

# Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Konstruksi Pembuatan Genteng Dengan Metode QFD (*Quality Function Deployment*) Dan Uji Kelayakan

Alifan Nanda Mahardika<sup>1</sup>, Wiwiek Fatmawati, S.T., M.Eng<sup>2</sup>, Ir. Irwan Sukendar, S.T., M.T., IPM., ASEAN.Eng<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultang Agung Semarang

<sup>1, 2, 3</sup> Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112

<sup>1</sup>alifannanda@std.unissula.ac.id

**Abstrak** – Indonesia setiap tahunnya menghasilkan sampah plastik sekitar 3,22 juta ton yang tidak terkelola dengan baik. Sekitar 0,48-1,29 juta ton dari sampah plastik tersebut mencemari lautan, lebih spesifik lagi pada provinsi Jawa Tengah khususnya kabupaten Blora sampah plastik setiap tahunnya 128.098,36 ton atau sekitar 350,95 ton dalam sehari. Sedangkan di dukuh Tanduran desa Kemantren kecamatan Kedungtuban kabupaten Blora masyarakat sekitar tidak mempunyai TPS/TPA sehingga sampah-sampah terutama sampah plastik tidak terkordinir dengan baik, menjadikan masyarakat hanya membuang sampah plastik di dekat rumah dan pada akhirnya dibakar, ditimbun, dibuang ke selokan, sungai, dan bahkan terbengkalai. Hal tersebut menimbulkan berbagai dampak masalah lingkungan dan kesehatan.. Penelitian ini bertujuan untuk membuat inovasi dari pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan material pembuatan genteng dimana pembuatan genteng plastik ini akan dikolaborasikan dengan metode QFD ( *Quality Function Deployment* ) agar produk yang dibuat dapat memenuhi keinginan konsumen sehingga produk genteng dari sampah plastik ini dapat diminati banyak orang, selain itu metode uji kelayakan juga digunakan untuk menilai seberapa layaknya genteng dari limbah plastik ini digunakan dan dapat bersaing dengan produk yang sudah ada.

**Kata kunci:** QFD, Genteng, Limbah, Uji, Kelayakan

**Abstract** –Indonesia annually produces around 3.22 million tonnes of plastic waste which is not properly managed. Around 0.48-1.29 million tons of plastic waste pollutes the oceans, more specifically in Central Java province, especially Blora district, plastic waste every year 128,098.36 tons or about 350.95 tons a day. Whereas in the Tanduran hamlet of the Kemantren village, Kedungtuban sub-district, Blora district, the surrounding community does not have a TPS / TPA so that the waste, especially plastic waste is not well coordinated, causing the community to only throw plastic waste near the house and in the end it is burned, dumped, thrown into ditches, rivers , and even neglected. This has resulted in various impacts on environmental and health problems. This research aims to make innovations from the use of plastic waste as a material for making roof tiles where the manufacture of plastic roof tiles will be collaborated with the QFD (*Quality Function Deployment*) method so that the products made can meet consumer desires so that tile products from plastic waste can be of great interest to many people. In addition, the feasibility test method is also used to assess how appropriate tile from plastic waste is used and can compete with existing products.

**Key words:** QFD, Roof, Waste, Test, Appropriateness

## I. PENDAHULUAN

Indonesia setiap tahunnya menghasilkan sampah plastik sekitar 3,22 juta ton yang tidak terkelola dengan baik. Sekitar 0,48-1,29 juta ton dari sampah plastik tersebut mencemari lautan. Angka tersebut akan semakin mengalami peningkatan dikarenakan jumlah penduduk yang semakin bertambah begitu pula dengan kebutuhannya. Padahal limbah plastik sulit terurai, agar bisa dihancurkan oleh alam membutuhkan waktu 50-100 tahun. Pada provinsi Jawa Tengah khususnya kabupaten Blora sampah plastik setiap tahunnya 128.098,36 ton atau sekitar 350,95 ton dalam sehari. Sedangkan di dukuh Tanduran desa Kemantren kecamatan Kedungtuban kabupaten Blora masyarakat sekitar tidak mempunyai TPS/TPA sehingga sampah-sampah terutama sampah plastik tidak terkordinir dengan baik, menjadikan masyarakat hanya membuang sampah plastik di dekat rumah dan pada akhirnya dibakar, ditimbun, dibuang ke selokan, sungai, dan bahkan terbengkalai. Hal tersebut membuat lingkungan sekitar tercemar mulai dari udara akibat pembakaran sampah plastik, pencemaran tanah akibat penimbunan sampah plastik, dan pencemaran sungai. Upaya inovasi atau pemanfaatan yang minim masih kurang untuk mengatasi jumlah plastik yang sudah membludak tinggi, maka diperlukanlah inovasi-inovasi

baru memanfaatkan limbah plastik untuk mengimbangi jumlah pertumbuhan sampah plastik.

Dari uraian tersebut maka perlu adanya pemanfaatan limbah plastik untuk dijadikan sebuah produk yang dalam pemanfaatannya dapat mengurangi jumlah limbah plastik dalam skala besar, salah satunya dengan pencampuran limbah plastik ke dalam struktur material konstruksi. Untuk menunjang fungsi plastik itu sendiri yang ringan dan kedap air maka produk yang tepat adalah dijadikan sebagai bahan material pembuatan genteng atap. Jadi bagaimana caranya memanfaatkan limbah plastik untuk dibuat produk genteng yang kuat, tahan rembesan air, tahan panas, dan tentunya sesuai keinginan konsumen. Penelitian ini akan berfokus pada inovasi pemanfaatan limbah plastik yang dijadikan produk genteng, untuk menunjang hal itu maka perlu adanya kerjasama dengan *home industry* yang berkaitan dan juga penggunaan metode yang bisa menyelaraskan keinginan konsumen dengan produk sehingga dapat diterima pasar. Jadi tujuan dari penelitian untuk memanfaatkan limbah plastik dijadikan sebagai bahan konstruksi atau material pembuatan genteng yang kuat, tahan rembesan air, tahan penyerapan panas, dan sesuai keinginan konsumen dapat terlaksana. Manfaat dari penelitian ini akan membantu mengurangi jumlah limbah plastik, menjaga lingkungan, kesehatan, dan pengetahuan untuk membuat produk genteng dari limbah plastik

## II. TINJAUAN PUSTAKA/ LANDASAN TEORI

Plastik dapat digunakan untuk bahan campuran konstruksi seperti paving, aspal, bata, bahkan konektor-konektor seperti baut juga dapat dicampuri dengan plastik, kekuatan konstruksi seperti bahan struktur pada umumnya meskipun mengandung plastik bahkan condong lebih kuat dan tahan lama. Jenis plastik yang digunakan menyesuaikan dari produk yang akan dibuat [1].

Penelitian genteng Polyethylene Terephthalate dari campuran plastik dan cangkang kerang hijau menjadikan genteng lebih ringan, kuat, mudah dibentuk dan anti karat, sedangkan genteng biasa yang ada di masyarakat memiliki beberapa kelemahan seperti mudah patah, berat dan juga tidak tahan terhadap jamur[2].

Sedangkan untuk metode uji kelayakan material yang berkaitan dengan limbah plastik yaitu penerapan pada beton bahwasannya beton polimer memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan [3]. Uji material dengan metode eksperimen, pengujian yang dilakukan antara lain pengujian agregat, kuat tekan beton, kuat tarik wiremesh dan kuat lentur pelat beton [4]

Metode QFD ( *Quality Function Deployment* ) merupakan metode yang tepat untuk membuat produk karena metode ini dapat menyalurkan keinginan konsumen[5]. Saat ini metode QFD untuk membuat sebuah produk sangat dibutuhkan karena persaingan industri antar perusahaan saat ini semakin meningkat. Sehingga perusahaan semakin berkompetisi untuk dapat memberikan kepuasan kepada pelanggan dengan memenuhi kebutuhan pelanggan yang sesuai harapan atau ekspektasi pelanggan[6].

Lebih rincinya metode *Quality Function Deployment* digunakan untuk mempertemukan apa yang konsumen inginkan kemudian apa yang dapat dilakukan produsen untuk memenuhi keinginan konsumen. Penelitian pengembangan desain produk ini menggunakan kuesioner sebagai alat untuk pengumpulan data. Data tersebut didapat dari konsumen yang bersangkutan untuk kemudian diolah. Setelah mengetahui hasil olah data dari data yang sudah dikumpulkan tersebut kemudian dibuat rumah mutu atau *House of Quality* (HOQ) [7].

Bagian dari metode QFD antara lain VOC (*Voice of Customer* ) yang merupakan tahapan survey agar dapat memperoleh suara pelanggan yang tentu akan memakan waktu dan membutuhkan keterampilan mendengarkan. Proses QFD membutuhkan data pelanggan yang ditulis sebagai atribut-atribut dari produk atau service. Kemudian *Voice of Engineering* (VOE) memuat karakteristik teknis ( *Technical Requirement* ) merupakan suatu produk atau jasa yang direncanakan untuk dikembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. VOE ini biasanya diturunkan dari kebutuhan tahap sebelumnya yaitu VOC [8]. Yang berikutnya adalah House Of Quality (HOQ) merupakan rumah pertama dan bagian dari pengembangan QFD. Pada House Of Quality terdapat WHATs ( *customer requirement/voice of customer* ), HOWs ( *technical requirement* ), matrik hubungan konsumen dan teknis. House of Quality atau rumah kualitas merupakan alat yang digunakan untuk menggunakan struktur QFD [9].

Setelah menggunakan metode QFD untuk menyelaraskan keinginan konsumen dan diaplikasikan kedalam pembuatan produk maka selanjutnya adalah metode uji kelayakan. Uji kelayakan produk memiliki beberapa aspek salah satunya adalah dengan uji kelayakan materialnya. Apakah material yang digunakan dalam produk sesuai atau tidak serta mengukur kekuatan produk dan ketahanan, pengujian genteng akan mengikuti standart yang telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) yang meliputi produk yang meliputi beban, rembesan air, penyerapan air, penyerapan panas, sifat tampak, ukuran, dan sebagainya [10]

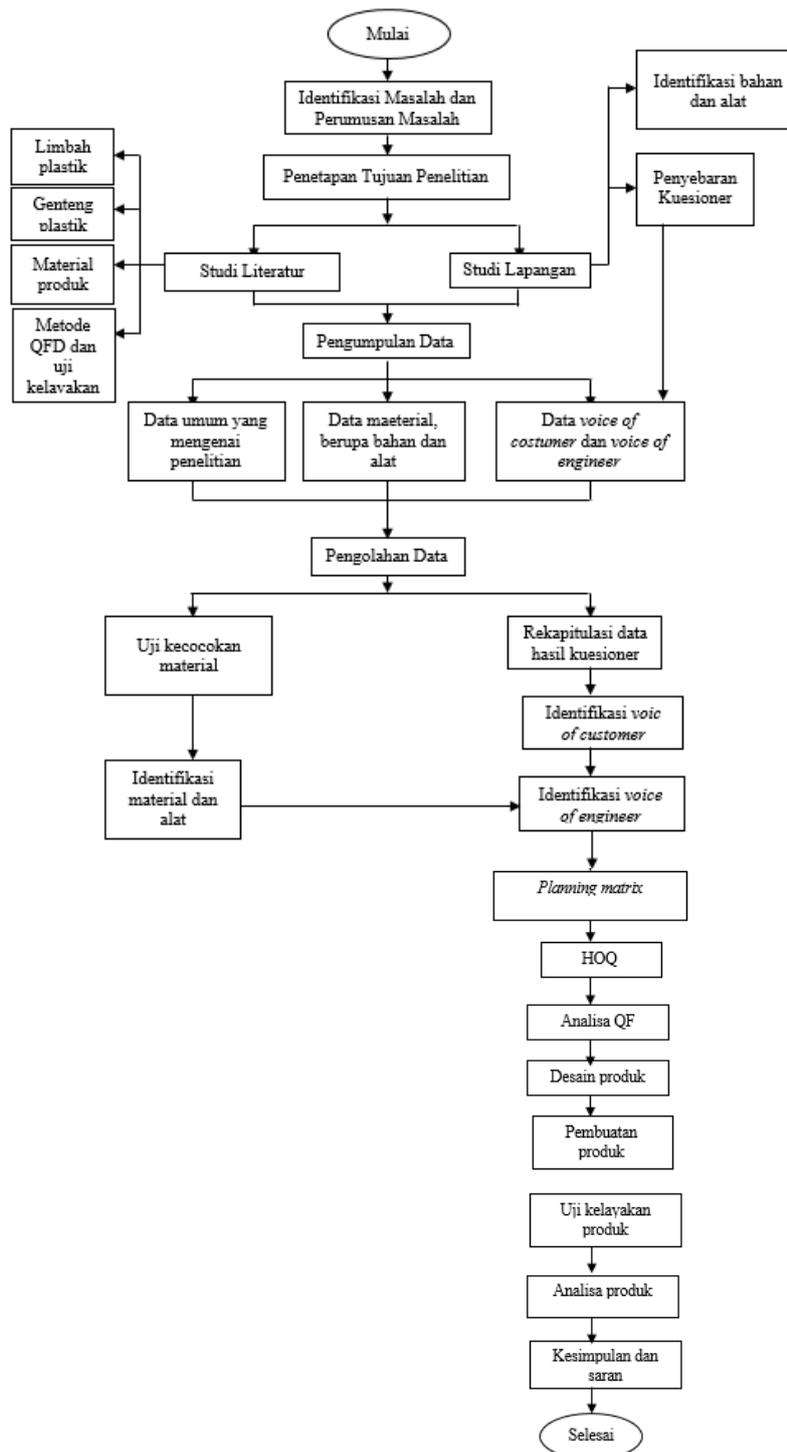
## III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN

### A. Metode Penelitian

#### 1. Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan cara dari peneliti untuk memperkirakan, mengetahui, dan menguraikan apa yang sedang menjadi masalah dalam pencemaran lingkungan dan pada perusahaan untuk diselaraskan dalam penyelesaiannya. Identifikasi masalah dalam penelitian ini terdiri dari:

- a. Observasi Lapangan  
Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi riil masalah pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat akibat limbah plastik, dengan diperolehnya gambaran tersebut diharapkan dapat mengetahui kriteria-kriteria apa saja yang sesuai dengan harapan peneliti dan masyarakat.
  - b. Studi Pustaka  
Studi pustaka dilakukan dengan mencari referensi dari beberapa sumber berupa buku, jurnal, artikel ilmiah, dan website yang dapat mendukung dalam penelitian sehingga kemudian dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan topik.
  - c. Perumusan Masalah  
Perumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana memanfaatkan limbah plastik yang mencemari lingkungan untuk dibuat inovasi yang mempunyai nilai tambah.
2. Pengumpulan Data
- Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan untuk penelitian. Adapun data-data yang dibutuhkan peneliti antara lain :
- a. Data Primer  
Data primer merupakan data utama yang diperoleh dari sumber asli tanpa melalui perantara. Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual maupun kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda maupun lingkungan, dan kejadian atau kegiatan hasil pengujian. Data ini didapat dari metode-metode wawancara kepada pihak-pihak yang terkait seperti masyarakat, pengamat lingkungan, dan beberapa *home industri* yang berhubungan dengan penelitian.
  - b. Data Sekunder  
Data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti secara tidak langsung. Data sekunder tersebut biasanya berbentuk dokumen, file, arsip atau catatan lembaga maupun objek yang terkait dalam penelitian. Data sekunder dalam penelitian ini yaitu penelitian sebelumnya yang hampir serupa, komposisi material, cara pembuatan, dan produk pesaing.
3. Pengolahan Data
- Pengolahan data pada *Quality Function Deployment* yaitu tahap pertama, untuk tahap kedua yaitu analisis kuesioner *Voice of Customer* dan *Voice of Engineer*, tahapan berikutnya pembuatan HOQ. Tahap terakhir yaitu keputusan produk terpilih.
4. Analisa dan Interpretasi Hasil
- Pada tahap ini diberikan analisa terhadap hasil dari pengolahan data yang sudah dilakukan sebelumnya. Analisa yang dilakukan mulai dari pengolahan data sampai pada hasil dari pemilihan produk, pembuatan produk dan uji kelayakan.
5. Kesimpulan dan Saran
- Tahap akhir dari penelitian ini adalah penarikan kesimpulan dari keseluruhan hasil yang telah diperoleh pada langkah-langkah penelitian yang sudah dilakukan. Penarikan kesimpulan merupakan jawaban dari permasalahan yang ada. Selain itu juga akan diberikan saran sebagai masukan yang positif berkaitan dengan hasil penelitian.
- B. Hipotesis
- Berdasarkan literatur dan penelitian yang sudah ada sebelumnya bahwa limbah plastik dapat dimanfaatkan menjadi suatu produk bahan campuran konstruksi salah satunya atap (genteng), dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* dan uji coba kelayakan dapat digunakan untuk merancang maupun mengembangkan produk yang sesuai kebutuhan dan keinginan pelanggan
- C. Diagram alir penelitian
- Diagram alir penelitian dibuat untuk rencana tahapan dalam penelitian mulai dari awal sampai selesainya penelitian. Berikut ini adalah diagram alir penelitiannya:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari kuesioner yang telah dibagikan kepada 30 responden dengan mulai dari kuesioner terbuka dan tertutup dan mengacu kepada metode VOC ( *Voice of Engineer* ) yang disimpulkan pada 10 atribut pokok, yaitu:

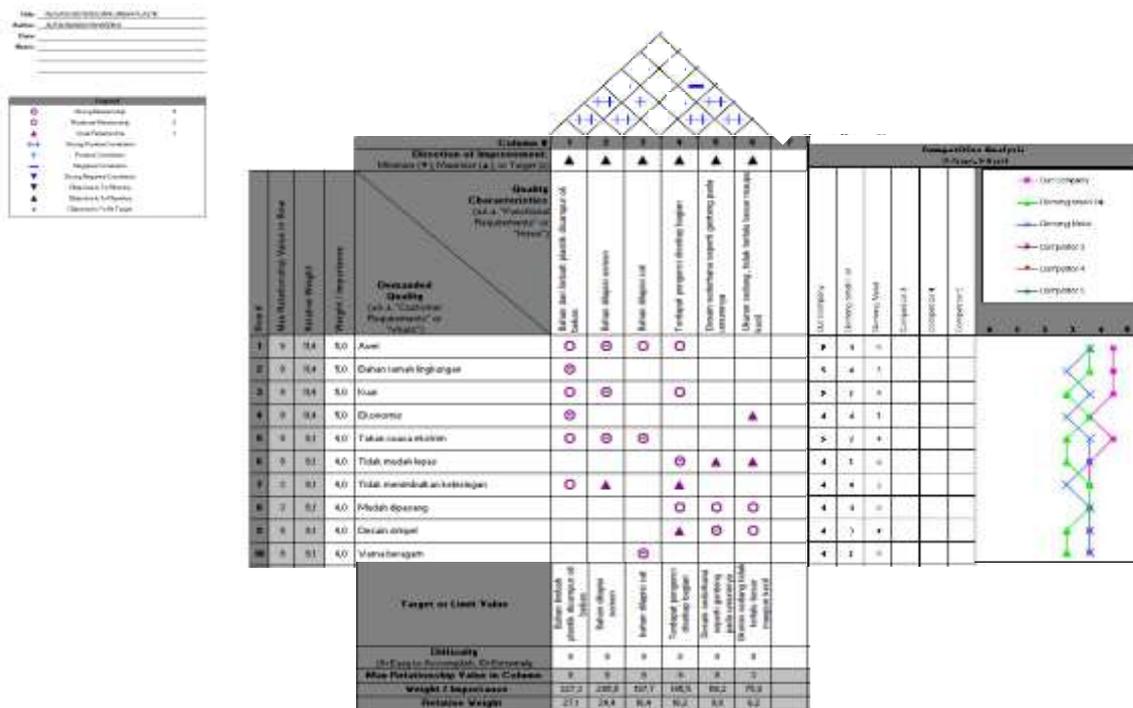
1. Awet
2. Bahan ramah lingkungan

3. kuat
4. Ekonomis
5. Tahan terhadap cuaca ekstrim
6. Tidak mudah lepas
7. Tidak menimbulkan kebisingan
8. Mudah dipasang
9. Desain simpel
10. Warna beragam

*Voice of Engineering* (VOE) memuat karakteristik teknis (*Technical Requirement*) yaitu suatu produk atau jasa yang direncanakan untuk dikembangkan agar dapat memenuhi kebutuhan konsumen. VOE ini biasanya diturunkan dari kebutuhan tahap sebelumnya yaitu VOC. VOE merupakan cerminan dari kemampuan teknik perusahaan dalam memenuhi keinginan konsumen. Adapun VOE yang telah ditentukan oleh perancang guna memenuhi keinginan konsumen yang terdapat pada VOC adalah sebagai berikut:

1. Bahan dari limbah plastik dicampur oli bekas
2. Bahan dilapisi semen
3. Bahan dilapisi cat
4. Terdapat pengunci di setiap bagian
5. Desain simpel
6. Ukuran sedang tidak terlalu besar maupun kecil untuk sebuah genteng
7. Warna menarik

Untuk mengaitkan dan menemu titik antara VOC dan VOE maka dilakukanlah analisis berupa rumah mutu atau HOQ (*House of Quality Deployment*). Berikut merupakan hasil HOQ :



Gambar 3. HOQ

Untuk mewujudkan hasil dari HOQ maka perlu adanya pengujian struktur kandungan komposisi produk genteng plastik agar mendapatkan hasil yang diinginkan, berikut hasil pengujian komposisi yang di dsarkan pada uji yang telah ditetapkan BSN:

**Tabel 1.** Hasil Uji Komposisi genteng plastik

KOMPOSISI	HASIL UJI					
	Beban	Rembesan air	Penyerapan air	Penyerapan panas	Sifat tampak	Ukuran
Plastik 65% + Oli 10% + lapisan semen 5 milli + 1 apisan cat 0,5 milli	Kuat menahan berat 490 N – 588 N	Tidak ada rembesan	Penyerapan air 2,5 %	Penyerapan panas 67%	Tidak ada keretakan	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, tebal 1,8 cm
Plastik 60% + Oli 15% + lapisan semen 7 milli + 1 apisan cat 0,6 milli	Kuat menahan berat 686 N – 784 N	Tidak ada rembesan	Penyerapan air 2,4 %	Penyerapan panas 66%	Tidak ada keretakan	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, 1,8 cm
Plastik 55% + Oli 20% + lapisan semen 4 milli + 1 apisan cat 0,4 milli	Kuat menahan berat 784 N – 882 N	Tidak ada rembesan	Penyerapan air 2,2 %	Penyerapan panas 65%	Tidak ada keretakan	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, 1,8 cm
Plastik 50% + Oli 25% + lapisan semen 3 milli + 1 apisan cat 0,5 milli	Kuat menahan berat 882 N – 980 N	Tidak ada rembesan	Penyerapan air 2%	Penyerapan panas 64%	Tidak ada keretakan	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, tebal 1,8 cm
Plastik 45% + Oli 30% + lapisan semen 5 milli + 1 apisan cat 0,5 milli	Kuat menahan berat 686 N – 784 N	Tidak ada rembesan	Penyerapan air 2,5 %	Penyerapan panas 63%	Tidak ada keretakan	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, tebal 1,8 cm
Plastik 25% + Oli 15% + semen 20% + pasir 15 % + air 15 % + lapisan cat	Kuat menahan berat 392 N – 490 N	Ada sedikit rembesan	Penyerapan air 2,6 %	Penyerapan panas 62%	Ada sedikit keretakan	Panjang 33 cm, lebar 22 cm, tebal 2 cm
Plastik 30% + Oli 20% + semen 30% + pasir 10 % + air 10 % + lapisan cat	Kuat menahan berat 392 N – 490 N	Ada sedikit rembesan	Penyerapan air 2,4 %	Penyerapan panas 61%	Ada sedikit keretakan	Panjang 31 cm, lebar 22 cm, tebal 2 cm

Komposisi produk yang terpilih mengacu pada produk yang memiliki banyak keunggulan merata pada hasil uji dan memenuhi batasan yang telah ditetapkan BSN.Syarat mutu yang ditetapkan BSN diantaranya Sifat tampak dengan tidak ada keretakan, ukuran dengan tebal bagian yang rata min 8 mm dan penumpangan min 6 mm, panjang min 30 mm, lebar min 12 mm, tinggi 9 mm, tidak boleh ada tetesan air dalam waktu 20 jam ± 5 menit, penyerapan air maksimal 10%, dan beban min 800 N untuk  $t < 5$  dengan lebar penutup  $\leq 200$  mm. Komposisi produk yang terpilih adalah plastik 50% + oli 25% + lapisan semen 3 milli + lapisan cat 0,5 milli dengan keunggulan kuat menahan beban 882 N – 980 N, tidak ada rembesan, penyerapan air 2%, menyerap suhu panas 36,5 °c, sifat tampak tidak ada keretakan, dan dengan ukuran panjang 33 cm, lebar 23 cm, tebal rata-rata 1,8 cm.

Berikut ini merupakan perbandingan uji mutu genteng dari limbah sampah plastik dan produk pesaing dimana produk pesaingnya adalah genteng dari tanah liat dan genteng logam atau metal. Dimana pengujian dengan metode eksperimen yang dilakukan secara manual yang kurang lebih mengacu pada SNI yang telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional

**Tabel 2.** Uji Mutu Perbandingan Produk

No	Kriteria	Genteng Limbah Plastik	Produk Pesaing (Genteng Tanah Liat)	Produk Pesaing (Genteng Metal/logam)
1	<b>Beban</b>	Kuat menahan 882 N – 980 N	Kuat menahan 784 N – 882 N	Kuat menahan 784 N – 882 N

2	<b>Rembesan air</b>	Tidak ada rembesan	Ada sedikit rembesan	Tidak ada rembesan
3	<b>Penyerapan air</b>	Penyerapan 1%	Penyerapan 13%	Penyerapan 9%
4	<b>Penyerapan panas</b>	Penyerapan panas 64%	Penyerapan panas 60%	Penyerapan panas 71%
5	<b>Sifat Tampak</b>	Tidak ada keretakan	Ada sedikit keretakan	Tidak ada keretakan
6	<b>Ukuran</b>	Panjang 33 cm, lebar 23,5 cm, tebal 1,8 cm	Panjang 29 cm, lebar 21 cm, tebal 1 cm	Panjang 80-87 cm, lebar 47-80 cm, tebal 0,25-30 cm
7	<b>Kebisingan</b>	Tidak ada kebisingan saat kejatuhan benda	Tidak ada kebisingan saat kejatuhan benda	Menimbulkan kebisingan saat kejatuhan benda
8	<b>Pengunci di setiap bagian</b>	Ada pengunci di setiap bagian	Ada pengunci di setiap bagian	Tidak ada pengunci di setiap bagian

## V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah plastik dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi pembuatan genteng dengan komposisi plastik 50% + oli 25% + lapisan semen 3 milli + lapisan cat 0,5 milli.
2. Dengan menggunakan metode QFD dapat memperoleh hasil produk yang diinginkan konsumen seperti awet, bahan ramah lingkungan, kuat ekonomis, tahan cuaca ekstrim, tidak mudah lepas, tidak menimbulkan kebisingan, mudah dipasang, desain simple, dan warna beragam.
3. Genteng dari limbah plastik per 1  $m^2$  sedikit lebih mahal dibandingkan dengan genteng dari metal atau logam bahkan hampir 2 kali lipat dibandingkan dengan genteng dari tanah liat. Tetapi berdasarkan analisa genteng dari limbah plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu lebih kuat menahan beban., unggul dari penyerapan air. Sifat tampak pada genteng limbah plastik sangat baik dikarenakan tidak ada keretakan, sedangkan genteng dari tanah liat memiliki beberapa keretakan. Item pengunci di genteng plastik dan tanah liat ada. Genteng plastik dan tanah liat tidak menimbulkan. Warna genteng plastik beragam sedangkan genteng logam memiliki sedikit warna pilihan apalagi genteng tanah liat hanya ada 1 warna. Dalam metode QFD dan bisa dilihat dari HOQ pada bagian *competitive analysis* bahwa genteng plastik memiliki banyak sekor yang lebih unggul dari pada genteng logam maupun tanah liat.
4. Dengan adanya genteng yang terbuat dari bahan limbah plastik dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan sampah plastik dengan menggunakan 1 kg per genteng

## Ucapan Terima Kasih

Terimakasih jazakumullah khair barakallah kepada orang tua saya, dosen-dosen, teman-teman, pelaku *Home industry* genteng di keamatan kedung tuban, para pengisi suara kuesioner penelitian genteng limbah plastik, pembuat desain dan cetakan genteng, pengepul sampah plastik, dan semua pihak yang terkait deng penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dadang, "Daur Ulang Sampah Plastik Jadi Bahan Konstruksi," *www.its.ac.id*, 2017. [Online]. Available: <https://www.its.ac.id/news/2017/08/31/daur-ulang-sampah-plastik-jadi-bahan-konstruksi/>. [Accessed: 08-Mar-2020].
- [2] S. N. Pasha, "Mahasiswa Undip Menyulap Limbah Plastik menjadi Genteng," *manunggal.undip.ac.id*, 2018. [Online]. Available: <http://manunggal.undip.ac.id/mahasiswa-undip-menyulap-limbah-plastik-menjadi-genteng/>. [Accessed: 08-Mar-2020].
- [3] A. Suwarno and Sudarmono, "Kajian Penggunaan Limbah Plastik Sebagai Campuran Agregat Beton," *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*, vol. 20, no. 1. pp. 1–10, 2015.
- [4] A. I. Ramadhan, E. Diniardi, and S. H. Mukti, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP," vol. 37, no. 2, pp. 59–63, 2016, doi: 10.14710/teknik.v37n2.9011.
- [5] I. K. Tjahjani and S. Wignjosoebroto, "PERANCANGAN SISTEM PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK DENGAN INOVASI KOMPOSTER YANG ERGONOMIS MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT," 2008.
- [6] I. N. Azizah, R. Lestari, and H. H. Purba, "Penerapan Metode Quality Function Deployment dalam Memenuhi Kepuasan Konsumen pada Industri Komponen Otomotif," vol. 19, no. 2, pp. 127–136, 2018.
- [7] A. Kasan and A. Yohanes, "Improvement produk hammock sleeping bag dengan metode qfd ( quality function deployment)," 2017.
- [8] P. Ardiansah, "Pendy Ardiansah I 1307049 Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik," *Tek. Ind.*, 2012.
- [9] A. W. Wicaksono, "Penerapan Metode QFD Pada Rencana Pengembangan Sekolah Di SMKN 2 Yogyakarta," p. 185, 2013.
- [10] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Genteng beton," 2007.