

Analisis Biaya dan Dampak Lingkungan dalam Proses Produksi Keramik: Studi Kasus UKM ABC

Maria Magdalena Wahyuni Inderawati*¹, Salomon Quarum Basudewa¹, Riana Magdalena^{1,2}, Ronald Sukwadi¹

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Atma Jaya Catholic University of Indonesia, Jakarta 15345, INDONESIA

²Department of Industrial and Systems Engineering Chung Yuan Christian University, Taoyuan 320314, TAIWAN

Article Info

Abstract

Article history:

Received
26 Juni 2024

Accepted
28 Juni 2024

Keywords:

AHP Methods, Ceramic Manufacturing, Consumer Satisfaction, Green Quality Function Deployment, Waste Recycling

ABC Ceramic Factory conducted the process of producing ceramic floor tiles, distributing them to ceramic shops, and then selling them to consumers. Several processes or stages, from manufacturing to distribution, still leave abandoned waste. This research aims to determine what costs in making ceramics at the ABC Ceramic Factory can be reduced to save on company costs. The methods used are Green Quality Function Deployment and AHP Methods. Based on the data processing results, the ceramic manufacturing process is efficient, and the ceramic color is long-lasting because it has the expected satisfaction values of 0.661 and 0.538. Then, recycling waste is the highest technical response, with a value of 0.24. At the same time, the production process is the stage that produces the most waste, with a value of 0.29, and raw material costs are the costs that can be reduced the most, with the highest value of 4+2-. Therefore, the ABC Ceramic Factory must improve from the manufacturing process to the final product.

1. PENDAHULUAN

Green industry (Industri hijau) dan *Green label* (label hijau) merupakan isu penting di pasar global sebagai respons terhadap meningkatnya kekhawatiran tentang kelestarian lingkungan. Industri hijau mengacu pada kegiatan industri yang ramah lingkungan, berkelanjutan, dan bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Di sisi lain, label hijau mengacu pada sistem sertifikasi atau pelabelan yang menunjukkan suatu produk telah memenuhi standar lingkungan tertentu dan dianggap ramah lingkungan. Industri hijau sangat penting untuk mencapai pembangunan berkelanjutan karena mempromosikan praktik ramah lingkungan dan mengurangi emisi karbon (Fu *et al.*, 2023). Meningkatnya kesadaran tentang masalah lingkungan, konsumen menjadi lebih sadar akan keputusan pembelian mereka dan mencari produk yang memiliki dampak minimal terhadap lingkungan.

Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi peningkatan permintaan yang signifikan untuk produk dengan label hijau. Xu *et al.* (2024) menyatakan bahwa konsumen bersedia membayar lebih untuk produk dengan label hijau karena mereka menganggapnya berkualitas lebih tinggi dan ramah lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa label hijau dapat memengaruhi perilaku konsumen

dan mendorong permintaan pasar terhadap produk yang lebih berkelanjutan.

Menurut Chen *et al.* (2024) implementasi *green technology* akan berpengaruh terhadap penurunan efek rumah kaca. Oleh karena itu banyak industri di seluruh dunia mengevaluasi kembali proses produksi mereka dan mengadopsi metode yang lebih berkelanjutan untuk memenuhi standar lingkungan internasional.

Di Indonesia, pada triwulan I 2022, kinerja positif industri keramik sebagai subsektor dari industri bahan galian nonlogam, tumbuh 1,35% dengan kontribusi 0,47% (y-o-y). Tahun tersebut merupakan momentum kebangkitan sektor industri pengolahan nonmigas, termasuk di dalamnya adalah industri keramik (Administrator, 2022).

Kemajuan dunia industri manufaktur, selain memberikan dampak positif ternyata juga menimbulkan suatu masalah terutama dalam hal lingkungan. Contoh dampak yang ditimbulkan adalah masyarakat yang merasa terganggu akibat timbulnya pencemaran dan pencemaran lingkungan pada kawasan pemukiman disekitarnya (Wibowo *et al.*, 2023). Lingkungan memiliki ekosistem tersendiri yang akan terganggu dengan adanya aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada industri manufaktur, faktor yang paling berpengaruh langsung terhadap lingkungan tentunya adalah

*Corresponding author. Maria Magdalena WI
Email address: wahyuni.inderawati@atmajaya.ac.id

mengenai limbah yang menjadi sisa buangan dari proses pembuatan suatu produk.

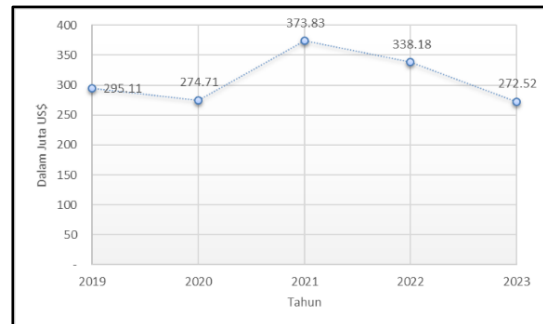
Proses produksi yang dilakukan tersebut akan menyebabkan limbah yang dapat merusak ekosistem lingkungan jika tidak dilakukan penanganan dengan benar, sehingga dengan semakin tingginya jumlah perusahaan industri manufaktur di dunia akan menyebabkan kemungkinan kerusakan lingkungan yang semakin tinggi juga. Di sisi lain, perusahaan tentunya haruslah melihat kebutuhan konsumen atau pelanggan yang harus mereka penuhi sesuai dengan keinginan yang mereka miliki, oleh sebab itulah metode *green quality function deployment* (*Green QFD*) diperlukan untuk memenuhi ekspektasi tersebut.

Penelitian Wu and Ho (2015) menyatakan bahwa perlindungan lingkungan tidak diikutsertakan dalam tahap penelitian dan desain produk yang menyebabkan ketidakseimbangan antara pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan. Penelitian tersebut telah menerapkan *Green QFD* untuk mengintegrasikan fungsi kualitas ramah lingkungan, dan siklus hidup ke dalam desain ramah lingkungan selama penelitian dan proses desain produk. Dalam aktivitas tersebut pengembangan alat penelitian dan desain produk telah mempertimbangkan lingkungan, kualitas, biaya, dan permintaan pelanggan. Dengan demikian desain produk memiliki peran penting dalam atribut teknis, dan selanjutnya dengan sumber daya perusahaan yang terbatas dapat diterapkan pada faktor teknis utama, sehingga pengembangan desain produk selalu mempertimbangkan untuk menyeimbangkan pembangunan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

Dengan dilakukan suatu proses produksi menggunakan metode *Green QFD* maka perusahaan akan dapat menghasilkan perkembangan untuk produk yang mereka hasilkan sesuai dengan keinginan dari konsumen atau pelanggan serta di saat yang bersamaan, mereka akan dapat melakukan pembudayaan lingkungan serta penghematan dari segi biaya untuk proses produksi sebagai salah satu upaya menjaga kelangsungan pembedayaan ekosistem lingkungan yang ada.

Di sisi lain, untuk mendukung proses pengambilan keputusan perlu metode yang dapat membantu menyusun prioritas menggunakan beberapa kriteria (*multi-criteria*). Sebuah penelitian telah sukses mengimplementasikan metode *Analytical Hierarchy Process* (*AHP*) untuk melakukan pengambilan keputusan yang terstruktur dan logis (Wulandari and Bulan, 2019). Hasil yang diberikan menunjukkan perbandingan dari subyek yang diteliti, dengan demikian akan membantu dalam pengambilan keputusan.

Salah satu industri manufaktur yang mendapat sorotan untuk memperhatikan dampak lingkungan adalah industri keramik. Dalam kurun 2019-2023 nilai ekspor industri keramin Indonesia mengalami fluktuasi (Gambar 1). Data menunjukkan bahwa setelah mengalami peningkatan ekspor 2021, selanjutnya berturut-turut pada 2022 dan 2023 mengalami penurunan yang cukup signifikan.



Gambar 1. Nilai ekspor keramik Indonesia 2019-2023 (dalam juta US\$)

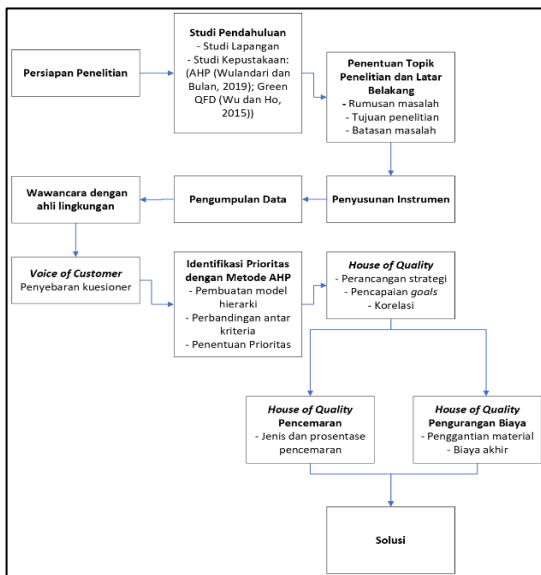
Penurunan ini disebabkan antara lain karena penurunan permintaan di pasar domestik maupun internasional, persaingan dengan pasar global yang mulai menggunakan teknologi industri untuk peningkatan efisiensi dan kualitas produksi termasuk penggunaan mesin-mesin otomatis dan inovasi produk sesuai tuntutan pasar. Penelitian oleh Pakpahan (2012) menemukan bahwa barang sejenis yang masuk dari Tiongkok ke pasar dalam negeri disebabkan karena rendahnya kapasitas produksi dalam negeri akibat keterbatasan peralatan produksi dan rendahnya tingkat pemahaman pengusaha dan pekerja terhadap cara dan teknologi dalam menghasilkan produk yang berkualitas, serta rendahnya mentalitas dan kualitas sumber daya manusia dalam menghadapi tantangan pasar global. Selain itu kebijakan pemerintah termasuk regulasi yang menjadi semakin ketat terkait pengelolaan limbah dan emisi rumah kaca juga memberikan pengaruh pada produksi keramik (UU-RI/32, 2009).

Pabrik Keramik ABC merupakan Usaha Kecil Menengah (UKM) yang melakukan proses produksi keramik. UKM ini memproduksi keramik lantai dan mendistribusikannya kepada toko-toko keramik untuk diteruskan kepada konsumen. Dalam pengamatan penulis, pabrik ini masih melantarkan limbah sisa produksi dalam beberapa proses atau tahap yang ada dari pembuatan hingga pendistribusian produk keramik. Oleh karena itu UKM ABC ini cocok digunakan pada penelitian kali ini. Penerapan *Green QFD* akan memberikan usulan perbaikan proses bisnis agar dapat lebih efektif dan efisien serta dapat berkontribusi dalam pengurangan dampak lingkungan yang disebabkan limbah industri.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu dari sisi responden, hanya menggunakan responden yang merupakan orang yang pernah membeli produk keramik tersebut. Sementara untuk permasalahan lingkungan yang ada terbatas bahwa narasumber yang diwawancara merupakan seorang ahli lingkungan.

2. METODOLOGI

Penelitian diawali dengan studi lapangan dan studi kepustakaan. Studi lapangan menghasilkan rumusan masalah yang menjadi dasar untuk penyusunan strategi untuk mengatasi masalah tersebut. Studi kepustakaan memberikan informasi mengenai instrumen yang dipakai dan metode yang tepat untuk diterapkan dalam penelitian ini. Selanjutnya data dikumpulkan melalui kuesioner maupun wawancara, baik dengan *customer* maupun ahli. Implementasi AHP menghasilkan strategi prioritas yang menjadi solusi untuk permasalahan yang telah teridentifikasi sebelumnya (Gambar 2).



Gambar 2.
Flowchart Penelitian

2.1 PENYUSUNAN DAN PENYEBARAN KUESIONER

Kebutuhan konsumen diperoleh melalui survei *Voice of the Customer* (VOC). Oleh karena itu diperlukan adanya kuesioner yang didistribusikan kepada konsumen. Pertanyaan-pertanyaan dalam kuesioner meliputi:

1. Efisiensi proses pembuatan keramik (kode Q1)
2. Ketahanan warna keramik (kode Q2)
3. Keragaman keramik untuk berbagai keperluan (kode Q3)
4. Daya tahan produk keramik (kode Q4)
5. Harga produk keramik terjangkau (kode Q5)
6. Variasi bahan material keramik (kode Q6)
7. Model yang selalu baru (kode Q7)

8. Produk mudah dibersihkan dan ramah lingkungan (kode Q8)
9. Kesiapan layanan konsumen (kode Q9)
10. Variasi bentuk keramik (kode Q10)

Sebanyak 150 responden diminta untuk memberikan tanggapan pada setiap pertanyaan mengenai kepuasan yang diterima, kepuasan yang diharapkan dan tingkat kepentingan. Skala yang ditetapkan sebagai jawaban:

- | | |
|---------------|------------------|
| 1 Tidak Puas | 1 Tidak Penting |
| 2 Kurang Puas | 2 Kurang Penting |
| 3 Cukup Puas | 3 Cukup Penting |
| 4 Puas | 4 Penting |
| 5 Sangat Puas | 5 Sangat Penting |

Terkumpul sebanyak 150 tanggapan dari responden yang selanjutnya diolah dalam *Green QFD*.

2.2 DISKUSI DENGAN AHLI LINGKUNGAN

Diskusi dengan ahli lingkungan menghasilkan informasi penting yaitu bahan baku (*raw material*) perlu dimaksimalkan untuk menghindari sisa butiran material yang terbuang, transportasi bahan baku yang tidak menyebabkan kerusakan material, pembuangan limbah perlu mendapat perhatian, proses pembakaran menimbulkan konsumsi, limbah padat dalam proses *packaging*, dan distribusi bahan jadi yang dapat menyebabkan produk terbuang karena pecah atau rusak

Selanjutnya ahli lingkungan memberikan bobot atas sembilan kriteria yang paling berdampak pada lingkungan (*impact priorities*) (Alting et al., 1999). Urutan kriteria paling berdampak tercantum dalam Tabel 1. Hasil ini akan digunakan untuk *green house*.

Tabel 1.
Prioritas Berdampak (*Impact Priorities*)

Urutan Prioritas	Kriteria	Kode
1	Human Toxicity (Air)	P1
2	Chronic Ecotoxicity (Soil)	P2
3	Chronic Ecotoxicity (Water)	P3
4	Pengkayaan Nutrisi	P4
5	Global Warming	P5
6	Human Toxicity (Water)	P6
7	Pengkayaan Fotokimia Ozon	P7
8	Acidification	P8
9	Human Toxicity (Soil)	P9

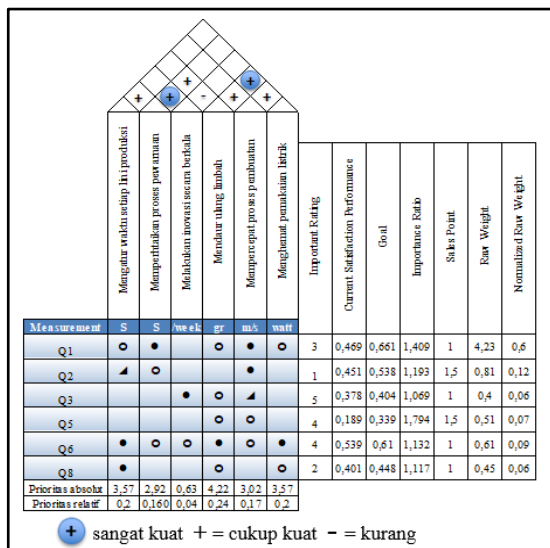
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data dilakukan dengan *software* SPSS. Pengujian validitas dan reliabilitas menunjukkan hasil nilai sig (*2-tailed*) di bawah 0,05 dan alpha 0,7 yang berarti bahwa kuesioner yang digunakan adalah valid dan reliable.

Berdasarkan perhitungan kesenjangan antara harapan dan persepsi yang diterima konsumen diperoleh hasil bahwa pernyataan Q1, Q2, Q3, Q5, Q6 dan Q8 merupakan pernyataan yang perlu mendapat prioritas perhatian atau menjadi atribut yang menjadi titik fokus untuk ditingkatkan.

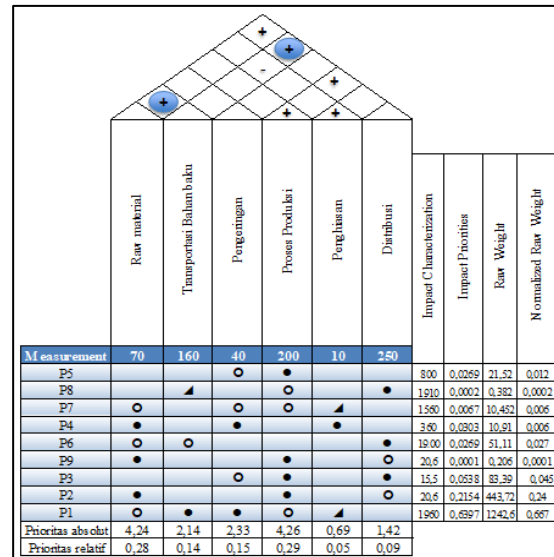
Selanjutnya dilakukan diskusi dengan ahli untuk mendapatkan respon teknis guna meningkatkan atribut-atribut yang masih kurang tersebut. Diskusi mempertimbangkan urutan prioritas berdampak (*Impact priorities*) seperti yang terdapat pada Tabel 1. Respon teknik yang dihasilkan adalah (1) Mengatur waktu setiap lini produksi; (2) memberikan perhatian pada proses pewarnaan; (3) Melakukan inovasi secara berkala; (4) Mendaur ulang limbah; (5) Mempercepat proses pembuatan; dan (6) Menghemat pemakaian listrik.

Perbandingan antara masing-masing pernyataan dengan respon teknis dipertimbangkan untuk mendapatkan skor sebagai berikut: ▲=1 (lemah) ●=2 (sedang) ○=3 (kuat). Nilai dan simbol ini digunakan untuk menghitung prioritas akhir (Gambar 3).



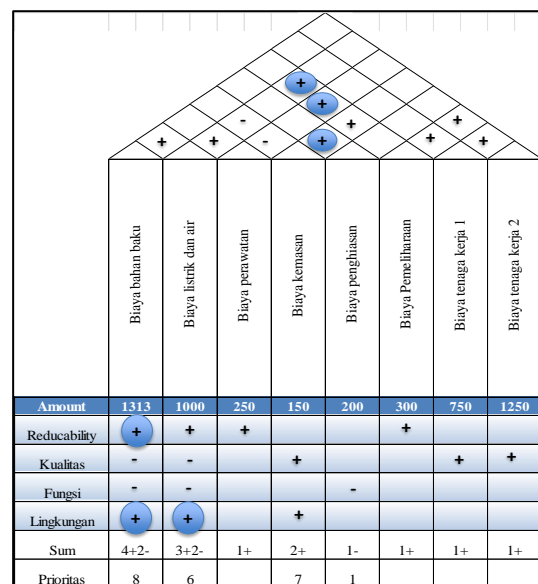
Gambar 3.
House of Quality

Pada matriks ramah lingkungan, limbah yang dihasilkan pada setiap proses produksi dari bahan mentah hingga produk akhir keramik menjadi fokus utamanya, dengan memperhatikan dan memperhitungkan limbah yang dihasilkan pada masing-masing tahap atau proses (Gambar 4).



Gambar 4.
Green House

Selanjutnya pada tahap *cost house* dilakukan analisis kemungkinan pengurangan biaya dengan memperhitungkan dampak positif maupun negatif yang akan ditimbulkan. Lambang positif mengartikan bahwa memungkinkan untuk dilakukannya pengurangan biaya tanpa dampak yang merugikan, sementara lambang negatif mengartikan bahwa akan terjadinya dampak yang merugikan jika dilakukan pengurangan biaya (Gambar 5).



Gambar 5.
Cost house

Berdasarkan hasil perhitungan dari *quality house* yang sudah dibuat, dapat diketahui bahwa proses pembuatan keramik yang efisien merupakan hal yang masih harus ditingkatkan (belum dimiliki) oleh UKM ABC ini, dengan nilai *raw weight* 4,23 yang merupakan nilai paling tinggi dibandingkan dengan kriteria-kriteria penilaian yang lainnya.

Nilai prioritas relatif dapat diketahui bahwa mendaur ulang limbah merupakan respon teknis yang dapat dilakukan UKM ABC dengan nilai 0,24 guna menciptakan proses pembuatan keramik yang efisien. Keduanya memiliki keterkaitan cukup kuat antara proses pembuatan keramik yang efisien serta mendaur ulang limbah, yaitu ketika dilakukan daur ulang limbah tentu akan menciptakan proses pembuatan keramik yang dapat dikatakan efisien.

Pada tahapan pembuatan keramik, proses yang paling banyak menghasilkan limbah adalah proses produksi, dengan nilai prioritas relatif sebesar 0,29 yang menyatakan bahwa dalam proses produksi akan banyak sekali limbah yang dikeluarkan dan dibuang begitu saja.

Sementara untuk pencemaran yang paling banyak dihasilkan adalah *Human Toxicity (Air)* yang menyatakan bahwa pencemaran udara sangat banyak terjadi dalam proses pembuatan keramik ini sehingga berdampak terhadap lingkungan sekitarnya.

Biaya bahan baku yang dikeluarkan oleh UKM ABC cukup mahal karena harus membeli dari *supplier*. Apabila bahan baku dapat diambil sendiri dari alam, maka akan mengurangi biaya bahan baku. Biaya bahan baku sangat penting karena mempengaruhi keseluruhan proses dari produksi keramik.

Dengan dilakukannya pengembangan proses produksi keramik yang menggunakan tenaga matahari untuk pengeringan tentu beresiko menyebabkan beberapa pasir yang dijemur dapat bercampur dengan udara lepas dan menimbulkan polusi udara yang seharusnya dikurangi, meskipun di sisi lain hal tersebut sangat menghemat biaya listrik.

Penggunaan wadah pada setiap tahapan proses produksi tentu akan menimbulkan dampak yang positif bagi perusahaan karena limbah yang dihasilkan dapat tertampung dari seluruh proses dan akan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

Pada dasarnya, sisa-sisa pecahan keramik masih dapat digunakan untuk memproduksi keramik yang lebih ramah lingkungan seperti keramik *linoleum* yang menggunakan kembali pecahan-pecahan keramik tersebut menjadi lantai yang dapat dijual dan digunakan oleh konsumen yang tentunya sangat ramah lingkungan.

Berdasarkan hasil perhitungan dari *quality house* yang sudah dibuat, dapat diketahui bahwa proses pembuatan keramik yang efisien merupakan hal yang masih harus ditingkatkan (belum dimiliki) oleh UKM ABC ini, dengan nilai *raw weight* 4,23 yang merupakan nilai paling tinggi dibandingkan dengan kriteria-kriteria penilaian yang lainnya.

Nilai prioritas relatif dapat diketahui bahwa mendaur ulang limbah merupakan respon teknis yang dapat dilakukan UKM ABC dengan nilai 0,24 guna menciptakan proses pembuatan keramik yang efisien. Keduanya memiliki keterkaitan cukup kuat antara proses pembuatan keramik yang efisien serta mendaur ulang limbah, yaitu ketika dilakukan daur ulang limbah tentu akan menciptakan proses pembuatan keramik yang dapat dikatakan efisien.

Pada tahapan pembuatan keramik, proses yang paling banyak menghasilkan limbah adalah proses produksi, dengan nilai prioritas relatif sebesar 0,29 yang menyatakan bahwa dalam proses produksi akan banyak sekali limbah yang dikeluarkan dan dibuang begitu saja.

Sementara untuk pencemaran yang paling banyak dihasilkan adalah *Human Toxicity (Air)* yang menyatakan bahwa pencemaran udara sangat banyak terjadi dalam proses pembuatan keramik ini sehingga berdampak terhadap lingkungan sekitarnya.

Biaya bahan baku yang dikeluarkan oleh UKM ABC cukup mahal karena harus membeli dari *supplier*. Apabila bahan baku dapat diambil sendiri dari alam, maka akan mengurangi biaya bahan baku. Biaya bahan baku sangat penting karena mempengaruhi keseluruhan proses dari produksi keramik.

Dengan dilakukannya pengembangan proses produksi keramik yang menggunakan tenaga matahari untuk pengeringan tentu beresiko menyebabkan beberapa pasir yang dijemur dapat bercampur dengan udara lepas dan menimbulkan polusi udara yang seharusnya dikurangi, meskipun di sisi lain hal tersebut sangat menghemat biaya listrik.

Penggunaan wadah pada setiap tahapan proses produksi tentu akan menimbulkan dampak yang positif bagi perusahaan karena limbah yang dihasilkan dapat tertampung dari seluruh proses dan akan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan.

Pada dasarnya, sisa-sisa pecahan keramik masih dapat digunakan untuk memproduksi keramik yang lebih ramah lingkungan seperti keramik *linoleum* yang menggunakan kembali pecahan-pecahan keramik tersebut menjadi lantai yang dapat dijual dan digunakan oleh konsumen yang tentunya sangat ramah lingkungan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *Voice Of the Customer* dapat diketahui bahwa kepuasan konsumen sangat terpengaruh dari proses pembuatan keramik yang efisien dan warna keramik yang tahan lama karena memiliki nilai kepuasan yang diharapkan yaitu sebesar 0,661 dan 0,538.

Respon teknis yang harus dikembangkan guna meningkatkan kualitas produk keramik adalah mendaur ulang limbah, menggunakan bahan ramah lingkungan, serta menciptakan lini produksi yang baik dengan masing-masing memiliki nilai prioritas relatif sebesar 0,24; 0,2; dan 0,2.

Prioritas kriteria dari *green house* yang digunakan dapat diketahui bahwa kriteria yang paling berpengaruh adalah kriteria *Human Toxicity (Air)* dengan nilai prioritas sebesar 0,64, yang berarti merupakan pencemaran paling banyak terjadi berdampak pada lingkungan udara.

Proses produksi menjadi tahapan yang menghasilkan limbah paling banyak pada pembuatan produk keramik, dengan nilai prioritas relatif sebesar 0,29.

Hasil *cost house* menunjukkan bahwa biaya bahan baku memiliki dampak atau pengaruh paling besar terhadap keuangan UKM ABC dengan nilai sum 4+2- yang merupakan prioritas tertinggi dibandingkan dengan biaya yang lainnya.

4.1 IMPLIKASI MANAJERIAL

Dari hasil kajian yang telah dilakukan, solusi atau saran yang dapat diusulkan adalah: UKM ABC dapat menggunakan tenaga matahari dan angin alam untuk proses pengeringan, sehingga tidak perlu menggunakan kipas listrik yang tentu saja akan sangat lebih mahal dibanding menggunakan tenaga dari alam.

UKM ABC dapat mendaur ulang kembali sisa limbah proses produksi keramik dengan cara meleburkannya kembali menjadi pasir, sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku, dengan demikian akan mengurangi pengeluaran pengadaan bahan baku awal.

UKM ABC dapat menggunakan jenis pasir yang diolah sendiri, sehingga tidak membutuhkan *supplier* untuk penyediaan bahan baku yang akan sangat berpengaruh bagi keuangan UKM ABC karena bahan baku dari *supplier* memiliki harga yang jauh lebih mahal.

Perusahaan harus menyediakan wadah atau penutup saat melakukan proses produksi keramik, yang mana akan berguna untuk membatasi penyebaran pencemaran udara yang terjadi secara langsung pada lingkungan dan mengotori udara.

4.2 SARAN PENELITIAN SELANJUTNYA

Perbaikan yang dilakukan berdasarkan masukan dari penelitian ini akan mengubah proses bisnis, struktur biaya dan fasilitas yang diperlukan oleh UKM ABC, oleh karena itu perlu dilakukan kajian lebih mendalam untuk mengamati apakah perubahan memberikan dampak signifikan terhadap biaya dan lingkungan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Administrator. 2022. *Realisasi Investasi di Industri Keramik Capai Rp 17,7 Triliun di Semester I-2022* [Online]. Jakarta: Kementerian Perindustrian RI. Available: <https://www.bbk.go.id/berita/brt6359f868637ab> [Diakses tanggal 1 Mei 2024].
- Alting, L., Wenzel, H. & Hauschild, M. Environmental Design of Industrial Products (EDIP), anchoring of the life cycle concept in industry and society. 6th International Seminar on Life Cycle Engineering, 1999 Canada. Queen's University, Kingston, Ontario, 370-379.
- Chen, Y., Ren, S. & Ma, Y. 2024. The impact of eco-preneurship and green technology on greenhouse gas emissions - An analysis of East Asian economies. *Heliyon*, 10, e29083. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29083>
- Fu, C., Liu, Y.-Q. & Shan, M. 2023. Drivers of low-carbon practices in green supply chain management in construction industry: An empirical study in China. *Journal of Cleaner Production*, 428, 139497. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139497>
- Pakpahan, A. K. 2012. Developing the Plered's Ceramic Cluster, West Java by Encouraging Building the Model House and Introducing Kampoeng Keramik. *Procedia Economics and Finance*, 4: 44-53. 10.1016/S2212-5671(12)00319-X
- UU-RI/32 2009. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Wibowo, A., Kusumawati, N. A., Athira, Y. M., Ananda, P. & Antoni, H. 2023. Analisis Dampak Kawasan Industri Terhadap Lingkungan Masyarakat di Kecamatan Gunungputri. *Pemuliaan Hukum*, 5: 119-128. <https://doi.org/10.30999/jph.v5i2.2637>
- Wu, Y.-H. & Ho, C. C. 2015. Integration of green quality function deployment and fuzzy theory: a case study on green mobile phone design. *Journal of Cleaner Production*, 108: 271-280. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.013>
- Wulandari, R. E. & Bulan, S. J. 2019. Penerapan Analytical Herachy Process (AHP) dalam Perangkingan Bengkel Mobil Terbaik di Kota Kupang. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 5: 13-17.
- Xu, Y., Xian, B., Ren, Y., Wang, Y., Lang, L. & Wang, B. 2024. Do carbon labels increase Chinese consumers' willingness to pay for carbon-labeled agricultural products? *Journal of Cleaner Production*, 434: 140299. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140299>