

PENGEMBANGAN MODEL PENGENDALIAN KUALITAS PADA SISTEM MASS CUSTOMIZATION DENGAN MENINGTEGRASIKAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT DAN DEFECT TRACKING MATRIX

Yustina S. Tjahjaningsih¹, Moses L. Singgih², Bustanul A. Noer³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111 Telp 031-593936

Email: yustina.upm@gmail.com; moseslinggih@yahoo.com;

ABSTRAK

Sistem Mass Customization (MC) adalah kemampuan perusahaan untuk memproduksi barang dan atau jasa sesuai dengan keinginan konsumen secara individu namun dengan efisiensi produksi seperti memproduksi barang atau jasa secara massal. Sistem MC fokus dalam memproduksi produk sesuai keinginan konsumen. Perusahaan melibatkan konsumen dalam desain produk dan menyesuaikan proses produksinya sesuai dengan kebutuhan konsumen. Hal ini mempengaruhi peningkatan variasi produk dan permintaan akan suatu jenis produk menjadi tidak pasti dan memberi hambatan tersendiri dalam quality control. Alat quality control diharapkan bisa menyesuaikan situasi tersebut. Metode pengendalian kualitas yang umum dipakai adalah Statistic Control Charts. Namun metode tersebut sulit digunakan untuk strategi MC sebab dalam proses produksi MC sering terjadi rekonfigurasi. MC membutuhkan struktur organisasi yang berbeda, nilai, sistem manajemen, teknik training, dan customer relationship yang berbeda pula. Untuk merespon hal tersebut diperkenalkan suatu alat pengendalian kualitas baru yang disebut Defect Tracking Matrix (DTM) yang berdasarkan House of Quality (HoQ) untuk pelacakan defect dalam proses produksi MC. DTM menghubungkan teknik manufaktur dengan cacat kualitas secara langsung, DTM-chain yang terdiri dari modul modul DTM bisa direkonfigurasi sesuai dengan permintaan yang berkembang dari produk tertentu. Untuk mengetahui keinginan pelanggan digunakan metode Quality Function Deployment (QFD) yang menjadi masukan untuk metode DTM. Dari studi kasus yang mengimplementasikan QFD & DTM pada industri manufaktur, terbukti bahwa integrasi metode tersebut mampu menjawab kesulitan quality control pada sistem mass customization yang sering berganti desain. Menggunakan QFD untuk menterjemahkan keinginan konsumen dan menghubungkan cacat kualitas pada proses manufaktur untuk setiap modul produk wall mirror decoration membantu mempermudah proses quality control.

Kata kunci: *Mass Customization; Quality Control; Defect Tracking Matrix*

Pendahuluan

Pemilihan strategi yang tepat dalam suatu perusahaan bukanlah merupakan suatu persoalan yang mudah. Dari semua pilihan strategi yang ada, tujuan akhirnya adalah memuaskan pelanggan. Baik itu strategi Kepemimpinan biaya, differensiasi, dan fokus, semua bertujuan untuk memenangkan kompetisi mendapatkan pelanggan sebanyak-banyaknya. Strategi *mass customization* adalah strategi yang berfokus pada kepuasan pelanggan. Dalam strategi *mass customization* perusahaan berusaha memuaskan pelanggan dengan memberi setiap pelanggan produk yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhannya dan memungkinkan pelanggan terlibat dalam desain produk tersebut (Helms, et al. 2007; MacCarthy, et al,2003; Eastwood, 1996). *Mass customization* (MC) memfasilitasi keterlibatan pelanggan dalam menentukan dan merancang produk secara personal, dan hal tersebut menjadi salah satu faktor utama penentu keberhasilan sistem MC (Duray and Milligan, 1999; Wind and Rangaswamy, 2001; Ogawa and Piller,2006; Fogliatto and Da Silveira, 2008). Metode perbaikan sistem produksi yang berkelanjutan merupakan konsep unik dari strategi MC, dimana semua aspek dalam organisasi, baik itu orang-orang, fasilitas produksi, struktur organisasi dan teknologi dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan. Beberapa perusahaan besar telah berkomitmen untuk menggunakan sistem *mass customization* dalam lini produksi dan fasilitas mereka antara lain Dell, Motorola, Hewlett-Packard, General Motor, Ford, Chrysler, Toyota, Proctor and Gambler (Selladurai, 2004).

Sistem produksi MC harus bisa mengatasi beberapa jenis perubahan, antara lain beralih dari jenis part yang berbeda dalam satu set bagian, memproduksi sebagian part dengan berbagai cara yang berbeda, menangani kerusakan mesin, jumlah volume produksi yang berbeda, penambahan total kapasitas produksi, switching urutan operasi (Browne et al. 1984). Sedangkan teknologi yang memungkinkan untuk MC adalah termasuk teknologi desain, teknologi manufaktur, dan teknologi informasi (Silveira, G. et al. 2001). Dalam MC modularitas dalam produk dasar atau desain layanan adalah sangat penting (Pine 1993a,b; Duray 2002; Tu et al. 2004).

Modularitas dalam produk desain didukung oleh proses yang stabil, fleksibel, dan modular merupakan inti dari strategi *mass customization* (Pine, 1993a, b; Durray, 2002; Tu et al.2004). Seringnya konfigurasi ulang dalam proses produksi memberikan hambatan yang signifikan dalam pelaksanaan kontrol kualitas. Teknik *quality control* tradisional, termasuk *on-line & off line quality control*, *statistic control charts* akan sulit diaplikasikan dalam sistem produksi MC (Doroshevich, 2002; Wang & Lin, 2007). Literatur yang ada saat ini masih jarang melakukan penelitian tentang bagaimana menjamin kualitas dalam MC (Silveira et al, 2001, Fogliatto et al.,2012).

Dikatakan dalam Wang & Ling, 2007 bahwa metode pengendalian kualitas yang umum dipakai adalah *Statistic Control Charts* (Montgomery, 1996; Stoumbus, 2000). Namun metode tersebut sulit digunakan untuk strategi MC sebab dalam proses produksi MC sering terjadi rekonfigurasi. MC membutuhkan struktur organisasi yang berbeda, nilai, sistem manajemen, teknik training, dan *customer relationship* yang berbeda pula (Selladurai 2004).

Untuk merespon hal tersebut diperkenalkan suatu alat pengendalian kualitas baru yang disebut *Defect Tracking Matrix* (DTM) yang berdasarkan *House of Quality* (HoQ) untuk pelacakan *defect* dalam proses produksi MC. DTM menghubungkan teknik manufaktur dengan cacat kualitas secara langsung (Wang & Lin, 2007). *DTM-chain* yang terdiri dari modul modul DTM bisa direkonfigurasi sesuai dengan permintaan yang berkembang dari produk tertentu.

QFD merupakan suatu metode perencanaan dan pengembangan produk untuk menentukan secara jelas, keinginan dan kebutuhan konsumen, melakukan evaluasi secara sistematis tentang kemampuannya dalam menghasilkan produk dalam memuaskan konsumen (Cohen,L.,1995). Atribut teknik dalam *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan respon teknik yang menterjemahkan keinginan konsumen (*voice of customer*) dalam rumah kualitas yang pertama. Oleh karena itu hasil pada rumah kualitas yang pertama pada QFD ini yang berupa *technical requirement* merupakan masukan yang dapat digunakan untuk mendapatkan atribut teknik pada DTM. Atribut teknik tersebut langsung terhubung dengan kemungkinan *defect* yang terjadi pada matrik DTM.

Bahan Kajian dan Metodologi Penelitian

Mass Customization (MC)

Dalam penelitian Helms et al., 2007 dijelaskan bahwa meskipun konsep *mass customization* (MC) pertama kali dijelaskan oleh Stan Davis dalam bukunya “*Future Perfect*”, tetapi sebenarnya konsep tentang MC merupakan pemikiran seorang *furturist* bernama Alfin Tofler dalam bukunya *future shock*. *Mass customization* merupakan kemampuan untuk mensuplai produk ataupun jasa sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh konsumen. Konsep tersebut selanjutnya dipopulerkan oleh Pine pada tahun 1993.

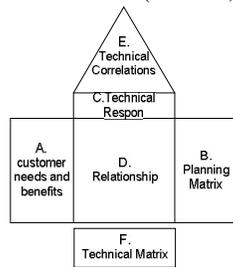
MC adalah kemampuan perusahaan untuk memproduksi barang dan atau jasa sesuai dengan keinginan konsumen secara individu namun dengan efisiensi produksi seperti memproduksi barang atau jasa secara massal (Pine, 1993a). MC juga merupakan suatu kemampuan perusahaan untuk menghasilkan produk dalam variasi yang besar dan dengan *lead time* yang pendek. Prinsip ini kemudian memungkinkan perusahaan untuk dapat menangkap peluang pasar baru dan juga kebutuhan konsumen yang sifatnya personal yang sebelumnya tidak dapat dipenuhi oleh produk yang umumnya memiliki variasi yang telah terstandarisasi. Dalam hal ini perlu ditekankan bahwa istilah *customization* dalam MC bukan hanya berarti sebagai produk “kustomisasi”, namun kustomisasi produk secara massal. Dengan proses produksi efisien layaknya *mass production*(MP), namun dengan variasi produk yang banyak serta memungkinkan konsumen memilih desain sesuai keinginan, membuat karakteristik proses bisnis MC berbeda dengan MP.

Dalam ISO 8402 (*Quality Vocabulary*), kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Kualitas seringkali diartikan sebagai kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) atau konformansi terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirements*). Dalam tulisan Flagiatto et al (2012) dijelaskan bahwa penelitian tentang metode *quality control* untuk proses dan produk MC masih jarang/langka pada dekade terakhir ini. Masalah kualitas menjadi lebih relevan dalam MC dengan meningkatnya berbagai produk dan permintaan menjadi tidak pasti (Tu et al.,2004). Alat *quality control* (QC) diharapkan dapat beradaptasi dengan hal tersebut untuk penjaminan kualitas (*Quality Assurance*) pada sistem MC.

Quality Function Deployment (QFD)

QFD dikembangkan pertama kali di Jepang pada tahun 1966, yang kemudian konsep QFD diadopsi oleh Toyota Ford Motor Company dan Xerox membawa konsep ini ke Amerika Serikat pada tahun 1986, semenjak itu QFD banyak diterapkan oleh perusahaan perusahaan Jepang, Amerika, dan Eropa. QFD merupakan suatu metode perencanaan dan pengembangan produk untuk menentukan secara jelas, keinginan dan kebutuhan konsumen, melakukan evaluasi secara sistematis tentang kemampuannya dalam menghasilkan produk dalam memuaskan konsumen (Cohen,L.,1995). QFD merupakan metodologi untuk menterjemahkan keinginan dan kebutuhan konsumen ke dalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu .

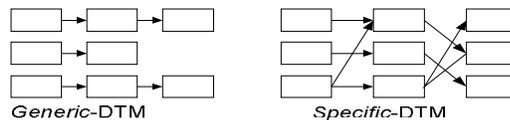
Fokus utama dari QFD adalah melibatkan pelanggan pada proses pengembangan produk sedini mungkin. Filosofi yang mendasarinya adalah pelanggan tidak akan puas dengan suatu produk meskipun suatu produk telah dibuat dengan sempurna, bila mereka memang tidak membutuhkannya. Matrik pertama dari QFD disebut *house of quality* (HoQ). HoQ terdiri dari beberapa ruang seperti dalam gambar berikut ini (Cohen,L.1995) :



Gambar 1 Model Rumah Kualitas

Defect tracking matrix (DTM)

DTM adalah alat quality control baru dalam proses produksi mass customization product, pertama kali diperkenalkan oleh Hua Wang & Zhongqin Lin pada tahun 2007. Kurangnya literatur tentang pengendalian kualitas pada sistem *mass customization* (MC) mendorong Wang & Lin mengembangkan alat kontrol kualitas berbentuk matrix, yang disebut *defect tracking matrix* (DTM) berbasis *house of quality* (HoQ) untuk pelacakan *defect* pada proses produksi MC. DTM menghubungkan teknik manufaktur dengan *quality defects* secara langsung. Hal itu memungkinkan menemukan penyebab terjadinya *quality defects* secara cepat (Wang & Ling, 2007).

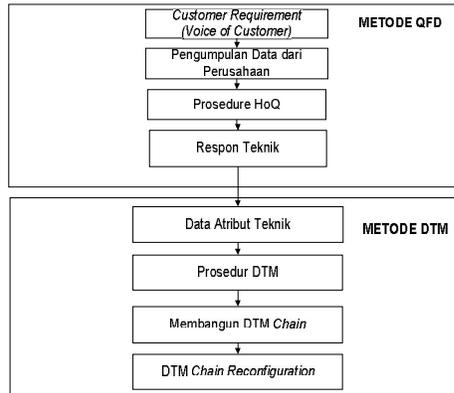


Gambar 2 Generic-DTM dan Specific-DTM

DTM dibagi dua macam yaitu : *Generic-DTM* dan *Specific-DTM*. Masing masing mewakili atribut modul atau parameter. *Generic-DTM* menyangkut semua proses modular sebagai satu set produk generik, merupakan satu set modul umum atau parameter dari jenis yang sama. Umumnya konstan dan dapat diputuskan dengan satu set parameter berbagai desain dan beberapa pengalaman

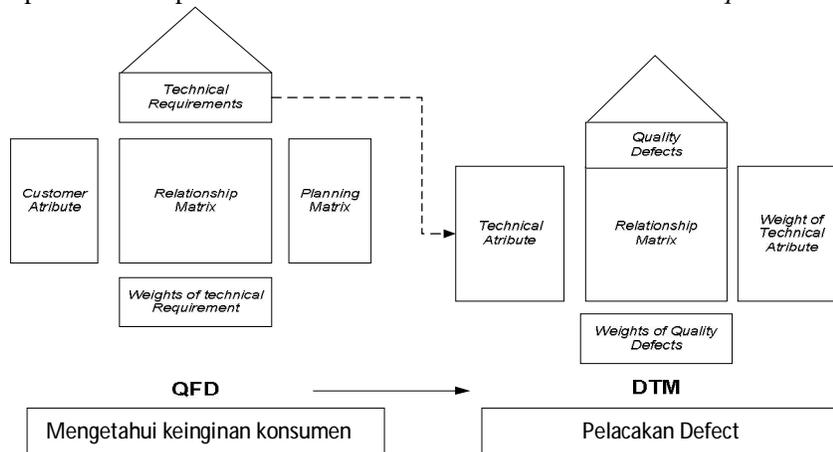
historis. *Specific*-DTM merupakan modul khusus yang dapat disesuaikan untuk memenuhi kustomisasi produk, berbeda pada tiap modul dan berkaitan dengan derivasi dari produk.

Mass customization (MC) memiliki dinamika tersendiri dan memerlukan jaringan yang dinamis (MacCarthy, 2003). Oleh karena itu DTM *chain* dibuat untuk mengimbangi kedinamisan dalam proses produksi MC. Metoda penelitian secara lengkap dapat dilihat pada *flowchart* penelitian pada gambar 3 Dimulai dengan mendapatkan data *customer requirement* yang menjadi data awal untuk diolah sesuai prosedur dalam QFD, dilanjutkan dengan prosedur DTM yang menghubungkan atribut teknik dengan *defect* yang terjadi.



Gambar 3 Flowchart Metoda Penelitian

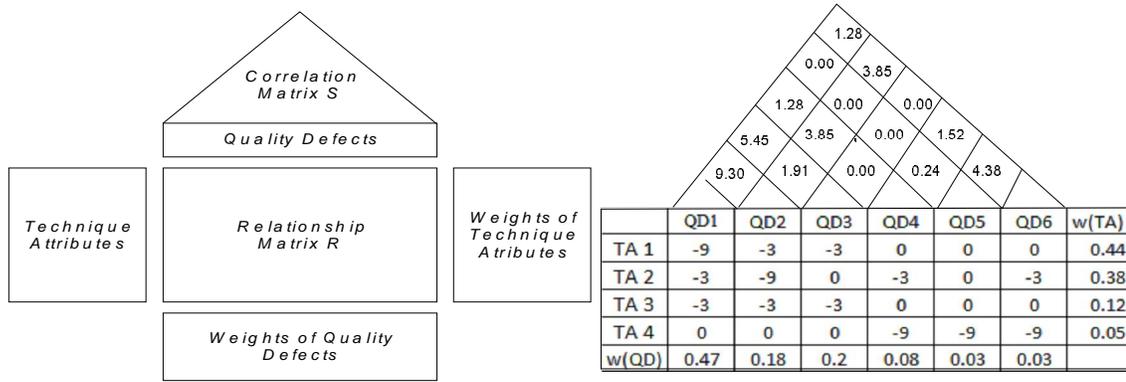
Model pengendalian mutu diawali dengan mengetahui apa yang diinginkan pelanggan, sehingga perlu mendapatkan data tentang *customer requirement* atau *voice of customer* (VOC). Selanjutnya mengikuti langkah langkah dalam prosedur QFD untuk mendapatkan respon teknik. Konsep dasar QFD adalah keinginan yang diharapkan konsumen dengan kata lain produk tersebut sesuai dengan harapan konsumen dan sesuai dengan perencanaan produksi perusahaan (Chen & Ko, 2007). Struktur dasar QFD ini meliputi konstruksi dari satu atau lebih matrik yang merupakan alat pokok dari QFD. Matrik yang biasanya disebut rumah kualitas (*house of quality*) memerlukan data keinginan konsumen yang bisa didapatkan dengan melakukan survei. Data *voice of customer* (VOC) sebagai masukan awal pengolahan data dengan menggunakan metode QFD dan hasil akhir yang didapat adalah respon teknik/atribute untuk memenuhi *customer requirement* tersebut.



Gambar 4 Model Pengendalian Mutu

Pengendalian kualitas dengan metode DTM diawali dengan menentukan atribut teknik yang di dapat dari keluaran respon teknik dari metode QFD pada analisa terdahulu. Adapun langkah langkah membangun model DTM secara lengkap adalah sbb:

1. *Defect Tracking Matrix* (DTM)



Gambar 5 Defect Tracking Matrix

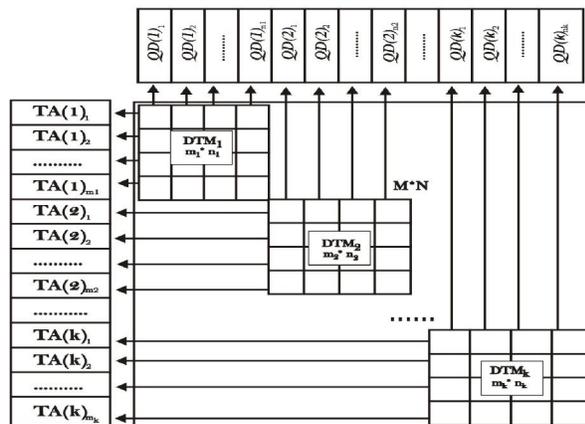
Langkah langkah pembuatan DTM :

1. Menentukan *technical attribute* (TA) yang dikembangkan dari respon teknik yang didapat untuk memenuhi *customer needs* dari matrix yang pertama, dihubungkan dengan proses manufaktur.
2. Menentukan cacat kualitas (*quality defects*)
3. Menentukan nilai Rij yang didapat dari hubungan *technical attribute* (TA) dan *quality defects* (QD). Jika perbaikan TA berpengaruh buruk pada QD maka hubungannya positif , apabila sebaliknya diberi nilai negatif. Baik positif atau negatif hubungan antara TA dan QD, diklasifikasikan menjadi 3 tingkat yaitu : Strong, Medium and Weak. Nilainya : 9,3,1,0,-1,-3,-9. Apabila tidak ada hubungan antara TA dan QD diberi nilai 0
4. Menentukan bobot TA dan QD menggunakan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1990). Penentuan bobot didapat dari kuesionare yang disebarakan kepada *expert* di perusahaan.
5. Menentukan korelasi S pada atap matrik DTM yang ditentukan dengan rumus sesuai dengan persamaan

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^m [R_{ix} \cdot w(TAi) \cdot (R_{iy} \cdot w(TAi))]$$

$$= \sum_{i=1}^m R_{ix} \cdot R_{iy} \cdot w^2(TAi), \quad x, y = 1, 2, \dots, n, x \neq y \quad S = [S_{xy}] \tag{1}$$

2. Membangun *DTM Chain*



TA(k) is i-th TA of DTM_k and QD(k) is i-th QD of DTM_k

Gambar 6 DTM Chain

Keterangan : $M = \sum_{i=1}^k m_i$ $N = \sum_{i=1}^k n_i$

Tiga langkah membuat *DTM Chain* adalah sbb :

1. Meletakkan Matrik, R masing masing *DTM* sesuai urutan proses produksi pada Matrik *DTM chain* atau kita sebut dengan *Big Matrix*.
2. Menghitung koefisien kiri bawah dan kanan atas pada matrik *DTM chain*. Koefisien ditentukan berdasar nilai yang didapatkan dari kuesioner yang diisi oleh *expert* yang ditunjuk oleh perusahaan.
3. Menghitung matrik korelasi baru, S dengan rumus :

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^M R_{ix}R_{iy} \quad x,y = 1,2..N, x \neq y, S = [S_{xy}] \tag{2}$$

Hubungan S_{xy} dikatakan : *Conflicting* bila $S_{xy} \leq 0$ *Cooperative* bila $S_{xy} \geq 0$

3. *DTM chain reconfiguration*

Sejumlah variasi produksi kemungkinan terjadi pada urutan proses produksi untuk memenuhi pesanan MC. Perubahan matrik disebut *DTM reconfiguration*. Ketika dilakukan rekonfigurasi, memungkinkan terjadinya *defect* baru (x), sehingga jumlah kolom akan bertambah sebanyak x seperti pada rumusan berikut :

$$M = \sum_{i=1}^k m_i \quad N' = \sum_{i=1}^k n_i + x_i \tag{3}$$

Korelasi pada matrik rekonfigurasi *DTM* ditunjukkan pada persamaan 3.2. dimana x,y sebanyak N' .

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^M R_{ix}R_{iy} \quad x,y = 1,2..N', x \neq y, S = [S_{xy}] \tag{4}$$

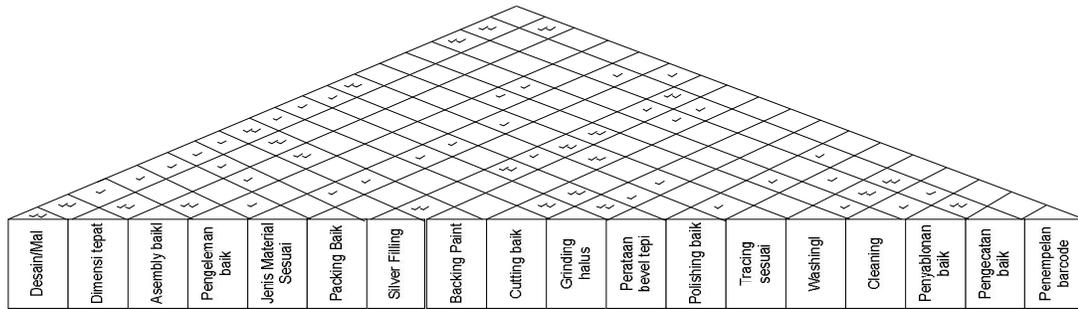
Hasil dan Pembahasan

Model yang dibuat diaplikasikan pada industri manufaktur yaitu PT Romi Violeta yang memproduksi *wall mirror decoration* yang berlokasi di Jl. Raya Buduran KM.6 Sidoarjo. Variasi model *wall mirror decoration* yang diproduksi jumlahnya sangat banyak, mencapai ratusan model dan diproduksi dalam bentuk massal sesuai pesanan pelanggan. Beberapa model yang dibuat adalah desain dari konsumen sendiri yang datang ke perusahaan. Produk *wall mirror decoration* produksi PT Romi Violeta 97 % diekspor ke luar negeri dengan pasar terbanyak di Amerika, Eropa, dan sebagian Asia. Wall Mirror terdiri dari 4 modul yaitu : *Frame, Mirror Centre, Accessories, Final Assembly*. Masing masing modul mempunyai variasi berbeda sesuai keinginan konsumen. Identifikasi awal terhadap keinginan konsumen diperoleh 10 atribut produk dan 18 respon teknik. Hubungan antara atribut produk dan respon teknik sesuai prosedur dalam QFD terlihat pada matrik sesuai gambar 7 sbb :

ATRIBUT PRODUK (Customer Requirement)	Respon Teknik																	
	Desain/Drafter/mall	Dimensi tepat	Assembly baik	Pengeleman baik	Jenis material sesuai	Packing baik	Silver filling	Backing paint	Cutting baik	Grinding halus	Perataan bevel tepi	Polishing baik	Trading sesuai	washing	Cleaning	Penyablonan baik	Pengecatan baik	Pemepelan barcode
Model trendi	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Konstruksi kuat	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Desain Antik	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Pilihan warna cocok	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Finishing halus			○	○			○	△	○	○		○	○		△	○	○	
Hasil pewarnaan tidak mudah mengelupas					○		○	○				○	○				○	
Pengeleman Rapi		△	○	○				△			○							
Warna Backing Baik					△			○				○					○	
Tidak mudah lapuk oleh Insekta & jamur				○	○	○	○											○
Packing baik	△	○	○	○		○		○										○

Gambar 7 Matrix Relationship Wall Mirror Decoration

Hubungan antar atribut seperti terlihat pada atap HoQ sbb :



Gambar 8 Hubungan antara respon teknik

Dari respon teknik kemudian ditentukan atribut teknik pada produk *wall mirror decoration* dengan jenis atribut teknik (TA) dan *quality defect* (Qd) sbb :

Tabel 1 Atribut teknik dan *quality defect* pada *wall mirror decoration*

No	Atribut Teknik (FRAME)	TA	Quality Defect	QD
1	Desain/Drafter	TA 1	Salah desain	QD1
2	Dimensi	TA 2	Retak	QD2
3	Pemotongan	TA 3	Salah Ukuran	QD3
4	Pengecatan/Finishing	TA 4	Cat tidak rata	QD4
			Orange Peel	QD5
			Backing mengelupas	QD6
	Mirror Centre			
1	Jenis material	TA 5	Bubble/stone	QD7
2	Pemotongan	TA 6	Salah Dimensi	QD8
3	Dimensi	TA 7	Tidak siku	QD9
	Accessories-CAPA			
1	Desain/Mal	TA 8	Salah mal	QD10
2	Jenis material	TA 9	Ketebalan tidak sesuai	QD11
3	Pemotongan	TA 10	Scretch	QD12
4	Grinding	TA 11	Buble/stone	QD13
5	Perataan bevel tepi	TA 12	twisting	QD14
6	Polishing	TA 13	Tidak siku	QD15
7	Tracing	TA 14	kerapian	QD16
8	Washing	TA 15	Variasi warna	QD17
9	Silver filling	TA 16	Quality surface	QD18
10	Backing Paint	TA 17	pecah	QD19
11	Cleaning	TA 18	Dent	QD20
12	Handling	TA 19	Chipping	QD21
13	Operator Skill	TA 20	Grafir tidak sesuai	QD22
			Bevel tidak sesuai	QD23
	Final Assembly			
1	Rough Assembly	TA 21	Poor assembly	QD24
2	Pengeleman	TA 22	Lem belepotan	QD25
3	Regrinding	TA 23	Tidak rapi	QD26
4	Packing	TA 24	Poor packing	QD27
5	Penempelan barcode	TA 25	Hardware tidak lengkap	QD28
6	Cleaning	TA 26	Salah Barcode	QD29
			Tidak bersih	QD30

Proses frame dan mirror centre adalah termasuk *generic- DTM*, sedangkan proses modul untuk accessories adalah termasuk *Specific-DTM*.

Tabel 2. Bobot dari TAs;QDs; dan hubungan matrix DTM pada proses glass (modul accessories)

	QD10	QD11	QD12	QD13	QD14	QD15	QD16	QD17	QD18	QD19	QD20	QD21	QD22	QD23	W (TA)
TA 8	0.30	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.08	0.07	0.07	0.26	0.25	0.234
TA 9	0.00	0.75	0.01	1.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.170
TA 10	0.30	0.00	0.12	0.00	0.00	0.27	0.13	0.00	0.04	0.24	0.20	0.20	0.09	0.00	0.081
TA 11	0.00	0.08	0.12	0.00	0.04	0.27	0.13	0.00	0.13	0.03	0.00	0.20	0.26	0.25	0.045
TA 12	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.00	0.07	0.07	0.09	0.25	0.048
TA 13	0.00	0.00	0.04	0.00	0.12	0.09	0.00	0.00	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.057
TA 14	0.10	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.078
TA 15	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.059
TA 16	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.068
TA 17	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.039
TA 18	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.08	0.07	0.07	0.00	0.00	0.046
TA 19	0.00	0.00	0.12	0.00	0.36	0.09	0.13	0.00	0.04	0.24	0.20	0.20	0.03	0.00	0.047
TA 20	0.30	0.00	0.12	0.00	0.36	0.27	0.13	0.30	0.13	0.24	0.20	0.20	0.26	0.25	0.028
W (QD)	0.181	0.154	0.091	0.109	0.11	0.073	0.055	0.056	0.045	0.052	0.024	0.021	0.018	0.01	

Tabel 3 DTM –Chain wall mirror decoration

	QD1	QD2	QD3	QD4	QD5	QD6	QD7	QD8	QD9	QD10	QD11	QD12	QD13	QD14	QD15	QD16	QD17	QD18	QD19	QD20	QD21	QD22	QD23	QD24	QD25	QD26	QD27	QD28	QD29	QD30	
TA1	0.60	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00																									
TA2	0.20	0.60	0.00	0.25	0.00	0.25																									
TA3	0.20	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00																									
TA4	0.00	0.00	0.00	0.75	1.00	0.75																									
TA5							1.00	0.00	0.00																						
TA6							0.00	0.50	0.50																						
TA7							0.00	0.50	0.50																						
TA8										0.30	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.08	0.07	0.07	0.26	0.25								
TA9										0.00	0.75	0.01	1.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00								
TA10										0.30	0.00	0.12	0.00	0.00	0.27	0.13	0.00	0.04	0.24	0.20	0.20	0.09	0.00								
TA11										0.00	0.08	0.12	0.00	0.04	0.27	0.13	0.00	0.13	0.03	0.00	0.20	0.26	0.25								
TA12										0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.00	0.07	0.07	0.09	0.25								
TA13										0.00	0.00	0.04	0.00	0.12	0.09	0.00	0.00	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00								
TA14										0.10	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.13	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00								
TA15										0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TA16										0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TA17										0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00								
TA18										0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.04	0.08	0.07	0.07	0.00	0.00								
TA19										0.00	0.00	0.12	0.00	0.36	0.09	0.13	0.00	0.04	0.24	0.20	0.20	0.03	0.00								
TA20										0.30	0.00	0.12	0.00	0.36	0.27	0.13	0.30	0.13	0.24	0.20	0.20	0.26	0.25								
TA21																								0.43	0.00	0.29	0.00	0.50	0.00	0.00	
TA22																								0.43	0.50	0.29	0.00	0.00	0.00	0.50	
TA23																								0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.50	
TA24																								0.00	0.00	0.10	1.00	0.50	0.50	0.50	
TA25																								0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	
TA26																								0.14	0.50	0.03	0.00	0.00	0.00	0.50	

Kesimpulan dan Saran

QFD adalah sebuah sistem pengembangan produk yang dimulai dari merancang produk, proses manufaktur, sampai produk tersebut sampai ke tangan konsumen, dimana pengembangan produk berdasarkan keinginan konsumen dan penggunaan metode QFD dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang apa yang diinginkan konsumen untuk diterjemahkan dalam respon teknik sebagai masukan untuk menentukan atribut teknik dalam metode pelacakan defect. DTM Adalah alat kualitas berbentuk matrik yang memperkenalkan sebuah metode pelacakan defect berdasarkan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk setiap modul dalam sistem *Mass Customization* (MC) yang langsung menghubungkan teknologi manufaktur dengan *quality defects* di dalam modul MC. Sebuah algoritma rekonstruksi yang dinamis dari DTM *chain* memungkinkan rekonfigurasi MC. Dari Studi kasus pada *industri wall mirror decoration* didapatkan 10 atribut produk, 18 respon teknik, 26 atribut teknik dan 30 quality defect. Model yang diaplikasikan telah mengatasi kesulitan dalam *quality control* pada produk yang sering berganti desain dalam sistem *mass customization* yaitu dengan mengidentifikasi kemungkinan defect pada setiap modul produk yang didasarkan pada keinginan konsumen. Pengembangan pada penelitian ini

masih terbuka luas antara lain menentukan tindakan preventif dan korektif untuk memperkecil *defect*, perkiraan biaya kualitas yang bisa direduksi, penentuan pembobotan yang lebih baik, mendapatkan model lain dalam pengendalian kualitas pada sistem mass customization.

Daftar Pustaka

- Browne, J., Dubois, D., Rathmill, K., Sethi, S.P., Stecke, K.E. (1984), *Classification of flexible manufacturing systems*, The FMS Mag 2 (2); 114-117.
- Chen, L.H., Ko, W.C. (2007), "Fuzzy linear programming models for new product design using QFD with FMEA", *Applied mathematical modelling* 33, pp 633-647.
- Cohen, L. (1995). *Quality Function Deployment: How to make QFD work to you*, Addison-Wisley, Canada.
- Doroshevich, K.K., Popov, N.V., Strizhkov, S.A. (2002), "Statistic Process Control in IC manufacture: a technique for small-batch, intermitten production", *Russian Microelectronic* 31(2); 130-136.
- Durray, R. (202), "Mass Customization origins: mass or custom manufacturing", *International Journal Operation Production Management*, vol. 22(3): 314-328.
- Durray, R., Milligan, G.W. (1999), "Improving customer satisfaction through mass customization", *Quality Progress*, vol. 32 pp. 314 - 328.
- Eastwood, M.A. (1996), "Implementing mass customization", *Computer in Industry* vol. 30 , 171 - 174.
- Fogliatto, F.S. & Silveira, G.J.C. (2008), "Mass customization: a method for market segmentation and choice menu design", *International Journal Production Economics*, vol. 111 , 606-622.
- Fogliatto, F.S., Silveria, G.J.V., Borenstein, D. (2012), "The mass customization decade : an updated review of the literature", *International Journal Production Economics* 138 pp 14 - 25.
- Helms, M.N., Ahmadi, M., Jih, W.J.K., Etkin, L.P. (2008), "Technologies in support of mass customization strategy: Exploring the linkages between e-commerce and knowledge management", *Computers in Industry* 59; 351-363.
- MacCarthy, B. (2003), "Understanding 'customization' in mass customization, mass customization: turning customer differences into business advantages", *IEE Seminar on Digest* No. 2003/10031, 27 (2): 1-4.
- MacCarthy, B., Brabazon, P.G., Bramham, J. (2003), "Fundamental modes of operation for mass customizatoin", *International Journal of Production economic*, vol. 85; 289-304.
- Montgomery, D.C. (1996), *An Introdcition to statistical quality control*, Wiley, New York.
- Pine, B.J. II. (1993a), "Mass customizing product and services", *Plann Rev* 21(4): 6 - 14
- Pine, B.J. II. (1993b), "Making Mass Customization happen : strategy for the new competitive realities", *Plann Rev* 21(5):23.
- Saaty, T.L. (1990), *The Analytic hierarchy process : planning, prority, setting, resource allocation*, RWS, Pittsburgh.
- Selladurai, R.S. (2004), "Mass customization in operation management: oximoron or reality". *International Journal Management Science*, vol. 32; 295-300.
- Silveira, G., Borenstein, D., Fogliatto, F. (2001), "Mass customization: Literature review and research direction", *International journal productiion economics*, vol. 72; 1-13.
- Stoumbos, Z.G, Reynolds MR Jr., Ryan, T.P., Woodall, W.H. (2000), "The state of statistical process control as we proceed into the 21th century"; *J Am Stat Assoc* , 95(451);992-998.
- Tu, Q., Vonderembse, M.A., Ragu-Nathan TS, Bhanu , R.N. (2004), "Measuring modularity-based manufacturing practices and their impact on mass customization capability: a customer-driven perspective", *Decis science* 35; 147-168.
- Wind, J., Rangaswamy, A. (2001), "Customerization : The next revolution in mass customization", *Journal of Interactive Marketing*, vol. 15, 13-32.
- Wang, H., Ling, Z. (2007), "Defect tracking matrix for mass customization production based on quality", *International journal flexibility manufacturing system* , vol. 19; 666-684.