbah yang sering disebut sebagai bahan buangan atau sampah, merupakan tantangan besar bagi industri marmer. Banyak pihak yang menganggap limbah marmer tidak mempunyai nilai ekonomi dan tidak berfungsi, sehingga kurang serius dalam pengelolaannya. Mengingat keadaan ini, sangat penting untuk menerapkan strategi pengelolaan limbah yang dapat mengubah limbah menjadi sesuatu yang bernilai dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Ada banyak cara untuk memanfaatkan limbah marmer, diantaranya seperti yang dilakukan oleh penelitian sebelumnya. limbah marmer dapat dijadikan menjadi produk paving block. (Andi Haslindah, 2020). Berbeda dengan pendekatan sebelumnya, penelitian ini memanfaatkan limbah marmer sebagai material dalam produk dekorasi interior, khususnya amenities untuk kamar mandi hotel (ecotel). Dekorasi interior merupakan elemen penting yang berperan dalam menunjang fungsi, estetika, dan karakter ruang. Seiring berkembangnya tren gaya hidup yang diterapkan pada sebuah ruangan, produk

dekorasi interior kini menjadi industri yang tumbuh secara signifikan.

Tulungagung sebagai pusat industri marmer menghasilkan limbah marmer dalam jumlah besar setiap harinya. Pada proses pengolahan marmer 30% menjadi limbah marmer yang dihasilkan dari proses pemotongan, finishing dan pecahan marmer saat proses produksi. Pada proses pemotongan balok marmer dipotong menjadi lembaran atau bentuk tertentu menggunakan gergaji dan ada beberapa mesin pemotong yang harus disiram dengan air untuk melancarkan pemotongan dan mengurangi debu yang dihasilkan dari marmer. Ketika proses pemotongan, dalam praktek ini menjadikan limbah sisa potongan dan pecahan kecil (kerikil) marmer menjadi limbah padat dan limbah cair berupa lumpur yang ketika mengering menjadi serbuk. Ketersediaan limbah marmer di Tulungagung sangat melimpah, terutama pada limbah serbuk marmer yang menyumbang limbah paling banyak karena terus beroperasinya mesin pemotong marmer setiap harinya, dari cara memotong marmer yang disiram air kurang lebih membuang 14,5 kubik air setiap harinya yang tercampur dengan partikel kecil marmer yang terpotong, dan air yang mengendap menjadi lumpur yang nantinya mengering menjadi serbuk marmer mempunyai volume 20% dari volume air untuk industri kecil selama sehari oleh satu pengrajin ketika memotong

marmer.

Melalui pendekatan desain berbasis eksplorasi limbah marmer, penelitian ini mencoba memanfaatkan limbah marmer menjadi bahan baku utama pembuatan produk dekorasi interior yang unik, fungsional dan bernilai. Namun penggunaan limbah dapat memberikan kesan murah, untuk mengatasi persepsi ini, perlu inovasi dan memperkenalkan terobosan yang memungkinkan produk berbahan dasar limbah marmer dari Tulungagung dapat bersaing secara efektif dengan material lain yang ada di pasaran.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Industri marmer di Tulungagung menghasilkan limbah marmer setiap harinya yang berasal dari proses penambangan dan juga proses pembuatan produk kerajinan oleh pengrajin. Di Tulungagung limbah marmer masih belum banyak dimanfaatkan oleh pengrajin dan penduduk sekitar, bahkan terkesan sampah yang hanya meninggalkan dampak negatifnya, masih banyak juga pengrajin yang membuang limbah marmer ke sungai, ke tempat terbuka sekitar area pertanian penduduk dan juga di sumur pembuangan yang tidak dirancang dengan baik, akibatnya masalah lingkungan muncul akibat pembuangan limbah marmer secara sembarangan seperti tercemarnya air sumur sekitar warga, polusi udara akibat debu dari limbah marmer yang menumpuk dan rusaknya lahan pertanian warga. Perlu adanya

pemanfaatan dan inovasi untuk memanfaatkan limbah marmer agar mempunyai nilai lebih, terlebih marmer merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, maka perlu adanya inovasi kebaruan agar industri marmer di Tulungagung tetap terus berkelanjutan.

a. Limbah Marmer

Limbah marmer merupakan residu dari industri batu marmer hasil dari proses penambangan dan industri yang dilakukan oleh pengrajin batu marmer. Residu ini berupa pecahan batu marmer, kerikil, dan serbuk. Selama pengolahannya 30% persen marmer menjadi limbah karena bentuk marmer yang tidak beraturan, pecah atau yang mempunyai ukuran lebih kecil. (Manpreet Singh 2017) Limbah merupakan material sisa produksi yang kecenderungannya menjadi sampah dan kurang bernilai bagi masyarakat sekitar, sehingga diperlukan pemikiran-pemikiran dalam hal penanggulangannya dan inovasi baru untuk memanfaatkan limbah tersebut. (Aguinaldos Santos 2007)

Tulungagung yang mempunyai industri marmer secara tidak langsung menghasilkan limbah marmer setiap harinya dari industri-industri marmer yang beroperasi setiap harinya. Material marmer sudah sangat lama digunakan dalam industri konstruksi, selama proses penambangan dan penggalian marmer, jumlah sampah yang dihasilkan sangat besar yang dihasilkan dari

industri marmer, hal ini menimbulkan kekhawatiran lingkungan dan kerusakan pada alam di daerah-daerah penambangan marmer dan industri marmer. (H. Hebhoub 2010)



Gambar 1. Industri marmer Tulungagung

Pecahan marmer merupakan salah satu residu yang dihasilkan dari industri marmer yang ada di Tulungagung selama proses produksi, pecahan marmer mempunyai volume yang banyak dan mempunyai ukuran beragam. Limbah marmer yang merupakan ancaman bagi lingkungan sekitar ternyata juga mempunyai keunggulan yaitu mengurangi kandungan penutup jika digunakan sebagai pengganti semen atau pada beton. (Ahmet Raif Boga 2022)



Gambar 2. Limbah Pecahan Marmer

Limbah marmer yang berupa serbuk mempunyai ukuran butiran antara 0,5 mm sampai 5 mm, berwarna putih kecoklatan, permukaannya tajam dan keras serta bersih dari lempung dan lumpur sehingga memberikan ikatan yang kuat pada pasta semen (Candra Aditya 2016)

Limbah serbuk marmer dihasilkan dari proses pemotongan dan pemolesan setelah terjadi pengendapan pertama yang mengandung partikel marmer dengan ukuran yang hampir sama dengan pasir, limbah marmer dari endapan itu kemudian kering dan menjadi serbuk marmer. (Oumaima Bourzik 2022) Pembuangan limbah serbuk marmer di tempat terbuka merupakan masalah besar karena bisa merusak lingkungan seperti polusi udara (debu), lebih lanjut ditambahkan lagi debu marmer mengandung bahan kimia yang berbahaya bagi pekerja di industri marmer yang berdampak buruk bagi kesehatan, karena ukuran partikel limbah marmer yang halus

menyebabkan dengan mudahnya bermigrasi ke lingkungan sekitar yang menyebabkan polusi udara dan tanah yang berdampak tidak baik bagi penduduk sekitar, serbuk marmer yang halus ini juga mengandung sedikit kristal silika, yang menimbulkan risiko kesehatan bagi penduduk sekitar jika terhirup. Untuk meningkatkan keberlanjutan industri marmer dan menghilangkan dampak negatif dari serbuk marmer perlu adanya inovasi tentang pemanfaatan limbah serbuk marmer agar bisa meninggalkan kesan negatifnya. (Yongpeng Luo 2022)

Terdapat pengujian bahwa menggunakan limbah marmer, serbuk marmer dan agregat kasar (kerikil marmer) dalam fabrikasi beton berguna untuk menciptakan beton yang tahan lama dan berbiaya murah selain untuk mengganti sebagian pasir juga sekaligus mengatasi masalah lingkungan. Daur ulang limbah marmer sangat penting untuk memberikan kontribusi bagi industri marmer. (Chandrasekaran Palanisamy 2022) Penggunaan material limbah marmer berupa serbuk marmer untuk pengganti beton akan menjadi pendekatan yang ramah lingkungan dan inovatif sebagai bagian dari kelestarian lingkungan dan sosial ekonomi yang bisa dirasakan oleh penduduk sekitar di area industri marmer. (Ewald Kuoribo 2022)



Gambar 3. Limbah serbuk marmer

Limbah marmer yang berupa kerikil atau masyarakat sekitar menyebutnya menir seringkali dibuat untuk campuran pembuatan terazzo dan campuran beton, limbah berupa kerikil ini ada yang terbuat secara tidak sengaja dari sisa dari proses pecahan pembubutan marmer dan pemotongan marmer, ada juga yang sudah melalui proses penggilingan dengan mesin yang mempunyai ukuran kurang lebih sama sekitar 1-3 cm tergantung kebutuhan yang diminati pasar.



Gambar 4. Limbah Kerikil Marmer

Limbah industri marmer di Tulungagung cukup berlimpah karena terus

beroperasinya industri marmer di Tulungagung, sudah dari dulu Tulungagung menjadi sentra industri marmer dan juga mendapat pasokan material marmer dari kota lain untuk diproses menjadi aneka produk kerajinan serta material untuk elemen konstruksi bangunan. Untuk menanggulangi permasalahan limbah ini, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai agregat pada campuran beton (Setyowati 2016)

b. Dekorasi Interior.

Dekorasi interior menjadi hal penting dalam membuat ruangan menjadi lebih nyaman untuk dipandang secara visual dan fungsional untuk dapat dirasakan oleh penghuninya, hal ini melibatkan penggunaan elemen-elemen seperti warna, tekstur, pola, pencahayaan, dan dekorasi interior. Dekorasi dalam interior juga berhubungan dan menjadi sebuah gaya hidup baru yang diaplikasikan kedalam elemen desain interior sebuah ruangan. Selain menunjang aktivitas untuk kenyamanan penghuni ruang sesuai kebutuhan yang diinginkan dan estetika pada ruangan, dekorasi interior juga dapat digunakan untuk memperkuat gaya dan tema pada suatu ruangan, maka ketika saat mendekorasi interior dan mendesain ruangan harus saling berkaitan, seperti pemilihan dan penempatan furnitur, pemilihan warna, pengaturan cahaya, dan penggunaan elemen dekorasi interior, sehingga keduanya antara desain interior dan dekorasinya menjadi kesatuan yang harmonis. Dekorasi interior

tidak mengubah bentuk dari desain interior lebih ke menambah bentuk ke dalam ruangan untuk menghidupkan suasana ruangan yang memberikan kenyamanan seperti suasana yang rileks, menyegarkan, dan produktivitas, karena pada dasarnya hakikat mendesain interior untuk merasakan suasana yang ekspresif, estetik dan fungsional di dalam ruangan dengan mempertimbangkan dan memanfaatkan setiap objek yang tersedia sehingga citra dari ruangan tidak hilang.

Dalam merancang dekorasi interior perlu mempertimbangkan gaya dan tema dari desain interior serta mempertimbangkan fungsi ruang yang akan diisi. Dekorasi menjadi hal yang menarik karena mencerminkan karakter latar belakang dari kepribadian dengan latar belakang tertentu pada pemilihan warna, tekstur dan bentuk yang merupakan elemen dasar untuk menciptakan desain karena fungsinya yang saling berkesinambungan. Dekorasi Interior tidak hanya terbatas untuk penggunaan rumah tinggal, tetapi dapat diterapkan pada desain hotel, kantor, restoran toko dan public space. Produk dekorasi pada ruangan interior merupakan elemen penting untuk standar hidup yang bermartabat untuk penghuni ruangan karena terbentuk ikatan emosi yang berkaitan dengan identitas diri, kenikmatan, ingatan dan keterhubungan sosial. (Valadez-Martínez, 2019)

Dekorasi pada interior mempunyai kesan yang cukup umum bahwa dekorasi

pada ruangan interior bukanlah sesuatu yang membutuhkan studi khusus tetapi semacam ke pengetahuan alami bagaimana membuat sesuatu menjadi menarik, nyaman serta fungsional. Desain interior akan terasa sempurna jika didukung dengan dekorasi yang tepat, hal ini akan membuat penghuni ruang merasakan kesan yang nyaman untuk ditempati. (Wheeler, 1903)

C. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan menggunakan metode pengembangan desain berbasis eksperimen, menjadi produk amenities kamar mandi hotel dengan teknik cetak. Metode ini dapat digunakan untuk menguji berbagai formulasi dan teknik dalam mengolah limbah marmer dan cocok untuk mengevaluasi sifat fisik, mekanik, dan estetika material hasil eksperimen. Dalam melakukan penelitian melewati proses sebagai berikut:

- 1) Studi literatur, pengumpulan data studi literatur yang dikumpulkan berupa tentang limbah marmer, produk dekorasi interior, data didapat dari buku, jurnal, serta temuan yang ada di internet untuk melengkapi temuan, hal ini untuk proses dasar pada saat penelitian yang akan dilakukan.
- 2) Observasi lapangan, pada proses pengambilan data perlu langsung ke lapangan untuk mengetahui jenis data-data yang ada di lapangan, serta melihat langsung dampak apa yang terjadi di

masyarakat tentang industri marmer di Tulungagung dan mendapat kedekatan dengan orang – orang yang berkecimpung di industri marmer dan pengrajin di penelitian untuk mempelajari suatu proses, mencatat, menganalisis, menafsirkan dan melaporkan hingga menarik kesimpulan. Data berupa gambar visual serta kesamaan atau perbedaan yang ada pada studi literatur. Setelah mendapatkan informasi yang sudah didapatkan perlu dianalisis yang nantinya akan dikembangkan ke ide untuk menjadi sebuah produk baru dalam perancangan.

- 3) Eksperimen, pada tahap eksperimen dilakukan untuk mengeksplorasi potensi limbah marmer sebagai material utama dalam perancangan produk. Proses eksperimen meliputi beberapa langkah berikut:

- Pemilahan dan Pengelompokan Limbah: Limbah marmer dipilah pecahan batu marmer, kerikil, dan serbuk untuk menentukan jenis yang paling sesuai dengan takaran untuk kebutuhan produk.
- Pengujian Komposisi Material: Berbagai formulasi dicoba dengan mencampurkan limbah marmer (terutama serbuk) dengan bahan pengikat seperti, semen putih, takaran air, campuran serbuk dari jenis batu lain (andesit) atau bahan alami lainnya, guna memperoleh hasil

- yang diinginkan
- Uji Cetak Awal: Komposisi yang telah dicampur diuji menggunakan cetakan sederhana untuk melihat reaksi material terhadap warna, tekstur, kekuatan dan waktu pengerasan.
 - Evaluasi Karakteristik Material: Hasil cetakan dievaluasi berdasarkan kriteria warna, tekstur, kekuatan tekan, dan kemudahan pembentukan jika sudah diaplikasikan ke cetakan yang lebih rumit.
 - Penyempurnaan dan Finishing Material: Berdasarkan hasil uji coba, dilakukan penyesuaian terhadap komposisi takaran limbah, teknik cetak, *finishing* bisa (*polish* atau *coating*) tergantung pengaplikasian ke produk.
- 4) Implementasi, yaitu proses di mana semua kemungkinan alternatif yang dianggap menguntungkan untuk memecahkan masalah diimplementasikan, dimulai dari menerapkan hasil eksperimen, pembuatan konsep yang mengangkat tren desain saat ini untuk dijadikan ide dari perancangan, proses sketsa yang dikembangkan dengan divisualkan dengan menggunakan software tiga dimensi 3Dmax yang akan berfungsi sebagai cetakan dengan cara *3D printing*, dan berlanjut ke proses prototype produk.

- 5) Optimalisasi, dimana dilakukan pertimbangan – pertimbangan agar desain memiliki nilai yang optimal, termasuk di dalamnya adalah pertimbangan kompromis dengan aspek-aspek lain hingga kemudahan produksi.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Aspek Material

Material yang digunakan untuk eksperimentasi yaitu limbah marmer berupa residu yang didapat dari industri marmer di Tulungagung, limbah marmer itu berupa pecahan marmer, serbuk marmer, dan kerikil marmer. Dari ketiga jenis limbah marmer, pada eksperimen ini lebih berfokus ke limbah serbuk marmer karena jumlah limbahnya yang banyak karena setiap harinya beroperasi mesin-mesin pemotong marmer oleh pengrajin dan otomatis limbah serbuk marmer ini memiliki volume yang banyak akibat dari pemotongan marmer yang disiram dengan air dan mengendap menjadi lumpur dan ketika kering akan menjadi limbah serbuk marmer atau masyarakat sekitar menyebutnya dengan mil. Limbah jenis serbuk marmer ini juga belum mempunyai nilai, sudah ada yang memperjual belikan dengan harga kisaran Rp.100.000 per bak mobil *pickup*.

b. Eksplorasi Material

Eksplorasi merupakan salah satu cara untuk mencari tau tentang bagian suatu keadaan agar mempermudah atau menemukan feno-

mena atau suatu kebaruan, dalam desain eksplorasi material merupakan salah satu cara untuk menemukan karakteristik material dari segi corak, bentuk dan warna. Dengan metode eksplorasi material diharapkan dapat menemukan suatu potensi material sehingga memunculkan gagasan-gagasan baru. Pada tahap proses eksplorasi semua material limbah marmer dikerjakan dengan cara eksperimen menggunakan teknik cetak atau cor, proses pengerjaan masih dikerjakan dengan manual yang mengandalkan keterampilan tangan pengrajin untuk proses eksperimentasi limbah dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari kayu dan potongan ban bekas dengan ukuran 10x10 cm dan papan multiplek untuk alasnya, meskipun telah dibantu dengan alat-alat mesin untuk tahap *finishing*. Pada tahap pertama eksplorasi memilah limbah marmer, dari ketiga jenis limbah marmer di bedakan, sebelum ke tahap eksperimen berikutnya.



Gambar 5. Pemilahan Limbah Serbuk Dan Kerikil Marmer

Proses eksperimen berlanjut ke proses penggabungan, mulai dari pengayakan untuk jenis limbah marmer serbuk sebagai perekat

utama yang nantinya akan dicampur dengan semen putih, persentase campuran limbah marmer 60% dan semen putih 40% yang berfungsi untuk perekat untuk semua jenis limbah marmer, proses pencampuran dilakukan dengan menuangkan air kira-kira 200 ml sampai 400 ml untuk ukuran cetakan 10 x 10 cm, semakin banyaknya air berfungsi untuk mendapatkan motif gradasi dan abstrak ketika limbah sudah dicampur, kemudian dicampur dengan beberapa limbah marmer dengan warna lain, limbah batu andesit untuk mendapat warna yang lebih gelap, pigmen dan oker untuk mendapatkan warna lain seperti warna hijau dan merah.



Gambar 6. Proses Percampuran Dengan Semen Putih Sampai Ke Cetak

Setelah cetakan sudah kering kurang lebih 1 – 1,5 hari kemudian dilepas dari cetakan dan masuk ke proses tahap *finishing*, sebelum masuk ke tahap *finishing* biasanya ada cetakan yang kurang rata atau mengelupas, maka perlu dilakukan penambalan ulang. Pada proses *finishing* menggunakan teknik poles dan *coating*.



Gambar 7. Finishing

Hasil dari eksperimen limbah marmer ini dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan produk dekorasi interior. Dari proses eksperimen yang dilakukan dari dua jenis limbah marmer yang ada di Tulungagung maka didapatkan hasil analisis jenis limbah marmer saling mendukung untuk digabungkan kembali untuk menjadi alternatif material baru, terutama limbah serbuk marmer yang sangat berlimpah, hal ini akan memiliki peluang besar untuk dikembangkan lagi untuk menjadi sebuah produk. Untuk mempermudah dan mengembangkan produk pada proses produksi akan dikembangkan lagi dengan cetakan yang terbuat dari *3D printing*.



Gambar 8. Hasil Eksperimen

c. Strategi Produksi

Pada tahap produksi produk menggunakan limbah marmer peneliti bekerja sama dengan pengrajin yang berfokus pada produk *terazzo*, hal ini dipilih karena secara teknik proses penggabungan hampir sama dengan membuat *terazzo* dan pengrajin sudah tidak asing dengan campuran menggunakan semen putih, yang membedakan dari pembuatan *terazzo* berada pada takaran berapa banyaknya penggunaan limbah serbuk marmer, takaran campuran air, dan semen putih. Pada tahap finishing juga masih sama dengan pembuatan *terazzo* yaitu

menggunakan teknik poles dan *coating*.

Tahapan produksi dijelaskan sebagai berikut:

- Desain, pembuatan desain berdasarkan konsep dan di bantu dengan modeling menggunakan software *3Dsmax*.
- *3D printing*, print 3D modeling menggunakan *3D printing* dengan material PLA, yang berfungsi sebagai cetakan ketika proses produksi.
- Pengumpulan limbah marmer, pada tahap ini pengrajin mendapat pasokan limbah dari industri marmer yang sudah menjalin kerjasama.
- Pemilahan, limbah marmer dipilah berdasarkan kebutuhan produksi dari limbah serbuk halus, kasar dan kerikil marmer.
- Penggabungan, pada penggabungan limbah marmer menggunakan semen putih dengan perbandingan limbah marmer 60% dan semen putih 40%, kemudian dikasih air untuk menggabungkan.
- Cetak, setelah adonan tercampur

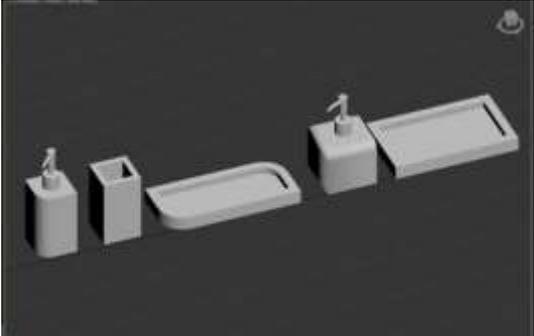
dengan takaran yang diinginkan lanjut ke tahap cetak dengan menggunakan cetakan yang terbuat dari *3D printing*, cetakan dari *3D printing* membantu proses produksi dari bentuk yang bisa dieksplor bervariasi, hasil cetak yang lebih cepat dan kerapian yang lebih presisi saat proses cetak.

- *Finishing*, setelah cetakan kering lanjut ke tahap terakhir yaitu finishing yang menggunakan teknik poles dan *coating*.
- *Quality control*, tahap terakhir adalah *quality control* untuk memastikan produk sesuai dengan standar kualitas dan tidak ada kekurangan sebelum produk diluncurkan.

d. Proses Produksi Produk

Setelah melakukan proses eksperimen, langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah proses pembuatan hasil dari eksplorasi limbah marmer di Tulungagung yang dijadikan untuk bahan baku produk dekorasi interior, berikut tahapan proses produksi:

Tabel 1. Tahapan Proses Produksi

| Foto proses | Keterangan |
|---|---|
|  | <p>Pembuatan 3D modeling dengan menggunakan <i>software 3Dsmax</i>.</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Hasil print 3D dengan menggunakan material PLA.</p> |
|  | <p>Limbah serbuk marmer diayak agar mendapat limbah serbuk marmer yang halus dan kasar, karena karakter limbah serbuk marmer ini menggumpal jika belum terlalu kering.</p> |
|  | <p>Proses pencampuran limbah serbuk marmer dengan semen putih, dengan perbandingan Limbah serbuk marmer 60% dan semen putih 40%</p> |
|  | <p>Proses pencampuran dengan pewarna pigmen, dengan limbah marmer lain yang berwarna krem, dan limbah dari batu andesit yang berwarna lebih gelap.</p> |

| | |
|---|---|
|  | <p>Proses pencampuran dengan air perbandingan 1:2 untuk menyatukan limbah serbuk marmer dengan semen putih atau dengan pewarna lainnya.</p> |
|  | <p>Diaduk rata sampai menggumpal sebelum dituangkan ke cetakan.</p> |
|  | <p>Adonan yang sudah tercampur dituangkan ke cetakan.</p> |
|  | <p>Setelah cetakan kering selama satu hari, ke tahap <i>finishing</i> dengan teknik poles.</p> |

e. Hasil Produk

Berikut tampilan hasil jadi produk dekorasi interior dari eksplorasi limbah marmer Tulungagung.



Gambar 9. Hasil Produk Dari Limbah Marmer



Gambar 10. Hasil Produk Dari Limbah Marmer

E. KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini adalah upaya mengoptimalkan limbah industri marmer di Tulungagung dari dampak negatif yang dihasilkannya, serta semakin menipisnya bahan baku marmer dengan kualitas baik, agar industri marmer di Tulungagung terus berkelanjutan dengan adanya alternatif baru dari bahan baku limbah marmer dan mengaplikasikannya ke perancangan produk dekorasi interior melalui proses eksperimen material yang dijadikan untuk bahan baku utama untuk perancangan produk. Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

- 1) Potensi ketersediaan limbah marmer di Tulungagung sangat melimpah dan masih jarang pemanfaatannya untuk menjadi suatu produk yang punya nilai lebih, terutama pada limbah serbuk marmer yang menyumbang limbah paling banyak karena terus beroperasinya mesin pemotong marmer setiap harinya, dari cara memotong marmer yang disiram air kurang lebih membuang 14,5 kubik air setiap harinya, dan air yang mengendap menjadi lumpur yang nantinya menjadi serbuk marmer kira-kira mempunyai volume 20% dari volume air untuk industri kecil selama sehari oleh satu pengrajin ketika memotong marmer.
- 2) Terdapat tiga jenis limbah marmer yang berbeda berdasarkan jenis dan karakteristik masing-masing yang memiliki keunikan satu sama lain.
- 3) Limbah serbuk marmer memiliki karakteristik seperti semen yang jika terkena air menjadikan limbah sedikit mengeras, namun tetap perlu tambahan semen putih untuk menjadikan limbah marmer (serbuk) mengeras secara maksimal. Oleh sebab itu limbah serbuk marmer bisa digunakan campuran pembuatan beton yang memiliki karakter berbeda pada beton pada umumnya yang terdapat pada corak yang ditampilkan dan dengan biaya yang murah, selain untuk mengganti pasir juga sekaligus mengatasi masalah lingkungan.
- 4) Setiap takaran limbah marmer dan air yang berbeda-beda saat proses eksperimen, bisa memberikan karakteristik material yang berbeda-beda baik dari kekuatan, warna dan motif.
- 5) Proses produksi dan pengembangan produk menggunakan bantuan *3D printing* yang kemudian dicetak ke silikon untuk master cetakan sangat membantu untuk proses produksi, karena produksi jauh lebih cepat dan presisi sesuai desain yang digambar pada software 3D, terlebih

dengan cara ini merupakan suatu kebaruan pada proses produksi khususnya di industri marmer di Tulungagung.

Saran

Berdasarkan proses eksperimen limbah marmer yang dilakukan pada penelitian, limbah marmer berpotensi sebagai alternatif bahan baku baru di industri marmer Tulungagung karena menurut penelitian dalam pengujian terdahulu, limbah marmer khususnya untuk serbuk marmer dan agregat kasar (kerikil marmer) dalam fabrikasi beton berguna untuk menciptakan beton yang tahan lama dan berbiaya murah selain untuk mengganti pasir juga sekaligus mengatasi masalah lingkungan. Dalam riset penelitian yang dilakukan belum banyak membahas tentang survei target pasar dan proses produksi yang lebih efektif juga efisien apabila dijadikan menjadi produk masal karena keterbatasan sumber daya manusia, sehingga masih perlu dilakukan penelitian-penelitian selanjutnya.

Secara ekonomi, penelitian ini bertujuan untuk memperkuat roda ekonomi khususnya industri marmer di Tulungagung tetap berkelanjutan. Sejauh ini belum ada industri marmer di Tulungagung yang berfokus mengolah limbah marmer dengan optimal, khususnya untuk menjadi produk yang mempunyai nilai lebih, limbah marmer masih dianggap sampah yang tidak berguna dan hanya meninggalkan dampak negatifnya, dengan pemanfaatan material limbah

marmer secara optimal dan dengan proses desain yang baik diharapkan dapat memancing kesadaran oleh warga sekitar khususnya yang bergerak di industri marmer agar bisa memanfaatkan limbah marmer dengan lebih baik, yang secara tidak langsung bisa menggerakkan roda perekonomian baru di industri marmer di Tulungagung untuk membuka tenaga-tenaga kerja baru agar industri marmer Tulungagung tetap berkelanjutan dengan munculnya inovasi-inovasi baru, terlebih proses pengolahan limbah marmer untuk menjadi produk baru terlihat cukup sederhana dan dibantu dengan kemajuan teknologi *3D printing* yang bisa dipelajari langsung oleh masyarakat sekitar. Limbah marmer juga masih tergolong material yang jarang dimanfaatkan untuk menjadi material perancangan produk yang bernilai, khususnya produk untuk interior dan dekorasi sehingga pengolahan limbah marmer dapat diangkat menjadi bahan baku yang mempunyai ciri khas lokal khususnya dari Tulungagung.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, C., Halim, A., Silviana, S. (2016). Pemanfaatan Limbah Marmer Hasil Olahan Industri Batu Marmer pada Bata Ringan *CLC (Cellular Lightweight Concrete)*. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan, Institut Teknologi Adbi Tama Surabaya* 99-106.
- Boga, A. R., & Senol, A. F. (2023). The effect of waste marble and basalt aggregates on the fresh and hardened properties of high strength self-compacting concrete. *Construction and Building Materials, Vol. 363*, 1-18.

- Bourzik, O., Baba, K., Akkouri, N., & Nounah, A. (2022). Effect of waste marble powder on the properties of concrete. *Materials Today: Proceedings Vol. 72*, 3265 - 3269.
- H. Hebhouh, H. Aoun, M. Belachia, H. Houari, E. Ghorbel. 2010. Use of Waste Marble Aggregates in Concrete. *Construction and Building Materials, Vol. 25(3)*, 1167-1171.
- Haslindah, A. I. I. (2020). Proses Pengolaan Limbah Marmer Menjadi Produk Paving Block. *Journal Industrial Engineering And Management, Vol. 1(1)*, 1-5.
- Kuoribo, E., & Mahmoud, H. (2022). Utilisation of Waste Marble Dust In Concrete Production: A Scientometric Review And Future Research Directions. *Journal of Cleaner Production, 374*, 1-18.
- Luo, Y., Bao, S., & Zhang, Y. (2022). Recycling of Granite Powder and Waste Marble Produced from Stone Processing for The Preparation of Architectural Glass–Ceramic. *SSRN Journal*, 1-20.
- Palanisamy, C., Velusamy, S., Krishnaswami, N., Manickam, K., Rathinasamy, L., & Annamalai, I. (2022). Experimental investigation on self-compacting concrete with waste marble and granite as fine aggregate. *Materials Today: Proceedings 65(2)*, 1900-1907.
- Santos, A. D., Sampaio, C. P., & Vezzoli, C. (2009). Cascade approach on recycling for marble and granite product design. *Materials and Design, Vol. 30(2)*, 287-291.
- Setyowati, E. W. (2016). Kuat Tekan Beton Limbah Batu Onix Tulungagung. *Jurnal Media Teknik Sipil, Vol. 14(2)*, 140-146.
- Shani, A., Poria, P., & Ifergan, E. (2021). Patterns of In Situ/Ex Situ Use of Personal Care Amenities by Hotel Guests. *Department of Hotel and Tourism Management, Guilford Glazer Faculty of Business and Management, Ben-Gurion University of the Negev, Beersheba, Israel* 134-147.
- Singh, M., Choudhary, K., Srivastava, A., Sangwan, K. S., & Bhunia, D. (2017). A Study On Environmental and Economic Impacts of Using Waste Marble Powder in Concrete. *Journal of Building Engineering, Vol. 13*, 87-95.
- Valadez-Martínez, L. (2019). Decoration Makes a Home: The Role of Living Room Furnishings in Achieving a Dignified Standard of Living in Urban Mexico. *Journal Contribution, Vol. 32*, 10586-10597.
- Wheeler, C. (1903). *Principles of Home Decoration*. New York: Doubleday, Page & Company.

