

ANALISIS PERANCANGAN ALAT BANTU MATERIAL HANDLING PRODUKSI GENTENG MENGGUNAKAN METODE AXIOMATIC HOUSE OF QUALITY (AHOQ)

(Studi Kasus di IKM Genteng Talangsuko, Turen, Kabupaten Malang)

Muhammad Dian Putra¹⁾, Ishardita Pambudi Tama²⁾, Debrina Puspita Andriani³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: mdianputra17@gmail.com¹⁾, kangdith@ub.ac.id²⁾, debrina@ub.ac.id³⁾

Abstrak

IKM genteng Talangsuko is a roof tile producers that was founded in 1980. They can produce 300-350 roof tile in each day. However, the accumulation of material happens frequently due to the limited capacity of drying space. This problem causes the production process to be obstructed, so they need an equipment that can increase the production capacity of the roof tile. Accordingly, the purpose of this research are to determine the design and spesification of the equipment and to determine whether the equipment could increase the production capacity of roof tile. This rearch proposes design of the equipment using the AHOQ method. The result of this research is the specification of the equipment that consist of three components which are rack body, wheels, and the last part is slope arranger for each level of rack. The design of material handling equipment is in the form of multilevel racks with wheels. This equipment may increase the production capacity of roof tile in IKM Genteng Talangsuko especially for the drying process to 2 times from 300-350 to ± 750 roof tiles.

Keywords: Axiomatic House of Quality, Material Handling, Product Design, Roof Tile, Voice of Customer.

1. Pendahuluan

Di era sekarang ini seiring meningkatnya persaingan khususnya dibidang industri manufaktur menuntut setiap perusahaan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan, dan hal tersebut tentunya didukung dengan semakin efektif dan efisiennya suatu proses produksi sebuah perusahaan. Menurut Hidayat, efektivitas adalah suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas,kualitas dan waktu) telah tercapai [1]. Dimana makin besar persentase target yang dicapai, makin tinggi efektivitasnya. Banyak hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi suatu proses produksi, salah satunya dilihat dari penggunaan sarana dan prasarana dalam proses produksi. Menurut Ukrich dan Eppinger, perancangan alat bantu dalam proses produksi dapat menghasilkan manfaat yang cukup signifikan [2]. Oleh karena itu, perancangan alat bantu kerja yang sesuai dengan kebutuhan dari sisi proses produksi untuk menunjang kualitas, kuantitas dan waktu, perlu dilakukan dalam upaya meningkatkan efektivitas dan efisiensi.

IKM Genteng Talangsuko merupakan produsen genteng yang berdiri sejak tahun 1980. IKM ini terletak di Desa Talangsuko, Turen, Kabupaten Malang. IKM ini mampu memproduksi sebanyak 300 sampai 350 genteng dalam sehari. Bahan utama dalam pembuatan genteng ini sendiri adalah tanah liat yang dipasok dari berbagai kota di Jawa Timur.

Proses produksi dimulai dari proses pencampuran bahan baku yang terdiri dari tanah liat dan tanah berpasir. Selanjutnya penggilingan tanah yang sudah dicampurkan pada proses sebelumnya. Setelah itu, tanah liat yang halus tadi dibawa ke tempat percetakan, dimana percetakan menggunakan alat cetak yang dioperasikan secara manual oleh tenaga manusia. Setelah dicetak genteng ditata di rak selama kurang lebih 2 hari gunanya untuk mengurangi kadar air yang mengendap di dalam genteng yang sudah dicetak. Setelah itu genteng dikeluarkan dari rak dan dijemur dibawah terik matahari selama 2 hari. Perpindahan dari rak ke tempat penjemuran dilakukan secara manual oleh tenaga manusia dan ditata di tanah secara satu per satu seperti ditunjukkan oleh Gambar 1.

Setelah dilakukan penjemuran, terakhir adalah proses pembakaran genteng di dalam tungku besar dengan kapasitas tungku sekitar

* Corresponding author. Email : mdianputra17@gmail.com¹⁾, kangdith@ub.ac.id²⁾, debrina@ub.ac.id³⁾

Published online at <http://Jemis.ub.ac.id>

Copyright ©2016 JTI UB Publishing. All Rights Reserved

6000-7000 genteng. Setelah dibakar genteng disimpan di dalam tempat penyimpanan. Permasalahan yang terjadi adalah pada proses percetakan genteng dan proses penjemuran genteng. Dimana proses ini sama-sama membutuhkan banyak ruang untuk meletakkan genteng, akan tetapi karena keterbatasan tempat atau keterbatasan kapasitas yang tersedia menyebabkan seringnya terjadi penumpukan genteng pada salah satu proses tersebut. Kapasitas yang dimiliki saat ini yaitu 700 genteng pada rak percetakan, 300-350 genteng pada proses penjemuran dengan luas area $\pm 25 \text{ m}^2$, dan 6000-7000 genteng pada proses pembakaran.



Gambar 1. Proses Penjemuran Genteng

Selain itu penumpukan juga disebabkan karena cuaca yang kurang mendukung dan mengakibatkan proses penjemuran terhambat, sehingga pada proses penjemuran menjadi lebih lama. Secara normal proses penjemuran membutuhkan waktu 2-3 hari, bila cuaca kurang mendukung proses penjemuran membutuhkan waktu 5-7 hari.

Penumpukan yang terjadi mengakibatkan pada proses produksi yang terakhir yaitu proses pembakaran menjadi terhambat. Jika pada umumnya proses pembakaran dapat dilakukan 1 kali selama 1 bulan, namun dengan terjadinya penumpukan menyebabkan proses pembakaran hanya dapat dilakukan 1 kali selama 2 bulan atau lebih.

Permasalahan lainnya yang terjadi yaitu adanya keluhan dari para pekerja, keluhan ini didasari karena kelelahan yang diterima para pekerja pada saat proses percetakan dan proses penjemuran. Pada proses percetakan, selain mencetak genteng para pekerja juga harus memindahkan genteng ke rak genteng. Pemindahan genteng dilakukan dengan membawa genteng satu per satu setelah mencetak sebanyak 9 genteng. Selain itu, pemindahan genteng juga dilakukan dari rak genteng ke tempat penjemuran, proses inilah yang dirasa oleh para pekerja sebagai pekerjaan

terberat dan berpotensi menimbulkan cedera otot bagi para pekerja.

Pada perancangan pembuatan alat bantu ini akan dilakukan menggunakan metode *quality function deployment* (QFD) sebagai acuan dalam perancangan alat bantu agar sesuai dengan fungsi dan spesifikasi yang diharapkan oleh pekerja genteng. Dalam perancangan alat bantu ini yang akan bertindak sebagai *customer* adalah para pekerja. Menurut Cohen, *House of Quality* (HOQ) adalah suatu kerangka kerja atas pendekatan dalam mendesain manajemen yang dikenal sebagai *Quality Function Deployment* (QFD) [3]. Manchulenko mengungkapkan bahwa dalam pembuatan HOQ membutuhkan waktu serta biaya yang berlebihan, terlebih lagi spesifikasi produk tidak sesuai dengan *Voice Of Customer* (VOC) [4]. Sehingga diperlukan adanya penggunaan metode yang diharapkan lebih baik dalam perancangan dan pengembangan sebuah produk agar spesifikasi produk sesuai dengan VOC.

Axiomatic Design (AD) merupakan sebuah alat atau metode desain yang bertujuan untuk mendefinisikan dasar pengembangan produk dengan menyediakan *mapping technique* antara fungsi kebutuhan produk dan parameter desain. Berdasarkan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa AD dapat membantu agar perancangan dan pengembangan sebuah produk lebih terstruktur, *logical*, dan mengembangkan HOQ dengan fokus pada *design* yang sesuai dengan fungsi produk. Integrasi HOQ dan AD dalam proses pengembangan produk akan dapat mengurangi waktu dan biaya, metode ini disebut dengan *Axiomatic House of Quality* (AHOQ) [4]. AHOQ dapat mengartikan VOC dengan lebih terstruktur dan membantu dalam pengembangan desain menggunakan kebutuhan fungsional dari kostumer. Kebutuhan tersebut akan independen antara satu dengan yang lain, mengizinkan perubahan desain tanpa memberikan pengaruh terhadap kebutuhan desain yang lain.

Berdasarkan penjelasan diatas maka dilakukan perancangan alat bantu dengan menggunakan model integrasi antara AD dan HOQ. Harapannya dengan perancangan alat bantu ini dapat memberikan desain yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan oleh pekerja dan dapat mengurangi jumlah antrian material yang menumpuk pada salah satu stasiun proses produksi dan meningkatkan efisiensi pada kegiatan pemindahan genteng.

2. Metode Penelitian

Menurut Sugiyono, terdapat beberapa jenis metode penelitian yang dikelompokkan sebagai metode untuk karya ilmiah, yaitu metode eksperimental, metode deskriptif, dan metode evaluatif [5]. Penelitian ini menggunakan metode penelitian evaluatif. Penelitian evaluatif adalah suatu penelitian yang diupayakan untuk mengevaluasi proses uji coba pengembangan suatu produk. Penelitian evaluatif dimaksudkan untuk mengukur keberhasilan suatu program, produk atau kegiatan tertentu. Objek dari penelitian ini adalah IKM Genteng Talangsuko yang terletak di Desa Talangsuko, Turen, Kabupaten Malang. Tahap-tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1 Tahap Penelitian Pendahuluan

Tahap penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Studi literatur diperlukan untuk mencari informasi guna menunjang penelitian yang dilaksanakan. Studi literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal, artikel, internet, dan pustaka lain yang menunjang penelitian ini. Sehingga dengan studi literatur ini, diperoleh secara teori mengenai metode yang tepat untuk pemecahan permasalahan / topik yang dibahas.
2. Studi Lapangan
Metode ini digunakan dalam pengumpulan data, dimana peneliti secara langsung terjun pada proyek penelitian. Studi lapangan bermanfaat bagi peneliti karena dapat memberikan gambaran jelas tentang objek penelitian. Cara-cara yang dipakai dalam studi lapangan pada penelitian ini adalah *interview*, *observasi*, dan dokumentasi

2.2 Tahap Perencanaan Penelitian

Tahap perencanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan studi lapangan terhadap objek penelitian dan studi literatur tentang permasalahan yang dihadapi. Pengamatan di lapangan dan wawancara dengan pihak pemilik IKM dan pekerja di IKM Genteng Talangsuko. Kemudian dari studi literatur akan dipilih metode

yang bisa digunakan untuk memecahkan masalah sesuai dengan keadaan yang ada.

2. Merumuskan Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah dengan seksama, lalu dilanjutkan dengan merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan di lapangan.

3. Menentukan Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan. Hal ini berfungsi untuk menentukan batasan yang perlu dipahami dalam pengolahan data dan analisis pembahasan pada penelitian. Manfaat penelitian adalah sesuatu yang didapatkan setelah tujuan tercapai.

2.3 Tahap Pelaksanaan dan Analisis Penelitian

Tahap pelaksanaan dan analisis penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data
Data yang dikumpulkan adalah data internal yang didapatkan dari observasi langsung dan penyebaran kuisioner terbuka kepada para pekerja di IKM genteng Talangsuko. Selanjutnya mengumpulkan data eksternal berupa data historis yang merupakan arsip atau dokumen perusahaan yang berhubungan dengan penelitian.
2. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan,
Dari hasil kuisioner terbuka didapatkan beberapa kebutuhan yang didapatkan dari responden kemudian direkap menjadi *Customer attribute* (CA), yaitu domain yang menampung kebutuhan dari sudut pandang pengguna.
3. Menetapkan spesifikasi dan target ,
Pada tahap ini menentukan spesifikasi dan target dimulai dengan menambahkan *functional requirements*, menambahkan ukuran dari *customer attribute* dan desain parameter.
4. Menyusun model integrasi antara *house of quality* dan *axiomatic design*
Dalam menyusun model terdapat beberapa langkah yaitu:
 - a. Merumuskan desain matriks antara FR dan DP.
 - b. Mengkorelasikan antar DP.
 - c. Menambahkan *constraints* dan bagaimana hubungannya terhadap DP.

- d. Mengevaluasi model *Axiomatic House of Quality* (AHOQ) yang sudah dirangkai dari hasil tahap-tahap sebelumnya.
5. Mengembangkan konsep desain produk
Mengembangkan konsep desain artinya membuat beberapa konsep desain sesuai dengan spesifikasi dan target yang sudah ditentukan pada model integrasi antara *house of quality* dan *axiomatic design* selain itu juga dibantu dengan mencari informasi mengenai produk, kemudian membuat *morphology chart*.
6. Memilih konsep desain produk
Dalam memilih konsep produk kita membandingkan beberapa konsep desain produk yang sudah ditentukan kemudian membuat matriks *screening method* dan matriks *scoring method*.
7. Menguji konsep produk
Mengumpulkan respon langsung terhadap deskripsi konsep produk kepada pihak terkait terhadap konsep desain yang telah dipilih pada tahap yang sebelumnya.
8. Menentukan desain dan spesifikasi akhir
Menetapkan spesifikasi dan desain akhir konsep produk dan membuat perbaikan desain jika diperlukan.
9. Analisis dan pembahasan
Melakukan analisis terhadap desain yang sudah terpilih dengan hasil pengujian konsep yang sudah didapatkan.

2.4 Tahap Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan data, analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini. Hal ini mengacu pada tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya, sekaligus saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

3.1 Gambaran Umum IKM Genteng Talangsuko

Sentra IKM Genteng Talangsuko merupakan suatu klaster industri yang memproduksi genteng dan wuwung dari bahan tanah liat. Inisiasi pendirian sentra IKM Genteng Talangsuko dilakukan oleh Ayah dari Pak Edy pada tahun 1983. Sampai saat ini, produk yang dihasilkan oleh Sentra IKM Genteng Talangsuko tidak terbatas pada

genteng, melainkan juga wuwung bulat dan wuwung kotak. Harga produk genteng dan wuwung yang ditawarkan di Talangsuko berkisar antara Rp750,00 hingga Rp1.500,00 per unit.

3.2 Proses Produksi

Alur atau proses produksi sebelumnya sudah sedikit diulas pada bab latar belakang, untuk lebih detailnya akan dijelaskan pada bab ini. Berikut merupakan alur atau proses produksi IKM Genteng Talangsuko:

1. Pencampuran
Tahap pertama dalam proses produksi genteng adalah pencampuran bahan baku yang terdiri dari tanah liat dan tanah berpasir.
2. Penggilingan
Tahap yang kedua adalah proses penggilingan tanah yang sudah dicampur. Penggilingan ini dilakukan untuk memadatkan campuran tanah sehingga campuran tanah selanjutnya dapat dibentuk sesuai dengan bentuk genteng yang diinginkan.
3. Press
Setelah dilakukan penggilingan selanjutnya dilakukan proses *press* untuk membentuk genteng atau *wuwung* sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Pada proses *press* ini terdapat kegiatan pemindahan genteng, dimana pemindahan genteng dilakukan secara manual dengan membawa satu per satu genteng setelah mencetak sebanyak 9 genteng.
4. Penjemuran
Proses selanjutnya adalah penjemuran. Proses ini dilakukan dengan menata genteng pada halaman terbuka untuk mendapatkan panas sinar matahari dengan lebih optimal.
5. Pembakaran
Proses yang terakhir adalah pembakaran menggunakan tungku dengan bahan bakar kayu sengon. Proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 10-12 jam.

3.3 Pengumpulan Data

3.3.1 Observasi Langsung dan Wawancara

Dari hasil observasi dan wawancara yang dilakukan peneliti kepada pihak-pihak yang terkait pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa kebutuhan terhadap proses

produksi genteng yang saat ini biasa dilakukan, khususnya pada kegiatan penanganan genteng saat akan dijemur. Kebutuhan tersebut didapat dari permasalahan yang dialami oleh para pekerja. Berikut ini merupakan hasil observasi dan wawancara yang didapatkan:

1. Kegiatan pemindahan genteng merupakan kegiatan yang paling mengurus tenaga
2. Perubahan cuaca mempengaruhi proses pembuatan genteng
3. Kapasitas yang bisa ditampung pada tempat penjemuran terbatas
4. Mungkin alat bantu yang dirancang nantinya memiliki roda sehingga memudahkan untuk para pekerja

3.3.2 Penyebaran kuesioner terbuka

Penyebaran kuisiioner ini sendiri dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan dalam hal ini para pekerja. Jumlah kuisiioner yang dibagikan sebanyak 13 rangkap yang dibagikan kepada para pekerja IKM genteng Talangsuko. Kuisiioner yang dibagikan berupa kuisiioner terbuka yang berisi pertanyaan untuk mengetahui pendapat atau kebutuhan para pekerja atau pemilik IKM terhadap proses produksi genteng saat ini. Berikut merupakan pertanyaan yang ada pada kuisiioner terbuka:

1. Bagaimana menurut pendapat anda mengenai kondisi yang ada sekarang pada kegiatan pemindahan genteng?
2. Apa yang menjadi kelebihan dari kegiatan pemindahan genteng saat ini?
3. Apa yang menjadi kekurangan dari kegiatan pemindahan genteng saat ini?
4. Apa perbaikan yang anda harapkan ada untuk dapat membantu kegiatan pemindahan genteng yang saat ini biasa dilakukan?

Setelah menyebarkan kuisiioner, selanjutnya adalah merekap hasil kuisiioner terbuka tersebut. Rekap hasil kuisiioner ditunjukkan pada Tabel 1.

3.4 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Proses identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian yang integral dari proses pengembangan produk, dan merupakan tahap yang mempunyai hubungan erat dengan proses penurunan konsep, seleksi konsep, dan menetapkan spesifikasi produk. Identifikasi kebutuhan pelanggan ini dilakukan untuk mengumpulkan apa saja yang menjadi kebutuhan pelanggan yang dalam hal ini para

pekerja terhadap obyek penelitian. *Customer attribute* merupakan bentuk interpretasi pernyataan pelanggan yang sebelumnya didapatkan dari hasil observasi langsung dan wawancara serta dari hasil kuisiioner terbuka.

Tabel 1. Rekap Hasil Kuisiioner

No	Jawaban	Frek
1.	Seadanya atau seperti yang sudah dilakukan orang tua terdahulu	5
	Pemindahan genteng saat ini sangat mengurus tenaga karena semua dilakukan dengan mengangkat genteng ke tempat penjemuran	3
	Pemindahan secara manual memakan banyak waktu	7
	Membutuhkan tempat yang luas	2
	Mudah dilakukan	4
2.	Semua dilakukan menggunakan tenaga/manual, jadi tidak perlu mengeluarkan biaya	9
3.	Mengurus tenaga (capek)	9
	Resiko kerusakan genteng lebih banyak	1
	Jika terjadi mendung, lama dalam pengangkatan genteng	3
	Memakan waktu yang cukup banyak saat pemindahan ke tempat penjemuran genteng	7
	Sedikit lebih rumit	3
4.	Yang membantu memperingan pekerjaan produksi dalam hal ini pengeringan	5
	Kami berharap pemindahan genteng dapat dilakukan dengan cepat	6
	Mengurangi kerusakan saat pemindahan genteng	1
	Tidak begitu mengurus tenaga	7
	Dibutuhkan alat yang praktis saat menjemur	3

Namun tidak harus semua hasil dari observasi langsung dan wawancara diinterpretasikan menjadi *Customer Attribute*. Berikut merupakan pernyataan pelanggan dan hasil interpretasinya menjadi *customer attribute*. Tabel 2 merupakan CA pada penelitian ini.

Alat bantu dapat meringankan pekerjaan disini maksudnya alat bantu dirancang sehingga kegiatan pemindahan genteng tidak dilakukan secara manual dengan memindahkan genteng satu per satu. Alat bantu mudah untuk dipindahkan disini maksudnya adalah untuk menghilangkan proses pemindahan tambahan yang dilakukan oleh para pekerja ketika cuaca

kurang mendukung dan untuk kemudahan dalam mobilitas alat bantu itu sendiri.

Tabel 2. Customer Attributes

No	Customer Attribute
1	Alat bantu dapat meringankan pekerjaan
2	Alat bantu mudah untuk dipindahkan
3	Alat bantu dapat meningkatkan kapasitas tempat penjemuran
4	Alat bantu dapat mempercepat kegiatan pemindahan genteng
5	Alat bantu mudah untuk dioperasikan
6	Alat bantu dapat menjaga kualitas genteng

Alat bantu dapat meningkatkan kapasitas tempat penjemuran berarti kapasitas yang dapat ditampung pada tempat penjemuran dapat meningkat.

Alat bantu dapat mempercepat kegiatan pemindahan genteng berarti dengan adanya alat bantu ini kegiatan pemindahan genteng menjadi lebih cepat. Lebih cepat disini memang tidak diukur menggunakan waktu, akan tetapi lebih cepat disini dijelaskan dengan banyaknya genteng yang dapat dipindahkan dalam sekali angkut dengan alat bantu. Selanjutnya alat bantu mudah dioperasikan disini menjelaskan kebutuhan para pekerja yang mengharapkan alat bantu yang dirancang tidak memiliki mekanisme khusus dalam penggunaannya nanti. Terakhir alat bantu menjaga kualitas genteng disini bukan menjaga kualitas secara kekuatan dan kekerasan genteng, akan tetapi menjaga kualitas genteng disini adalah untuk mengurangi intensitas seringnya genteng disentuh oleh tangan manusia.

3.5 Penetapan spesifikasi dan target

3.5.1 Penentuan functional requirements

Setelah rekap data customer attribute, selanjutnya adalah membuat domain functional requirements. Functional requirements merupakan domain yang menampung semua fungsi yang ingin dicapai dari suatu desain atau produk. Domain ini didapatkan berdasarkan pernyataan pada domain customer attribute. Pada bab Axiomatic Design dijelaskan bahwa terdapat 2 aksioma, aksioma pertama adalah independensi fungsi. Maksudnya adalah idealnya suatu perubahan pada suatu desain parameter yang spesifik hanya memiliki efek pada satu fungsi saja, atau dalam bahasa yang lebih mudah dipahami maksudnya setiap functional requirements terpisah antara satu dengan yang lainnya. Tabel 3 merupakan FR

berdasarkan CA yang telah dibuat sebelumnya.

Tabel 3. Functional Requirement

Customer Attribute	Functional Requirement
Alat bantu dapat meningkatkan kapasitas tempat penjemuran	1. Menampung banyak genteng
Alat bantu dapat mempercepat kegiatan pemindahan genteng	
Alat bantu mudah untuk dipindahkan	2. Mudah untuk dipindahkan
Alat bantu dapat meringankan pekerjaan	3. Mudah dioperasikan
Alat bantu mudah untuk dioperasikan	
Alat bantu dapat menjaga kualitas genteng	

Ketiga FR yang harus terpenuhi dan masing-masing fungsi sebisa mungkin terpisah antara satu dengan yang lainnya. Masing-masing *functional requirements* harus dapat diukur keberhasilannya. FR1 (menampung banyak genteng) dapat diukur dari kapasitas genteng yang dapat ditampung alat bantu itu sendiri. FR2 (mudah untuk dipindahkan) dapat diukur dari waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan sejumlah genteng. FR3 (mudah dioperasikan) dapat diukur dari jumlah genteng yang rusak/cacat ketika menggunakan alat bantu tersebut. Apabila dari fungsi-fungsi tersebut terdapat keambiguan, maka dekomposisi perlu dilakukan untuk memperjelas tujuan desain yang hendak dicapai menjadi *functional requirements*, seperti penjabaran dibawah ini:

FR_1 = Alat bantu menampung banyak genteng

FR_{11} = Alat bantu meningkatkan kapasitas tempat penjemuran

3.5.2 Penentuan Constraints

Penentuan constraints merupakan tahap terpenting dari semua tahap pengembangan produk, karena berfungsi sebagai kontrol. Baik model AD maupun HOQ samasama menggunakan constraints sebagai kontrolnya walaupun cara mendapatkannya berbeda. Pada penelitian ini menggunakan limits constraints, dimana pada buku Ulrich disebutkan sebagai

nilai marginal. Berikut merupakan identifikasi constraints dari beberapa functional requirements:

FR_1 = Alat bantu menampung banyak genteng

Berdasarkan hasil diskusi dengan koordinator IKM genteng Talangsuko, jumlah genteng yang diharapkan dapat ditampung dalam alat bantu sebanyak 42 genteng. Jumlah itu didapatkan dengan mempertimbangkan luas area pada tempat penjemuran agar jumlah yang dapat ditampung pada tempat penjemuran memenuhi kebutuhan pemilik IKM genteng dan dapat meminimalisir penumpukan material yang sering terjadinya pada proses penjemuran.

3.5.3 Penentuan Parameter Desain

Setelah menentukan constraints, langkah selanjutnya adalah menentukan desain parameter (DP). Agar memenuhi aksioma pertama, maka sebisa mungkin setiap FR diselesaikan dengan 1 DP. Tujuan dari DP adalah untuk mempresentasikan elemen fisik atau variabel desain yang memenuhi FR yang telah ditentukan. Pada Tabel 4 disebutkan DP dari FR alat bantu material *handling* produksi genteng.

Tabel 4. Design Parameters

No	FR	No	DP
FR_{11}	Alat bantu meningkatkan kapasitas tempat penjemuran	DP_{11}	Rak bertingkat
FR_2	Alat bantu mudah untuk dipindahkan	DP_2	Roda
FR_3	Alat bantu mudah dioperasikan	DP_3	Sistem tuas

DP_{11} menjelaskan bahwa untuk dapat memenuhi FR_{11} dibutuhkan luas area pada alat bantu sehingga dapat menampung sejumlah genteng namun tidak menghabiskan banyak luas area pada tempat penjemuran. DP_2 dipilih untuk memenuhi FR_2 karena alat bantu yang diharapkan nantinya memiliki kemampuan mobilitas yang tinggi. Selain digunakan pada proses penjemuran, alat bantu ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai tempat meletakkan genteng setelah proses mencetak genteng. Tujuannya adalah untuk memaksimalkan kapasitas genteng yang dapat ditampung pada tempat penyimpanan genteng sementara. DP_3 merupakan elemen fisik yang digunakan untuk memenuhi FR_3 . Sistem tuas

disini maksudnya adalah pengatur kemiringan genteng yang dibutuhkan pada proses pengeringan agar para pekerja tidak perlu untuk membolak-balik genteng. Kegiatan membolak-balik genteng bertujuan untuk meratakan tingkat kekeringan genteng.

3.5.4 Penyusunan Axiomatic House Of Quality

AHOQ dapat mengartikan *Voice of Customer* (VOC) dengan lebih terstruktur dan membantu dalam pengembangan desain menggunakan kebutuhan fungsional dari kostumer. Kebutuhan yang dimaksud tersebut akan independen antara satu dengan yang lain dan mengizinkan perubahan desain tanpa memberikan pengaruh terhadap kebutuhan desain yang lainnya.

1. Perumusan matriks desain

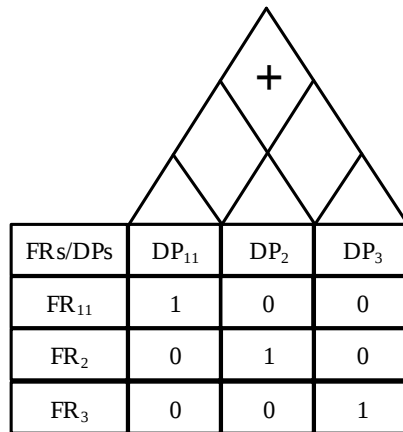
Matriks desain digunakan untuk menggambarkan hubungan antara Desain Parameters (DPs) dan *Functional Requirements* (FRs) secara visual dan perhitungannya. Identifikasi dari hubungan tersebut dibutuhkan untuk memastikan bahwa tidak ada pelanggaran terhadap independensi fungsi. Metodologi yang digunakan pada matriks desain mengikuti metodologi yang digunakan pada model *Axiomatic Design*, dimana FRs dan DPs dapat digambarkan menggunakan bentuk vector. Tabel 5 merupakan matriks hubungan antara DP dan FR.

Tabel 5. Matriks Desain

FRs/DPs	DP_{11}	DP_2	DP_3
FR_{11}	1	0	0
FR_2	0	1	0
FR_3	0	0	1

2. Korelasi antar desain parameter

Pada model HOQ, korelasi matriks digunakan untuk menggambarkan hubungan antar *technical requirements* pada suatu model. Namun dalam model AHOQ, hal ini dilakukan lebih untuk mengetahui dependensi antar DPs, jika terdapat dependensi, maka penting untuk menentukan dependensi tersebut merupakan dependensi positif atau dependensi negatif. Gambar 2 merupakan korelasi antar desain parameter.



Gambar 2. Korelasi Antar Desain Parameter

Korelasi yang terdapat dalam Gambar 2 merupakan dependensi positif antara rak bertingkat (DP₁₁) dengan sistem tuas pada masing-masing tingkat rak (DP₃), dimana jumlah tuas tergantung dengan seberapa banyak jumlah tingkat pada rak. selain hubungan dependensi antara DP₁₁ dan DP₃ sudah tidak ada lagi hubungan antar DP yang menunjukkan dependensi desain.

3. Penambahan *constraints*

Pada tahap sebelumnya, CAs diidentifikasi sebagai *constraints* dan tidak dimasukkan ke dalam model pada saat perumusan matriks desain. Pada tahap ini *constraints* tersebut dimasukkan ke dalam model untuk mengetahui pengaruh *constraints* yang ada terhadap desain parameter. Penambahan *constraints* dalam model AHOQ terletak dibawah daftar FRs. Satu-satunya *constraints* pada Gambar 3 dalam model ini adalah kapasitas ideal dari alat bantu. *Constraints* tersebut tidak memiliki pengaruh terhadap Roda 360 derajat (DP₂) dan sistem tuas pada masing-masing tingkat rak (DP₃). *Constraints* tersebut memiliki pengaruh terhadap rak bertingkat (DP₁₁), namun pengaruh tersebut dapat diterima. Maksudnya DP₁₁ yang berupa rak bertingkat nantinya harus dapat menampung sebanyak 42 unit genteng.

4. Evaluasi model AHOQ

Evaluasi ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap kebutuhan customer terpenuhi dalam desain yang akan dibuat. Dari model akhir dapat dilihat bahwa model tidak memerlukan perbaikan model desain. Hal ini dibuktikan dengan:

FRs/DPs	DP ₁₁	DP ₂	DP ₃
FR ₁₁	1	0	0
FR ₂	0	1	0
FR ₃	0	0	1
Constraints			
Menampung 42 genteng	Y	N	N

Gambar 3. Constraints

- Matriks desain yang merupakan *uncoupled design* atau matriks ideal, maksudnya masing-masing FRs hanya memiliki 1 hubungan terhadap DPs.
- Korelasi antar desain parameter merupakan dependensi positif, maksudnya ketergantungan yang terjadi antar DPs memiliki pengaruh positif pada masing-masing DPs.
- constraints* yang ada tidak mempengaruhi desain parameter pada model desain yang telah ada.

3.6 Pengembangan Konsep Desain Produk

Pada tahap ini akan dilakukan studi spesifikasi dari konsep dan alternatif konsep. Rancangan alternatif konsep dapat dilihat pada morphological chart dalam Tabel 6 berikut:

Tabel 6. Morphological Chart

No	FR	Alternatif Konsep		
		A	B	C
1.	Alat bantu meningkatkan kapasitas tempat penjemuran			
2.	Alat bantu mudah untuk dipindahkan			
3.	Alat bantu mudah untuk dioperasikan	Sistem Katrol	Handle Tuas	-

Kombinasi yang mungkin dapat dilakukan adalah sebanyak 18 alternatif konsep. Ulrich menjelaskan dalam bukunya jumlah minimal untuk dijadikan sebagai alternatif konsep adalah sebanyak 3 alternatif konsep. Pada penelitian ini dipilih 4 alternatif konsep yang mungkin dapat direalisasikan. Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7 merupakan alternatif konsep dari *morphological chart*.



Gambar 4. Konsep 1



Gambar 5. Konsep 2



Gambar 6. Konsep 3



Gambar 7. Konsep 4

3.7 Pemilihan konsep desain produk

Seleksi konsep merupakan proses pemilihan konsep dengan pertimbangan kebutuhan pelanggan dan kriteria lainnya, membandingkan kekuatan dan kelemahan konsep dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan atau pengembangan lebih lanjut. Terdapat 2 tahapan metodologi pemilihan konsep, tahapan pertama disebut *screening method*. *Screening method* merupakan penyempitan serangkaian alternatif konsep yang sedang dipertimbangkan. Tahapan yang kedua disebut *scoring method*, *scoring method* disini merupakan sebuah analisis konsep untuk memilih salah satu konsep yang memungkinkan untuk membawa kesuksesan pada sebuah produk. Kriteria yang digunakan untuk dijadikan dasar penilaian dalam pemilihan konsep sesuai dengan kebutuhan pelanggan pada CAs yang telah ada. Tabel 7 merupakan matriks *screening method*.

Tabel 7. Matriks *Screening Method*

No	Kriteria	Alternatif Konsep			
		1	2	3	4
1.	Alat bantu dapat meringankan pekerjaan	0	-	-	+
2.	Alat bantu dapat meningkatkan kapasitas tempat penjemuran	0	+	-	+
3.	Alat bantu dilengkapi dengan roda	0	-	+	-
4.	Alat bantu dapat mempercepat kegiatan pemindahan genteng	0	0	-	0
5.	Alat bantu mudah untuk dioperasikan	0	+	-	+
6.	Alat bantu dapat menjaga kualitas genteng	0	0	+	0
Jumlah +		0	2	2	4
Jumlah -		0	2	4	1
Jumlah 0		6	2	0	1
Nilai Akhir		0	0	-2	3
Peringkat		2	2	4	1
Lanjut?		ya	ya	tidak	ya

Setelah dilakukan pemilihan alternatif konsep menggunakan *pugh method* diharapkan terdapat salah satu konsep yang terpilih yang nantinya akan digunakan sebagai realisasi produk. *Pugh method* memiliki beberapa kriteria nilai penilaiannya. Kriteria penilaian tersebut diantaranya adalah nilai + yang mengartikan bahwa lebih baik, 0 yang mengartikan sama dengan, - mengartikan lebih buruk. Nilai-nilai tersebut kemudian dijumlahkan untuk mengetahui kelanjutan dari masing-masing alternatif konsep. Alternatif konsep 1 merupakan *base* konsep yang berfungsi sebagai pembanding dengan alternatif konsep yang lainnya. Penilaian tersebut didapat dengan meminta pendapat dari pihak IKM genteng Talangsuko yang terkait. Hasil *pugh method* menunjukkan bahwa konsep 1, 2, dan 4 akan dilanjutkan untuk dikembangkan, sedangkan konsep 3 tidak dilanjutkan untuk dikembangkan.

Setelah *screening method* dilakukan, selanjutnya adalah tahap penilaian atau biasa disebut dengan *scoring method*. Pada *scoring method*, diberikan penilaian terhadap konsep yang lolos pada tahap penyaringan. Pada tahap ini, hal pertama yang dilakukan adalah memberikan bobot relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria. Bobot dan *rating* ini sendiri diberikan oleh pihak IKM genteng Talangsuko. Tabel 8 merupakan tabel *scoring method*. Nilai NB (nilai beban) merupakan penilaian dari persentase bobot dikalikan dengan nilai R (*rating*).

Tabel 8. *Scoring Method*

Kriteria	Bobot	1		2		4	
		R	NB	R	NB	R	NB
Alat bantu dapat meringankan pekerjaan	20%	3	0,6	2	0,4	4	0,8
Alat bantu dapat meningkatkan kapasitas tempat penjemuran	20%	3	0,6	4	0,8	4	0,8
Alat bantu dilengkapi dengan roda	15%	3	0,45	3	0,45	2	0,3
Alat bantu dapat mempercepat kegiatan pemindahan genteng	20%	3	0,6	3	0,6	3	0,6
Alat bantu mudah untuk dioperasikan	15%	3	0,45	4	0,6	4	0,6
Alat bantu dapat menjaga kualitas genteng	10%	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Total Nilai Peringkat		3,00		3,15		3,4	
		3		2		1	
Lanjutkan?		Tidak		Tidak		Kembangkan	

Berdasarkan *scoring method* diatas diketahui konsep yang terpilih adalah alternatif konsep 4 dengan total nilai bobot sebesar 3.4.

3.8 Pengujian konsep produk

Pengujian konsep dilakukan dengan mengumpulkan respon langsung terhadap deskripsi konsep produk dari calon para pekerja genteng dan pemilik IKM genteng Talangsuko. Pengujian konsep bertujuan untuk mengetahui tanggapan apakah desain yang dibuat telah sesuai dengan keinginan dari customer. Setelah dilakukan pengujian konsep, hasilnya dapat dijadikan sebagai pertimbangan tim untuk melakukan perubahan atau perbaikan terhadap konsep yang telah dibuat. Gambar 8 merupakan konsep desain alat bantu yang terpilih.



Gambar 8. Konsep Desain Alat Bantu

Gambar 8 merupakan konsep desain alat bantu material handling proses produksi genteng yang dikomunikasikan dengan pihak IKM genteng Talangsuko. Setelah dilakukan komunikasi konsep, didapatkan hasil bahwa konsep desain yang telah dibuat masih memiliki kekurangan. Perbaikan atau saran yang diberikan pihak IKM genteng Talangsuko yang pertama berupa penambahan jenis kayu yang akan digunakan pada badan rak genteng. Hal ini perlu untuk dijadikan pertimbangan ketika akan membuat alat bantu tersebut, mengingat alat bantu ini akan digunakan untuk proses penjemuran yang berarti alat bantu akan sering berada dibawah terik matahari dalam waktu yang lama.

Perbaikan atau saran yang kedua adalah mengganti jenis roda yang dipilih untuk konsep alat bantu. Pertimbangan yang diberikan ini karena melihat kondisi lintasan yang akan

dilewati oleh alat bantu selama proses produksi membutuhkan roda yang lebih kuat dan berukuran sedang atau besar. Pertimbangan lainnya adalah untuk memastikan roda kuat atau dapat digunakan dalam waktu yang lama terhadap total beban dari genteng yang ditampung oleh alat bantu.

Perbaikan atau saran yang terakhir adalah menambahkan pegangan pada alat bantu untuk memudahkan para pekerja ketika menggunakannya. Perbaikan atau saran yang diberikan akan dilakukan peninjauan kembali apakah dapat dimasukkan pada model desain yang telah ada. Jika dirasa dapat dimasukkan ke dalam model desain maka akan ditambahkan ke dalam spesifikasi dan desain akhir.

3.9 Spesifikasi dan Desain Akhir

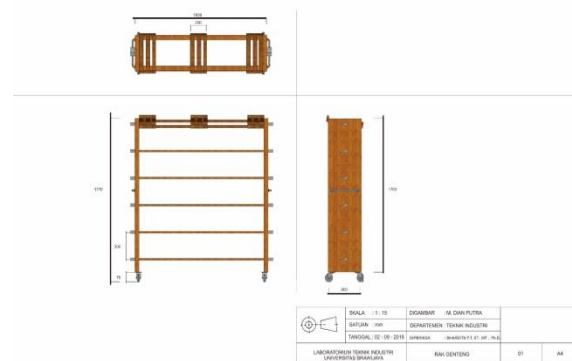
Pada tahap ini, perbaikan atau perubahan dari hasil pengujian konsep dimasukkan untuk menetapkan spesifikasi dan desain akhir alat bantu material *handling* proses produksi genteng. Perbaikan atau perubahan desain dalam model AHOQ diizinkan, karena masing-masing desain parameter (DPs) menjawab 1 *functional requirements* (FRs). Jadi ketika salah satu DPs mengalami perbaikan atau perubahan, perbaikan atau perubahan tersebut tidak akan mempengaruhi FRs yang lain.

Sesuai dengan hasil dari tahap pengujian konsep, pemilihan jenis kayu yang digunakan pada badan rak genteng akan ditambahkan. Alternatif jenis kayu yang disarankan terdapat 3 jenis, yaitu kayu waru, kayu kamper, dan kayu ulin. Ketiga jenis kayu tersebut merupakan jenis-jenis kayu yang biasa digunakan untuk perabotan rumah dengan harga yang terjangkau. Namun lebih disarankan menggunakan jenis kayu ulin, karena jenis kayu ulin lebih tahan terhadap perubahan suhu dan kelembaban.

Selanjutnya adalah pemilihan roda, untuk memastikan roda kuat atau dapat digunakan dalam waktu yang lama terhadap total beban dari genteng yang ditampung oleh alat bantu dan sesuai dengan kondisi lintasan yang akan dilewati oleh alat bantu selama proses produksi. Perbaikan yang terakhir yaitu penambahan pegangan pada desain alat bantu agar memudahkan para pekerja ketika menggunakannya.

Gambar 9 merupakan desain akhir produk alat bantu material handling proses produksi genteng. Pada gambar juga terdapat dimensi ukuran yang akan digunakan untuk

merancang alat bantu material *handling* proses produksi genteng.



Gambar 9. Desain Akhir Alat Bantu

Dimensi ukuran desain akhir alat bantu disesuaikan dengan ukuran genteng yang diproduksi pada IKM genteng Talangsuko. Ukuran genteng yang dicetak pada IKM genteng Talangsuko adalah berukuran 30x20 cm dengan tebal genteng 2 cm. Total tinggi rak adalah 177 cm dengan tinggi roda 7 cm dan jarak antar tingkat rak 30 cm. Lebar rak 30 cm dan panjang rak 160 cm. Pada desain alat bantu, terdapat tambahan bagian berupa bantalan genteng yang berfungsi sebagai tempat meletakkan genteng agar dapat menjaga kualitas genteng sesuai dengan kebutuhan pada CAs. Gambar 10 merupakan gambar bantalan genteng yang digunakan sebagai tempat meletakkan genteng.



Gambar 10. Bantalan Genteng

Alat bantu ini akan digunakan untuk membantu para pekerja pada proses produksi genteng, lebih khususnya dalam kegiatan pemindahan genteng dan proses penjemuran genteng. Alat bantu ini dapat menampung sebanyak 42 genteng, sesuai dengan *constraints* yang ada pada model AHOQ. Pada proses mencetak genteng, para pekerja dapat mencetak genteng sebanyak 42 genteng, setelah itu

meletakkan genteng ke alat bantu. Kemudian setelah itu alat bantu dipindahkan ke tempat terbuka untuk dilakukan proses penjemuran. Pada proses penjemuran, masing-masing tingkat rak dimiringkan menghadap matahari sekitar 45°. Setelah waktu menunjukkan lewat tengah hari, masing-masing tingkat rak dimiringkan ke arah sebaliknya. Tujuannya agar seluruh genteng keringnya rata pada setiap sisi genteng. Keringnya genteng dilihat dari kadar air yang masih terdapat didalam genteng. Jadi selain panas yang ditimbulkan cahaya matahari, keringnya genteng juga dapat dibantu oleh tiupan angin panas pada siang hari. Setelah kadar air dalam genteng dirasa cukup, baru kemudian genteng dibawa ketempat proses pembakaran untuk dilakukan pengasapan genteng.

4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan pada penelitian yang dilakukan:

1. Spesifikasi dan desain alat bantu material handling proses produksi genteng dapat diketahui berdasarkan hasil pengolahan data kebutuhan *customer* dari kuisioner yang dibagikan kepada para pekerja IKM genteng Talangsuko. Spesifikasi alat yang akan digunakan terdiri dari 3 komponen yaitu bagian badan rak dengan material kayu ulin, bagian roda menggunakan roda jenis TPE Castor Wheel, dan terakhir bagian pangatur kemiringan untuk masing-masing tingkat rak menggunakan tuas *handle*. Desain alat bantu dapat dilihat pada Gambar 9 pada laporan ini. Desain alat bantu material *handling* proses produksi genteng berupa rak bertingkat dengan roda.
2. Jumlah kapasitas yang dapat ditampung alat bantu ini sebanyak 42 genteng. Adanya alat bantu ini nanti dapat meningkatkan kapasitas produksi genteng pada IKM genteng Talangsuko khususnya pada kegiatan penjemuran genteng sebanyak 2 kali lipat dari 300-350 menjadi $\pm$ 750 genteng. Meningkatnya kapasitas genteng yang dapat ditampung pada tempat penjemuran pada kondisi normal minimal genteng siap bakar dalam 30 hari menjadi 9000 genteng dan itu berarti dalam 1 bulan IKM genteng Talangsuko minimal dapat melakukan 1 kali proses pembakaran genteng. Selain itu dengan adanya alat bantu ini kegiatan pemindahan

genteng dapat dilakukan tanpa harus mengangkat genteng satu per satu, kegiatan pemindahan genteng dilakukan dengan membawa alat bantu yang memuat sebanyak 42 genteng. Sehingga gerakan membungkuk yang biasa dilakukan ketika menyusun genteng di tempat penjemuran tidak perlu dilakukan dan aktivitas yang dilakukan para pekerja tidak melelahkan seperti kegiatan yang dilakukan saat ini.

Daftar Pustaka

- [1] Hidayat. 1986. *Teori Efektifitas Dalam Kinerja Karyawan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- [2] Ulrich, Karl T. & Eppinger, Steven D. 2001, *Perancangan dan Pengembangan produk*, ed.2,-: Salemba Teknika
- [3] Cohen, L. 1995. *Quality Function Development: How to Make QFD Work for You*. Singapore: Addison-Wesley Publishing Company
- [4] Manchulenko, Noel. 2001. *Applying Axiomatic Design Principles to the House of Quality*, Unpublished Thesis, Ontario: University of Windsor
- [5] Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.