

PERANCANGAN DESAIN PRODUK *SPRING BED* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*

Febi Ardani¹, Rosnani Ginting², Aulia Ishak²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email: febi_ardani@ymail.com¹
Email: rosnani_usu@yahoo.co.id²
Email: aulia.ishak@usu.ac.id²

Abstrak. *Persaingan bisnis menuntut perusahaan agar mampu menerapkan rencana strategis untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam pengembangan produk dengan peningkatan kualitas, performansi, dan pengurangan biaya serta waktu produksi. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur produk spring bed yang terus berusaha memenuhi kebutuhan konsumen dengan produk yang berkualitas. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan adalah adanya perancangan ulang desain komponen produk spring bed sehingga menyebabkan waktu produksi yang lebih panjang dan biaya produksi yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab terjadinya pemborosan waktu dan biaya dalam proses produksi produk spring bed dengan menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD). Metode QFD digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang dihubungkan dengan karakteristik teknis produk spring bed. Karakteristik teknis produk dengan nilai tertinggi menunjukkan bahwa karakteristik teknis tersebut menjadi fokus permasalahan yang dihadapi PT XYZ, sedangkan atribut kebutuhan konsumen dengan nilai tertinggi merupakan hal-hal yang harus diperbaiki untuk mengatasi permasalahan yang ada. Hasil pendekatan dengan metode QFD menunjukkan bahwa kinerja karakteristik teknik dengan nilai tertinggi adalah karakteristik teknik part family dan kesamaan dasar struktur komponen dengan masing-masing nilai derajat kepentingan sebesar 20%, sedangkan dari sepuluh atribut kebutuhan konsumen yang memperoleh nilai relative weight tertinggi adalah variabel jenis busa foam pada matras dengan nilai relative weight 16,29.*

Kata kunci: *Spring Bed, Quality Function Deployment (QFD), Perancangan Produk*

Abstract. *Business competition demands a company to apply a strategic plan to meet the needs of consumers in the development of products to improved quality, performance, and a reduction in costs and time of production. PT XYZ is one of the manufacturing company that produce spring bed products, keep trying to meet consumer needs with a high quality product. Problems that occur on company is redesign component product spring bed that cause the longer production time and the higher of the unit cost product. The purpose of this research is to identify the causes of the occurrence of a waste of time and cost in the process of making product with Quality Function Deployment(QFD) method. QFD used to identify consumer needs that connects between technical characteristics of the product. Technical characteristics of products that have the highest value shows that these technical characteristics are the focus of the problem faced by the company, while the attributes of consumer needs that has the highest value are things that should be fixed to address existing problems. The result showed that performance of the technical characteristics with the highest value is part family and similarity in the base of the structure of component with each value degrees interests about 20 %, while the ten attributes of consumers needs that gain the highest relative weight is variable type of mattress foam with the value of relative weight about 16,29.*

Keyword: *Spring Bed, Quality Function Deployment (QFD), Product Design*

¹Mahasiswa Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

²Dosen Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis menuntut perusahaan agar mampu menerapkan rencana strategis untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam pengembangan produk dengan peningkatan kualitas, performansi, dan pengurangan biaya serta waktu produksi. Lingkungan yang kompetitif saat ini membuat kegiatan ini lebih sulit dilakukan dari sebelumnya. Pelanggan tidak hanya menuntut tingkat kualitas yang lebih tinggi dalam produk baru, tetapi juga menuntut inovasi terbaru. Produk berkualitas tinggi merupakan prasyarat utama untuk perusahaan kompetitif (Paulo, 2007). Perusahaan harus mampu melakukan inovasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan (Lee-Mortimer, 1995). Perusahaan dapat melakukan inovasi dengan menerapkan *tools* dan metode berkaitan dengan upaya inovasi (Davidsen, 2004). Metode dan *tools* diterapkan perusahaan untuk mengkomersialkan produk dan menciptakan inovasi yang akan meningkatkan nilai produk. *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan salah satu metode untuk pengembangan produk berorientasi pelanggan (Paulo, 2007).

QFD merupakan perencanaan proses yang membantu rencana organisasi dalam penerapan berbagai alat pendukung teknis secara efektif dan pelengkap antara satu sama lain untuk memprioritaskan setiap permasalahan. QFD adalah suatu cara untuk meningkatkan kualitas barang atau jasa dengan memahami kebutuhan konsumen kemudian menghubungkannya dengan karakteristik teknis untuk menghasilkan suatu barang atau jasa pada setiap tahap pembuatan barang atau jasa yang dihasilkan (Rosnani Ginting, 2010). QFD digunakan untuk membantu bisnis memusatkan perhatian pada kebutuhan para pelanggan ketika menyusun spesifikasi desain dan fabrikasi.

QFD terbagi menjadi empat fase yang digunakan untuk menghubungkan kebutuhan konsumen dengan karakteristik perancangan produk, dan kemudian menerjemahkannya ke dalam karakteristik *part*, operasi manufaktur, dan karakteristik produksi. QFD tahap identifikasi kebutuhan konsumen, dan karakteristik *part* diaplikasikan pada tahap perancangan produk (Chen, 2006). Tujuan utama dari QFD adalah menentukan prioritas kriteria rancangan yang menjadi fokus utama dalam perancangan dan pengembangan produk (Reilly, 1999). Alat perencanaan utama yang digunakan dalam QFD adalah *House of Quality*. *House of Quality* menerjemahkan suara pelanggan ke dalam persyaratan desain yang memenuhi target nilai tertentu dan menyesuaikannya dengan organisasi atau perusahaan yang akan merancang persyaratan desain tersebut (Mahesh, 2010).

Studi kasus pada penelitian ini dilaksanakan pada pabrik pembuatan produk *spring bed* di PT. XYZ Sumatera Utara. Penelitian dibuat karena perusahaan ingin meningkatkan kualitas produk *spring bed* dengan perancangan desain produk sesuai dengan kebutuhan konsumen. Permasalahan yang terjadi pada perusahaan adalah adanya perancangan ulang desain komponen produk *spring bed* sehingga menyebabkan waktu produksi yang lebih panjang dan biaya produksi yang tinggi dengan hasil produksi bulanan hanya sekitar 26% dari kapasitas produksi per unit. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi penyebab terjadinya pemborosan waktu dan biaya dalam proses produksi produk *spring bed* dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Keinginan responden akan produk dihubungkan dengan karakteristik teknis produk. Karakteristik teknis produk dengan nilai tertinggi menunjukkan bahwa karakteristik teknis tersebut menjadi fokus permasalahan yang dihadapi PT XYZ, sedangkan atribut kebutuhan konsumen dengan nilai tertinggi merupakan hal-hal yang harus diperbaiki untuk mengatasi permasalahan yang ada. Penelitian ini penting dilakukan untuk menemukan masalah yang terjadi dan hal-hal yang dapat diperbaiki dalam perancangan desain produk *spring bed* di PT XYZ.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian di PTXYZ yang bergerak di bidang manufaktur memproduksi produk *spring bed* berada di Propinsi Sumatera Utara. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2013 sampai dengan Oktober 2013.

2.2. Objek Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu suatu jenis penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis, faktual, dan akurat tentang fakta-fakta dan sifat-sifat suatu objek tertentu. Penelitian ini juga merupakan *action reasearch* untuk mendapatkan suatu solusi yang akan diaplikasikan pada perusahaan sebagai bentuk perbaikan dari sistem semula (Sukaria S, 2011). Objek pada penelitian ini adalah karakteristik (atribut-atribut) produk *spring bed* yang dibutuhkan konsumen itu sendiri.

2.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian ditentukan berdasarkan literatur menurut buku *Pengantar Perkayuan* (Soerjanto Basar, 1974), buku *Strategies for Product Design* (John Wiley & Sons, 2008), dan buku *Beds And Bedroom Furniture* (Taunton Press, 1997) serta dari *brochure* produk *spring bed* yang menunjukkan tipe-tipe konsumen dan kebutuhan konsumen, yaitu:

1. Pertimbangan utama model rangka sandaran *spring bed*
2. Bahan kayu rangka sandaran *spring bed*
3. Bahan kain sandaran *spring bed*
4. Jenis *foam* untuk sandaran *spring bed*
5. Jenis *foam* untuk matras *spring bed*
6. Ketebalan *foam* untuk matras *spring bed*
7. Bahan kain matras *spring bed*
8. Pertimbangan utama model rangka divan *spring bed*
9. Bahan kayu rangka divan *spring bed*
10. Faktor penentu daya tahan dan lama rata-rata umur produk *spring bed*

2.4. Metode Sampling

Populasi adalah keseluruhan anggota atau kelompok yang membentuk objek yang dikenakan investigasi oleh peneliti (Sukaria Sinulingga, 2012). Ada tiga jenis konsumen yaitu konsumen unit, konsumen internal dan konsumen eksternal. Konsumen internal adalah orang yang menerima *output* dari satu atau lebih proses internal (Johnson A, 1995). Populasi pada penelitian ini adalah semua karyawan bagian produksi produk *spring bed 6 feet* dari PT XYZ yang merupakan konsumen internal dengan total berjumlah 36 orang.

Sampel merupakan bagian dari populasi yang diteliti. Penelitian ini, menggunakan teknik *total sampling* atau *complete numeration*. *Total sampling* adalah sampel yang dipilih dengan keseluruhan jumlah anggota sampel sama dengan anggota populasinya dengan tujuan mendapatkan data yang representatif (Jan Joker dan Bartjan Pennink, 2010). Jumlah responden yaitu sebanyak 36 orang masih dalam jangkauan peneliti dan telah homogen dikarenakan telah sesuai dengan tujuan penelitian.

2.5. Instrumen dan Jumlah Sampel

Penelitian ini menggunakan instrumen kuesioner. Kuesioner yang digunakan didasarkan pada bentuknya ialah kuesioner terbuka dan tertutup. Kuesioner terbuka digunakan sebagai survei awal untuk membantu penentuan atribut keinginan responden terhadap produk *spring bed 6 feet* sedangkan kuesioner tertutup yang digunakan adalah kuesioner dengan menggunakan skala *likert*. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 36 orang.

2.6. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Tahapan-tahapan dalam menyusun matriks *House of Quality* (Cohen, 1995) yaitu :

1. Studi pendahuluan untuk mengetahui kondisi perusahaan, proses produksi, dan informasi pendukung yang diperlukan serta studi literatur tentang metode pemecahan masalah yang digunakan dan teori pendukung lainnya. Tujuannya agar mempermudah didalam

menyusun pertanyaan didalam kuesioner terbuka (Rosnani Ginting, 2010).

2. Membangun matriks *house of quality* (HoQ) untuk menerjemahkan kebutuhan responden ke dalam karakteristik teknis produk *spring bed*.
3. Data yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis. Analisis dilakukan terhadap hasil identifikasi berdasarkan metode yang digunakan untuk kemudian diambil kesimpulannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengolahan Hasil Kuesioner

Data yang diperoleh dari penyebaran kuesioner kepada 36 orang responden, diketahui bahwa terdapat 10 variabel produk *spring bed* yang menjadi keinginan responden. Hasil dari jawaban responden yang terdapat pada kuesioner terbuka diperoleh beberapa modus yang menjadi pendukung atribut pertanyaan pada kuesioner tahap kedua, yaitu kuesioner tertutup. Kuesioner tertutup menunjukkan tingkat kepentingan responden terhadap atribut *spring bed 6 feet* yang diberikan. Atribut yang menjadi butir pertanyaan pada kuesioner tertutup antara lain Kayu pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka sandaran pada produk *spring bed 6 feet*, Kayu Jati Putih jenis bahan kayu rangka sandaran yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Kain Oskar dan Kain Zakat jenis bahan kain pada sandaran yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Busa Warna Cream jenis *foam* pada sandaran yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Busa Warna Cream jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, 10 cm merupakan ketebalan *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Kain Zakat dan Kain Lating jenis bahan kain pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Kayu yang menjadi pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka divan pada produk *spring bed 6 feet*, Kayu Jati Putih jenis bahan kayu rangka divan yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, Per dan Busa faktor yang menjadi penentu daya tahan (umur pakai) produk *spring bed 6 feet* dan 15 tahun lama rata-rata umur produk tersebut.

3.2. Validitas dan Reliabilitas Data

Kuesioner yang telah disebar dan dikumpulkan kembali, terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya sebelum pengolahan data lebih lanjut. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa seluruh variabel dinyatakan valid dan reliabel.

3.3. Penentuan Customer Requirement

Identifikasi kebutuhan konsumen bertujuan untuk mengetahui kebutuhan konsumen terhadap produk

spring bed. Identifikasi kebutuhan konsumen melalui penyebaran kuesioner menghasilkan 10 daftar kebutuhan konsumen terhadap produk *spring bed*. Hasil identifikasi kebutuhan konsumen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen

No	Variabel Kebutuhan
1	Kayu pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka sandaran pada produk <i>spring bed 6 feet</i>
2	Kayu Jati Putih jenis bahan kayu rangka sandaran yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
3	Kain Oskar dan Kain Zakat jenis bahan kain pada sandaran yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
4	Busa Warna Cream jenis <i>foam</i> pada sandaran yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
5	Busa Warna Cream jenis <i>foam</i> pada matras yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
6	10 cm merupakan ketebalan <i>foam</i> pada matras yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
7	Kain Zakat dan Kain Lating jenis bahan kain pada matras yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
8	Kayu yang menjadi pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka divan pada produk <i>spring bed 6 feet</i>
9	Kayu Jati Putih jenis bahan kayu rangka divan yang paling sesuai dengan desain produk <i>spring bed 6 feet</i>
10	Per dan Busa faktor yang menjadi penentu daya tahan (umur pakai) produk <i>spring bed 6 feet</i> dan 15 tahun lama rata-rata umur produk tersebut

Tabel 1 menunjukkan hasil penyebaran kuesioner pada karyawan bagian produksi PT XYZ. Atribut yang dinilai berpengaruh signifikan terhadap proses pembuatan produk *spring bed*, antara lain jenis kayu yang terdapat pada rangka divan dan rangka sandaran. Kebutuhan responden yang diperoleh dari kuesioner tersebut akan disesuaikan dengan karakteristik teknis produk.

3.4. Penentuan Tingkat Kepentingan

Penentuan tingkat kepentingan konsumen digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian atau harapan dari kebutuhan konsumen yang ada (RonaldG.Day.1993). Penilaian tingkat kepentingan terhadap variabel kebutuhan konsumen diperoleh berdasarkan nilai modus pada

kuesioner tertutup. Nilai modus yang menjadi tingkat kepentingan diperoleh berdasarkan frekuensi jawaban responden yang paling banyak terhadap setiap variabel. Berdasarkan hasil rekapitulasi diketahui bahwa dari 10 variabel produk terdapat lima variabel yang dinilai "Sangat Setuju", empat variabel yang dinilai "Setuju" dan hanya satu variabel yang dinilai "Netral" oleh responden

3.5. Perhitungan Nilai Rasio Perbaikan

Nilai rasio perbaikan menunjukkan suatu ukuran upaya PT. XYZ dalam usaha perbaikan rancangan produk *spring bed* pada setiap variabel kebutuhan konsumen. Perhitungan nilai rasio perbaikan diperoleh dari perbandingan nilai target rancangan produk *spring bed* dengan tingkat penilaian responden. Nilai target diperoleh dari tingkat kepentingan responden terhadap setiap variabel kebutuhan. Hasil perhitungan rasio perbaikan menunjukkan bahwa variabel dengan nilai rasio perbaikan paling tinggi sebesar 1,504 yaitu "busa warna *cream* merupakan jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*". Hal ini berarti pihak perusahaan harus meningkatkan upaya dalam perbaikan variabel tersebut karena nilai rasio perbaikan yang tinggi sebanding dengan tingginya upaya perbaikan yang diberikan perusahaan. Semakin tinggi nilai target suatu variabel dibandingkan dengan tingkat kepuasan responden, maka nilai rasio perbaikan akan semakin tinggi, yang berarti juga semakin pentingnya variabel tersebut di mata responden (Lou Cohen,1995). Sedangkan variabel dengan nilai rasio perbaikan paling kecil sebesar 0,964 ialah "busa warna *cream* merupakan jenis *foam* pada sandaran yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*".

3.6. Penentuan Sales Point Variabel Kebutuhan

Nilai *sales point* menunjukkan tolak ukur variabel menjadi faktor yang dianggap penting bagi responden dalam memenuhi kebutuhannya. Nilai *sales point* juga berkaitan dengan variabel-variabel kebutuhan yang paling berpengaruh bagi peningkatan keuntungan perusahaan. Kebutuhan responden yang memiliki *sales point* tinggi adalah jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, ketebalan *foam* pada matras yang paling sesuai produk *spring bed 6 feet*, dan penentu daya tahan produk *spring bed 6 feet*. Selain itu pihak perusahaan juga dapat menentukan *sales point* sebagai bahan pertimbangan dalam memenuhi kebutuhan responden.

3.7. Penentuan Importance Weight dan Relative Weight

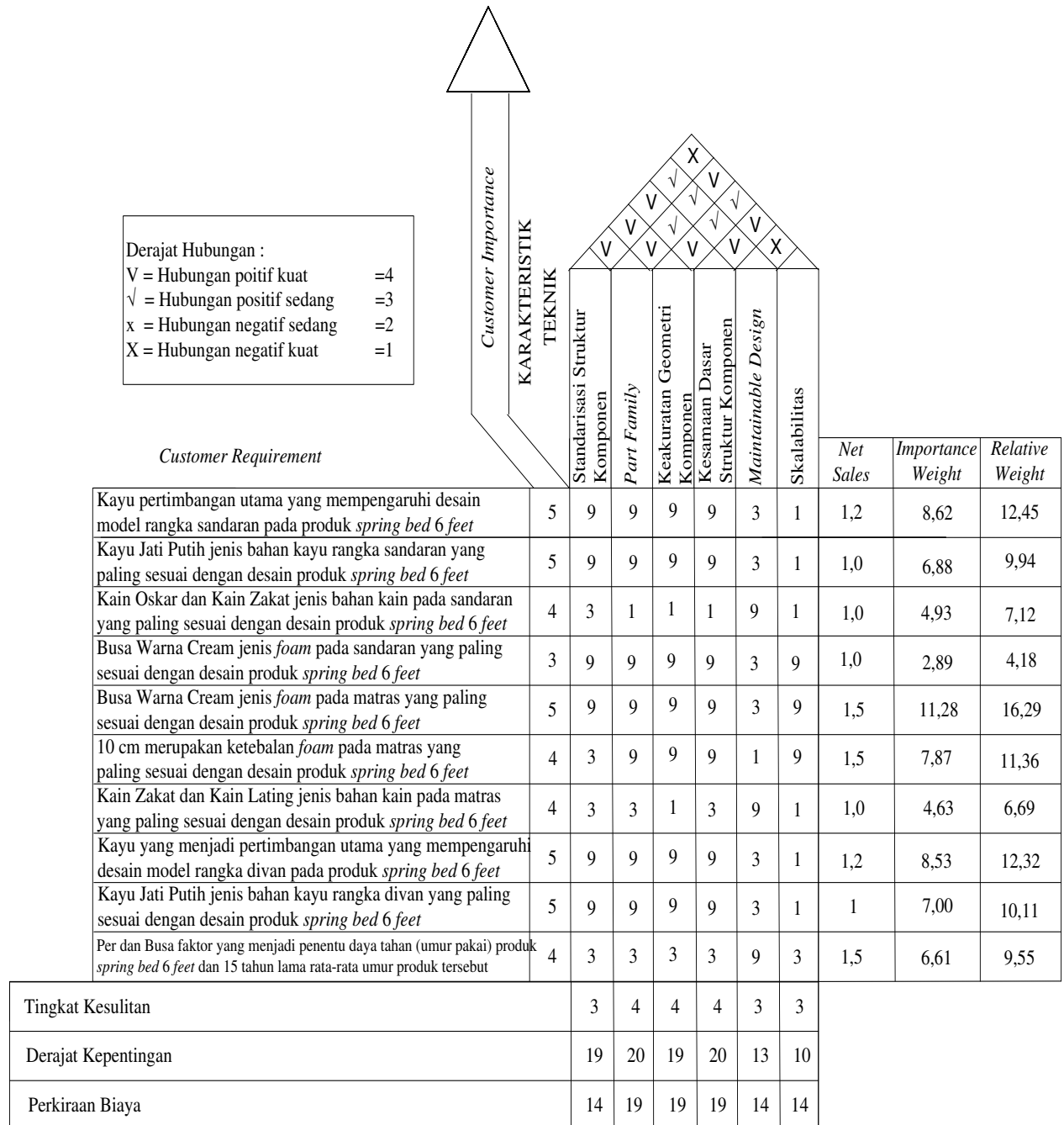
Total tingkat kepentingan atribut perancangan produk ditunjukkan dengan bobot absolut sedangkan bobot relatif menunjukkan nilai bobot perencanaan

relatif dari suatu variable. Variabel perancangan desain produk *spring bed 6 feet* yang memiliki bobot relatif tertinggi yaitu jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka sandaran pada produk *spring bed 6 feet*, dan pertimbangan utama yang mempengaruhi desain model rangka divan pada produk *spring bed 6 feet*.

3.8. Membangun Matriks House of Quality (HoQ)

Bagian terpenting dari QFD adalah membangun *House of Quality* (HoQ). Penentuan atribut Keinginan Konsumen (*Customer Requirement/CR*) ditentukan berdasarkan literatur buku *Beds And Bedroom Furniture*

(Taunton Press, 1997). Penentuan Karakteristik Teknis (*Engineering Characteristic*) dilakukan dengan melakukan wawancara dengan manajer produksi. Penentuan *Relation Matrix* untuk menentukan tingkat hubungan antara keinginan konsumen dan karakteristik teknis produk. Tingkat hubungan yang dimaksud dimulai dari skala kuat, sedang, lemah, dan tidak berhubungan sama sekali. Ukuran kinerja dari HoQ yang terdiri dari tiga aspek yaitu tingkat kesulitan, tingkat kepentingan dan perkiraan biaya. Tingkat kesulitan ditentukan dari hubungan karakteristik teknis. *House of Quality* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. House of Quality Spring Bed 6 Feet

Dari Gambar 1 dapat dilihat total tingkat kepentingan atribut perancangan produk ditunjukkan dengan bobot absolut sedangkan bobot relatif menunjukkan nilai bobot perencanaan relatif dari suatu variabel. *Importance weight* menunjukkan total tingkat kepentingan responden terhadap suatu atribut perancangan produk, sedangkan *relative weight* menunjukkan nilai bobot kepentingan *relative* terhadap atribut perancangan produk lainnya (Lou Couhen, 1995). Atribut perancangan produk *spring bed 6 feet* yang memiliki *relative weight* tertinggi adalah pada jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, dengan nilai 16,29%.

Ukuran kinerja berupa tingkat kesulitan, derajat kepentingan dan perkiraan biaya dapat dihitung berdasarkan karakteristik teknis produk. Karakteristik teknis perancangan produk *spring bed 6 feet* dengan tingkat kesulitan, derajat kepentingan dan perkiraan biaya tertinggi adalah kesamaan dasar struktur komponen dengan nilai 20%. Hal ini dapat menjadi prioritas pertama pihak perusahaan sebagai acuan perbaikan rancangan produk *spring bed 6 feet*.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil pengolahan QFD diperoleh atribut perancangan produk *spring bed 6 feet* yang memiliki *relative weight* tertinggi adalah jenis *foam* pada matras yang paling sesuai dengan desain produk *spring bed 6 feet*, dengan nilai 16,29%. Karakteristik teknis perancangan produk *spring bed 6 feet* dengan derajat kepentingan tertinggi adalah part family dan kesamaan dasar struktur komponen dengan masing-masing nilai sebesar 20%. Hal ini dapat menjadi prioritas pertama pihak perusahaan sebagai acuan perbaikan rancangan produk *spring bed*.

DAFTAR PUSTAKA

- Augusto, Paulo. 2007. Innovative New Product Development : A Study of Selected QFD case Studies. Brazil :University of Sao Paulo.
- Basar, Soerjanto. 1974. *Pengantar Perkayuan* Yogyakarta: Yayasan Kanisius.
- Chen, S. S. 2006. The relation between ideology and decision-making, The Journal of Global Business Management, Vol. 2, No. 3, pp.140-50.
- Cohen, Lou. 1995. *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. USA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Davidson, B.A. (2004), "Innovation and product development: methods and tools", *Elektronikk*, Vol. 2.

- Day, Ronald G. 1993. *Quality Function Deployment Linking A Company with Its Customers*. Wisconsin: ASQC Quality Press.
- Edosomwan, Johnson A. 1995. *Customer and Market-Driven Quality Management*. New Delhi: ASQC.
- Fine Woodworking Magazine. 1997. *Beds And Bedroom Furniture*. USA :Taunton Press.
- Ginting, Rosnani. 2010. *Perancangan Produk*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- J, Mahesh Patil. 2010. *Quality Function Deployment (QFD) for Product Design*. India :TIME 2010.
- Jonker, Jan dan Bartjan Pennink. 2010. *The Essence of Research Methodology*. Netherland: Springer, 2010.
- Lee-Mortimer, A. (1995), "Managing innovation and risk", *World Class Design to Manufacture*, Vol. 2 No. 5, pp. 38-42.
- Reilly, Norman B, *The Team based product development guidebook*, ASQ Quality Press, Milwaukee Wisconsin, 1999.
- Sinulingga, Sukaria. 2011. *Metode Penelitian*. Medan: USU Press.
- The Open University. 2008. *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*. UK : Wiley.