

PENETAPAN SPESIFIKASI DESAIN *BODY COMPOSITE* UNTUK *URBAN CONCEPT* BERDASARKAN REGULASI KONTES MOBIL HEMAT ENERGI 2018 MENGGUNAKAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)*

Fajrin Nurul Falah^{1*}, Gilang Purnama Adi², Cindy Saraswati³, Hari Prasetyo⁴, Much. Djunaidi⁵,
Ratnanto Fitriadi⁶

(1,2,3,4,5,6)Program Studi Teknik Industri,/Fakultas
Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*Email: d600150011@student.ums.ac.id

Abstrak

Keywords:

Keterbatasan energi,
Mobil Listrik, KMHE,
QFD.

Jumlah kendaraan yang semakin hari semakin bertambah, membuat jumlah energi fosil di dunia semakin menipis. Instansi pemerintahan dan perguruan tinggi merupakan pihak yang berperan penting dalam permasalahan sumber energi tersebut. Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah salah satu universitas yang melakukan upaya untuk menemukan energi alternatif selain bahan bakar fosil. Melalui Fakultas Teknik khususnya Teknik Elektro, Teknik Mesin dan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta berupaya menciptakan kendaraan roda empat hemat bahan bakar yang dikenal dengan nama urban concept car. Perancangan urban concept car dimulai dengan melakukan pengumpulan data berupa regulasi yang dikeluarkan oleh panitia pada ajang Kontes Mobil Hemat Energi yang kemudian data tersebut digunakan sebagai parameter dalam penyusunan quality function deployment yang selanjutnya di proses sehingga melahirkan spesifikasi teknik dalam hal material, dimensi, serta aksesoris yang telah dilakukan benchmarking dengan tim lain yang mengikuti kompetisi pada ajang Kontes Mobil Hemat Energi 2018. Spesifikasi desain yang telah didapatkan selanjutnya akan digunakan sebagai acuan pada proses desain 3 dimensi dan proses manufaktur body urban concept car.

1. PENDAHULUAN

Menurut Kadir (2006) dan Salim (2005) transportasi merupakan usaha atau aktivitas mengangkut atau membawa suatu barang dari satu tempat ke tempat yang lainnya. Pada era ini transportasi sangat erat kaitannya dengan manusia yaitu sebagai alat bantu manusia dalam melakukan aktivitas seperti berpergian ke tempat lain. Seperti pendapat dari Koto & Asnawi (2016) bahwa transportasi sangat membantu manusia khususnya sebagai sarana mobilitas. Keberadaan transportasi juga merupakan salah satu tolok ukur yang menunjukkan perkembangan suatu wilayah (Dupont, Hubert, Guidat, & Camargo, 2019).

Dalam penggunaannya, transportasi memerlukan sumber energi agar dapat

menggerakkan sumber penggeraknya yaitu motor. Di Indonesia sendiri, fosil merupakan suplai sumber energi terbesar dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Selain sebagai sumber energi bagi kendaraan bermotor, fosil juga dimanfaatkan untuk sumber penggerak di Pembangkit Listrik Energi Uap (PLTU). Tingginya konsumsi energi berbahan fosil ini mengakibatkan pencemaran udara di sekitar dan juga tidak menutup kemungkinan kelangkaan energi fosil terjadi. Hal tersebut sesuai dengan apa yang dikatakan Rahman (2013) tentang pencemaran udara bahwa daerah metropolitan mulai terjadi penipisan udara bersih karena pencemaran udara akibat gas buangan dari kendaraan bermotor berbahan bakar minyak hasil olahan dari fosil dan

pendapat Erdener, Arina, & Oman (2011) dan David Braithwaite (2010) tentang sumber energi fosil bahwa sumber energi tersebut mengalami penipisan yang signifikan karena penggunaan sumber energi tersebut yang berlebihan. Jika hal ini tidak segera ditangani, kelangkaan sumber energi fosil akan segera terjadi.

Upaya pemerintah Indonesia dalam menjawab tantangan kelangkaan energi salah satunya melalui Kemenristekdikti (Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi) yaitu merealisasikan suatu kompetisi bernama Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE). Kompetisi yang diadakan setiap satu kali dalam satu tahun ini merupakan kontes mobil yang mengedepankan efisiensi energi dan diikuti oleh seluruh Universitas/Institut/Politeknik dari seluruh Indonesia.

Menurut Regulasi KMHE (2018), salah satu jenis mobil yang dilombakan pada kompetisi ini adalah mobil listrik dengan tipe *prototype* (mobil dengan jumlah roda sebanyak 3) dan *urban* (mobil dengan jumlah roda sebanyak 4). Mobil listrik merupakan mobil yang digerakkan dengan motor listrik dimana energi listrik dapat disimpan di dalam baterai. Robert Anderson, seorang penggiat mobil listrik dari Skotlandia pertama kali mengenalkan mobil listrik pada tahun 1832 – 1839 (Suyono, 2013). Mobil dengan sumber penggerak listrik dinilai lebih efisien dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi yang beracun (Wilberforce et al, 2017). Menurut Harahap (2017) dengan adanya kompetisi mobil listrik, akan memacu semangat para mahasiswa untuk menggiatkan dan melakukan inovasi baru dalam berkembangnya mobil listrik yang hemat energi tanpa merusak lingkungan sekitar.

Universitas Muhammadiyah Surakarta salah satu perguruan tinggi swasta yang menjadi salah satu partisipan yang pernah mengikuti KMHE tepatnya pada 2017. Melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) yang bersinergi dengan Fakultas Teknik (FT) berhasil menciptakan Mobil Listrik Ababil EVO II dengan tipe *prototype* pada tahun 2017 yang kemudian diikutsertakan dalam KMHE 2017. Selanjutnya pada tahun 2019, Universitas

Muhammadiyah berencana untuk membuat mobil dengan tipe *urban* yang kemudian diikutsertakan dalam KMHE 2019. Terdapat dua bagian penting yang menyusun suatu mobil, salah satunya adalah *body*.

Body dari mobil merupakan salah satu aspek yang tidak sesuai dengan regulasi. *Body* merupakan salah satu komponen penting dalam sebuah mobil adalah bagian *body* dimana fungsi *body* adalah sebagai pelindung dari komponen-komponen yang rawan terhadap cuaca ekstrim serta melindungi pengemudi dari objek asing yang dapat membahayakan dan meminimalkan hambatan udara yang dilewati oleh rancangan kendaraan serta kontak langsung dengan pengemudi sehingga dapat meminimalkan terjadinya kecelakaan baik ringan ataupun berat (Rahmadianto Widyanto, 2015).

Dalam melakukan perancangan produk, perlu diperhatikan tahapan-tahapannya. Menurut Ulrich & Eppinger (2012) ada enam fase dalam melakukan perancangan produk. Fase pertama adalah fase nol yaitu tahap perencanaan, fase kedua adalah tahap pengembangan konsep, fase ketiga adalah desain sistem-tingkat, fase keempat adalah detail desain, fase kelima adalah pengujian dan perbaikan, dan fase keenam adalah fase produksi massal. Berdasarkan langkah-langkah tersebut, tahap perancangan desain merupakan tahap yang sangat penting. Dalam perancangan desain harus mempertimbangkan spesifikasi-spesifikasi desain yang akan dirancang untuk menjaga kualitas dari produk (Setiyono, 2014).

Untuk mendapatkan spesifikasi-spesifikasi yang optimal dalam rancangan *body urban concept car*, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD). Metode QFD merupakan suatu teknik yang digunakan untuk perancangan produk sesuai dengan keinginan dari pengguna produk dengan melibatkan kualitas (Rahman & Supmo, 2012; Cohen, 1995). Tahap pertama dari QFD adalah *House of Quality* (HOQ) dimana tahap ini akan menghasilkan target spesifikasi sebagai dasar perancangan produk (Anggraeni et al, 2013; Jaelani, 2012). Penetapan spesifikasi tersebut berdasarkan Regulasi Teknis KMHE 2018

dan hasil diskusi dengan para *expert* di bidang yang berkaitan dengan tema penelitian. Dengan metode QFD tersebut diharapkan dapat dilahirkan spesifikasi yang optimal untuk merancang desain *body urban concept car* sehingga hasil capaian dalam kompetisi maksimal dan sesuai dengan apa yang diharapkan.

2. METODE

Secara lebih rinci metode penelitian yang dilaksanakan antara lain sebagai berikut:

1. Pengumpulan data seperti Regulasi Teknis KMHE 2018 dan hasil *benchmarking* dengan Universitas lain terkait spesifikasi umum *body urban concept car*.
2. Menyusun matriks kebutuhan pelanggan sesuai dengan tujuan yang akan dicapai dengan melakukan pendekatan terhadap tiga *expert* untuk melakukan pembobotan terhadap *customer requirement* sehingga dihasilkan *customer requirement* dan *technical response*.
3. Menyusun karakteristik teknik yang didapatkan dari proses *benchmarking* dengan tim lain yang kemudian dilakukan *group discussion* untuk membahas hasil dari *benchmarking* dan Regulasi KMHE 2018 sehingga didapatkan parameter teknik yang dibutuhkan.
4. Mengidentifikasi korelasi atau jenis-jenis hubungan yang menyatakan keterkaitan antara *customer requirement* dengan *technical response* sehingga didapatkan nilai-nilai tingkat korelasi.
5. Mencari keterkaitan antara *customer requirement* dengan *technical response* berdasarkan tingkat korelasi yang telah diketahui sebelumnya sehingga didapatkan simbol dan nilai hubungan yang menyatakan korelasi dari keduanya.
6. Penentuan prioritas karakteristik teknik dengan melakukan wawancara terhadap *expert* di bidang terkait sehingga didapatkan besarnya nilai prioritas dari karakteristik teknik tersebut.
7. Melakukan perencanaan karakteristik desain dengan metode HoQ sehingga didapatkan karakteristik teknik yang kemudian dijadikan spesifikasi untuk merancang desain *body mobil urba*

concept car.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, dijelaskan hasil penelitian/pengabdian kepada masyarakat dan pada saat bersamaan diberikan pembahasan yang komprehensif. Hasil dapat disajikan dalam gambar, grafik, tabel dan lain-lain yang membuat pembaca mudah mengerti.

3.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada perancangan *body urban concept car* berupa Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi 2018 namun peneliti hanya menggunakan pasal-pasal yang terkait dengan perancangan *body urban concept car* namun tidak semua akan dimasukkan kedalam matriks yang ada pada QFD. Berikut pada Tabel 1 merupakan pasal-pasal pada regulasi yang digunakan untuk proses pembuatan *quality function deployment*.

Tabel 1. Regulasi Yang Digunakan

No	Customer Need
1	Pecahan Windshield Tidak Membahayakan Pengemudi
2	Terdapat kaca spion dengan ukuran minimal 25 cm ²
3	Terdapat Ventilasi Pada Ruang Kemudi
4	Miliki Sekat Pemisah Ruang Kemudi dan Ruang Mesin
5	Dimensi Body Sesuai Regulasi KMHE
6	Body Menutupi Semua Komponen
7	Terdapat Towing Hook Pada Bagian Depan
8	Terdapat Lampu Utama Pada Bagian Depan
9	Terdapat Lampu Penanda Belok Bgian Depan
10	Terdapat Lampu Rem Pada Bagian Belakang
11	Lampu Penanda Belok Bagian Belakang
12	Windshield Melindungi Dari Cahaya Matahari
13	Body Mudah DI Assembly
14	Tebal Body Minimal

Range yang digunakan untuk nilai pembobotan yaitu 1 sampai dengan 10, semakin penting suatu pasal maka nilai bobotnya akan semakin besar.

Karena jumlah *expert* yang mengisi nilai bobot lebih dari satu orang maka nilai bobot dari satu pasal yang sama akan mungkin terjadi perbedaan, oleh karena itu peneliti hanya menggunakan rata-rata nilai dari ketiga *expert* dengan cara sebagai berikut.

Bobot Akhir

$$= \frac{(\text{Expert1} + \text{Expert2} + \text{Expert3})}{3} \dots \dots \dots (1)$$

Berikut pada Tabel 2 merupakan nilai bobot akhir yang didapatkan.

Tabel 2 Nilai Bobot Pada Pasal

No	Customer Need	Bobot Final
1	Pecahan Windshield Tidak Membahayakan Pengemudi	8.7
2	Terdapat kaca spion dengan ukuran minimal 25 cm ²	7.0
3	Terdapat Ventilasi Pada Ruang Kemudi	8.0
4	Miliki Sekat Pemisah Ruang Kemudi dan Ruang Mesin	8.3
5	Dimensi Body Sesuai Regulasi KMHE	8.7
6	Body Menutupi Semua Komponen	7.0
7	Terdapat Towing Hook Pada Bagian Depan	8.0
8	Terdapat Lampu Utama Pada Bagian Depan	9.7
9	Terdapat Lampu Penanda Belok Bgian Depan	9.7
10	Terdapat Lampu Rem Pada Bagian Belakang	9.7
11	Lampu Penanda Belok Bagian Belakang	9.7
12	Windshield Melindungi Dari Cahaya Matahari	6.0
13	Body Mudah Di Assembly	7.3
14	Tebal Body Minimal	7.0

3.2. Pembuatan Quality Function Deployment

1. Customer Requirements

Pada pasal penerangan akan menjadi prioritas desain dan harus sesuai dengan yang ada pada spesifikasi. Setelah bobot akhir didapatkan maka bobot tersebut dimasukkan kedalam baris tingkat kepentingan yang ada pada QFD perancangan *body urban concept car* dengan urutan yang sesuai dengan pasal-pasal yang telah dimasukkan sebelumnya. Pada Gambar 2 merupakan bobot tingkat kepentingan telah dimasukkan kedalam HOQ untuk kemudian dilakukan proses selanjutnya.

1	9	7.6	8.7	Pecahan windshield tidak membahayakan pengemudi
2	9	6.1	7.0	Terdapat kaca spion dengan ukuran minimal 25 cm ²
3	9	7.0	8.0	Terdapat ventilasi pada ruang kemudi
4	9	7.3	8.3	Memiliki sekat pemisah antara ruang kemudi dan ruang mesin
5	9	7.6	8.7	Dimensi body sesuai regulasi KMHE
6	9	6.1	7.0	Body menutupi semua komponen
7	9	7.0	8.0	Terdapat towinghook pada bagian depan
8	9	8.4	9.7	Terdapat lampu utama pada bagian depan
9	9	8.4	9.7	Terdapat lampu penanda belok bagian depan
10	9	8.4	9.7	Terdapat lampu rem pada bagian belakang
11	9	8.4	9.7	Lampu penanda belok pada bagian belakang
12	9	5.2	6.0	Windshield melindungi dari cahaya matahari
13	9	6.4	7.3	Body Mudah Di Assembly
14	9	6.1	7.0	Tebal body minimal

Gambar 2 Customer Requirements

2. Technical Requirements

Pada bagian *technical requirements* terdapat bebearap bagian yang penting, selain variabel yang digunakan sebagai *technical response*, pada bagian *technical requirements* juga terdapat target atau Batasan yang ditetapkan terhadap suatu variabel, dengan lambing “X” yang artinya lebih baik untuk sesuai pada target, kemudian “ yang melambangkan lebih baik untuk di maksimalkan dan”

yang melambangkan lebih baik di minimalkan dan yang terakhir pada bagian bawah terdapat nilai atau satuan yang dimiliki pada masing-masing variabel.

Customer Requirements	Technical Requirements	Target or Limit Value	Direction of Improvement	Difficulty
1	Terbuat dari plastik polycarbonate	1.2 mm	X	3
2	Kaca spion motor	N-Max	X	0
3	Sekat ruang kemudi dari plat aluminium	1.2 mm	X	5
4	Regulasi KMHE 2018	Buku pedoman	X	6
5	Metode penggabungan setiap komponen	Buat, mnt, shmp, ksp	X	5
6	Buat mnt, shmp, ksp	1 unit	X	0
7	Lampuu utama pada bagian depan body dengan	2 unit	X	1
8	Lampuu rem pada bagian belakang body dengan	2 unit	X	1
9	Lampuu rem LED custom	2 unit	X	1
10	Lampuu rem LED custom	2 unit	X	1
11	Lampuu rem LED custom	2 unit	X	1
12	Mekanisme panti menggunakan cerpel pada bagian atas	30%	X	2
13	Windshield pada bagian depan, kanan, dan kiri	3 mm	X	5
14	Buat penghalang benda pada bagian luar	6 buah	X	6
15	Menggunakan mold	1 set	X	6
16	Ventilasi pada bagian depan	P/100mm x 100 mm	X	0

Gambar 3 Technical Requirements

3. Spesifikasi Desain

Dari proses panjang penyusunan QFD mulai dari menentukan variabel, pembobotan oleh *expert*, hingga menentukan batasannya akhirnya didapatkan hasil berupa spesifikasi desain yang optimal. Berikut pada Tabel 3 merupakan tabel spesifikasi desain yang akan dijadikan landasan pada proses pemodelan desain 3 dimensi dan proses manufaktur pembuatan *body urban concept car* Trisula.

Tabel 3. Spesifikasi Desain

No	Customer Requirements	Technical Requirements	Target or Limit Value	Direction of Improvement	Difficulty
1	Pecahan Windshield Tidak Membahayakan	Terbuat Dari Plastik Polycarbonate	1.2 mm	X	3
2	Terdapat kaca spion dengan ukuran minimal 25cm ²	Kaca Spion Motor	N-Max	X	0
3	Terdapat Ventilasi Pada Ruang Kemudi	Ventilasi Pada Bagian Depan	P 100 mm x 100 mm	X	0
4	Miliki Sekat Pemisah Ruang Kemudi dan Ruang Mesin	Sekat Ruang Kemudi dari plat aluminium	1.2 mm	X	6
5	Dimensi body sesuai Regulasi KMHE	Metode Penggabungan setiap komponen	Buat, Mnt, Shmp, Ksp	▼	5
6	Body Menutupi Semua Komponen	Regulasi KMHE 2018	buku pedoman	X	0
7	Terdapat Lampu Utama Pada Bagian Depan	Lampu Utama Jenis LED Custom	2 Unit	▼	1
8	Terdapat Lampu Penanda Belok Bagian Depan	Lampu Sein Depan Custom Untuk Naja 250cc	2 Unit	X	1
9	Terdapat Lampu Rem Pada Bagian Belakang	Lampuu rem LED Custom	2 Unit	▼	1
10	Lampuu Penanda Belok Bagian Belakang	Windshield Dipelekan Menggunakan Cer Sempurna	30%	▼	2
11	Windshield Melindungi Dari Cahaya Matahari	Windshield Pada bagian depan, kanan, dan kiri	3 Unit	X	5
12	Body Mudah di Assembly	Buat Penghalang Benda Di Bagian Luar	6 Buah	X	6
13	Tebal body minimal	Menggunakan Mold	1 Set	X	6
14	Towinghook pada bagian depan body dengan kekuatan 1 Ton	Towinghook pada bagian depan body dengan kekuatan 1 Ton	1 Unit	X	7
15	-	Mekanisme panti menggunakan cerpel pada bagian atas	2 Set	X	1

Anak panah no.1 menunjukkan *customer requirements* berupa pasal-pasal yang telah dibahas pada gambar 4.2 yang menjadi acuan dalam penentuan *technical requirements*. Anak panah no.2 menunjukkan *technical requirement* yang lahir dari *group discussion* dengan Tim ECRC melahirkan 15 pasal untuk memenuhi *customer requirements*. Pada baris ke-1 *technical requirements* berbunyi “Terbuat dari plastik polycarbonate”, hal tersebut menjawab permintaan *customer requirements* pada pasal no.1 yang berbunyi “pecahan windshield tidak membahayakan”, polycarbonate yang digunakan yaitu tipe

lebaran lurus dengan ketebalan 1,2 milimeter yang didasari dari rekomendasi salah satu pasal yang ada pada regulasi KMHE tentang bahan *windshield*. Pada baris ke-2 berbunyi “Kaca Spion Motor”, kaca spion motor yang digunakan adalah kaca spion variasi yang pada umumnya digunakan untuk sepeda motor Yamaha N-Max dengan dimensi lebar 120 milimeter dan tinggi 80 milimeter.

Pemilihan kaca spion tipe ini didasari dari kesesuaian dengan regulasi yang mengharuskan bahwa kaca spion memiliki minimal dimensi yaitu lebar 50 milimeter dan tinggi 50 milimeter, namun dengan dimensi itu peneliti dan Tim sepakat untuk menggunakan kaca spion Yamaha N-Max karena jangkauan pandang akan lebih luas. Baris ke-3 pada *technical requirements* berbunyi “ventilasi pada bagian depan”, pasal tersebut didapatkan dari salah satu pasal wajib yang ada pada regulasi tentang sirkulasi udara didalam ruang kemudi. Baris ke-4 pada *technical requirements* berbunyi “sekat ruang kemudi dari plat aluminium”, pasal tersebut didapatkan dari proses *benchmarking* pada tabel 4.3 yang mampu mencegah api atau asap dari ruang mesin apabila terjadi permasalahan namun tetap ringan.

Baris ke-5 pada *technical requirements* berbunyi “metode penggabungan setiap komponen” pasal ini menjawab kebutuhan pada pasal pada *customer requirement* nomor 2,4,6,7,13 dan 14 karena komponen yang ada pada *body* kendaraan tidak hanya menggunakan satu metode penggabungan yaitu 4 metode antara lain baut, mur, skrup dan klip. Baris ke-6 sampai dengan 11 mampu menjawab kebutuhan *customer requirements* sesuai dengan korelasi yang ada pada *quality function deployment* tahap penentuan korelasi yang akan dibahas pada gambar 4.7. pada anak panah no.3 merupakan target, batasan dan nilai yang diinginkan, contohnya adalah pada pasal 1 yang menunjukkan bahwa *polycarbonate* yang digunakan untuk *windshield* memiliki ketebalan 1,2 milimeter maka pada proses desain dan pembuatan dimensi yang harus dipatuhi sudah tersedia dan dapat meminimalkan ketidaksesuaian.

Pada anak panah no.4 dan no.5 menunjukkan tiga pilihan yang paling optimal untuk diterapkan, contohnya adalah pada pasal 14 yang berbunyi “tebal *body* minimal” dipenuhi dengan “menggunakan *mold*” dengan simbol “X” atau sesuai Target karena untuk proses pembuatan cetakan, bentuk dan dimensi harus presisi sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan dan bahan yang telah ditentukan, apabila terjadi pengurangan atau penambahan bahan maka akan terjadi ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Pada anak panah no.6 terdapat tingkat kesulitan apabila pasal pada *technical requirements* diterapkan. Berdasarkan data pada tabel 4.3 diketahui pasal yang memiliki tingkat kesulitan yang tinggi terdapat pada pasal pada nomor 14 dengan nilai “7”. Hal tersebut terjadi karena proses pembuatan *mold* menggunakan cara manual dengan membentuk pola *body* berbahan *sterofoam* dengan skala 1:1 menggunakan pisau pemotong kain dan kemudian dilakukan penyesuaian dengan desain menggunakan semen putih pada bagian terluar. Nilai dari tingkat kesulitan bisa menurun apabila proses pembuatan *mold* menggunakan mesin *CNC* sehingga proses pengerjaan bisa sangat presisi dan simetris sesuai desain.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu mengenai usulan desain *Body Urban Concept Car* berdasarkan Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi 2018 menggunakan metode *Quality Function Deployment*, kesimpulan yang dapat diambil antara lain sebagai berikut :

1. Dari 18 pasal yang digunakan, disepakati melalui forum *group discussion* bahwa dari 18 pasal yang ada, di-padatkan menjadi 14 pasal agar tidak mempersulit pada saat pengerjaan *quality function deployment*. Seleksi dilakukan agar mempermudah calon *expert* yang akan melakukan pengisian terhadap bobot yang ada pada tiap-tiap pasal sehingga jumlah pasal dan kata-kata yang digunakan tidak mempersulit proses penelitian

2. Perbedaan pendapat dari masing-masing expert akan sangat berpengaruh pada bobot spesifikasi yang akan dihasilkan.
3. Dari proses panjang penyusunan QFD mulai dari menentukan variabel, pembobotan oleh *expert*, hingga menentukan batasannya akhirnya didapatkan hasil berupa spesifikasi desain yang optimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih peneliti ucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Surakarta (LPPM UMS) yang mana telah mendanai penelitian ini sehingga dapat berjalan dengan baik.

REFERENSI

Anggraeni, Mutiara., Desrianty, Arie., & Yuniar. (2013). Rancangan Meja Dapur Multifungsi Menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD). *Jurnal Teknik Industri Itenas*. Vol 1. No 1 (159-169).

Braithwaite, David, dkk. (2010). Harga Sebuah Kebijakan Bahan Bakar Fosil: Subsidi Pemerintah Indonesia di Sektor Hulu Minyak & Gas Bumi. *International Institute for Sustainable Development (IISD)*

Cohen, Lou. (1995). "Quality Function Deployment, How to make QFD Work for You". New York: Addison-Wesley Publishing Company

Dupont, L., Hubert, J., Guidat, C., & Camargo, M. (2019). Understanding user representations, a new development path for supporting Smart City policy: Evaluation of the electric car use in Lorraine Region. *Technological Forecasting and Social Change*, 142(June), 333–346. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.10.027>

Erdener, H., Arinan, A., & Orman, S. (2011). Future fossil fuel alternative; Di-methyle ether (DME) A review. *International Journal of Renewable Energy Research*, 1(4), 252–258. <https://doi.org/10.20508/ijrer.95502>

Hanif, R. Y., Rukmi, H. S., & Susanty, S.

(2015). Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis* (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Juli*, 03(03), 137–147.

Harahap, Dedy Ramdhani. (2017). *Pengujian Performa Baterai Nickel-Metal Hydride (Nimh) Untuk Mobil Listrik Satu Penumpang Pada Kompetisi Balap Mobil Listrik Enel-Gp Jepang 2017*. *JURNAL MANUTECH* Vol. 9, No. 1 (12– 85).

Jaelani, E. (2012). Perencanaan Dan Pengembangan Produk Dengan Quality Function Deployment (QFD). *Jurnal Sains & Manajemen Akuntansi* Vol.4 No.1

Kadir, Abdul. (2006). Transportasi: Peran dan Dampaknya dalam Pertumbuhan Ekonomi Nasional. *Jurnal Perencanaan dan Pengembangan Wilayah WAHANA HIJAU*. Vol 1. No 3 (121-131).

Koto, A., & Asnawi, M. (2016). Analisis Tingkat Kepuasan Konsumen Terhadap Kualitas Jasa Angkutan Bus Trans Metro Pekanbaru. 1, 83–90.

Rahmadianto, A. U., Widyanto, S. A. (2015). Rancangan Bangun Body Mobil Tipe Urban Concept. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin*. 3(2). 85-92.

Rahman, Abdul & Supomo, Heri. (2012). Analisa Kepuasan Pelanggan pada Pekerjaan Reparasi Kapal dengan Metode *Quality Function Deployment* (QFD). *Jurnal Teknik ITS*. Vol 1. No 1 (297-301).

Rahman, M. Abdul. (2013). *Pembuatan Mobil Listrik Untuk Solusi Transportasi Ramah Lingkungan (Mobil Baskara)*. *Jurnal Riset Daerah* Vol. XII, No.2 (1819-1837).

Regulasi Teknis KMHE 2018

Salim, Abbas. (2005). *Manajemen Transportasi*. Jakarta: Grafindo Persada

Setiyono, Harkali. (2014). Standar Spesifikasi Desain untuk Analisis Umur Lelah Pelat Baja

- Tahan Karat Akibat Beban Dinamis Aksial. *Jurnal Standardisasi*. Vol 16. No 1 (57-65).
- Subekti, Ridwan Arief; Hartanto, Agus; Susanti, Vita. (2012). *Arah Dan Kebijakan Yang Diperlukan Dalam Menunjang Penelitian Mobil Listrik Hibrid*. *Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology* Vol. 03 (1-8).
- Suyono, Agus & Arsana, I Made. (2013). Rancang Bangun Sistem Kemudi Manual pada Mobil Listrik Garuda UNESA D3. D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. 01(02). 187–195.
- Ulrich, K. T. dan Eppinger, S. D. (2012). *Product Design and Development* 5th Edition. New York: McGraw-Hill Education
- Widodo, Imam Jati. (2003). *Perencanaan dan Pengembangan Produk : Product Planning and Design*. Yogyakarta : UII Press Yogyakarta.
- Wilberforce, T., El-Hassan, Z., Khatib, F. N., Al Makky, A., Baroutaji, A., Carton, J. G., & Olabi, A. G. (2017). Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars. *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(40), 25695–25734. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.07.054>