

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Hydrocracking*

Proses *Hydrocracking* merupakan suatu proses perengkahan struktur molekul hidrokarbon besar atau fraksi berat menjadi struktur molekul hidrokarbon kecil atau fraksi ringan. *Hydrogen* digunakan untuk menghindari adanya senyawa olefin sebagai salah satu reaksi pada proses perengkahan. Kualitas dan jumlah dari semua produk yang dihasilkan Unit *Hydrocracker* tergantung dari proses yang berjalan di Seksi Reaktor (Hobson, & Pohl, 1973), dalam hal ini yang mempengaruhi adalah konversi, suhu reaksi, dan kualitas umpan.

2.2 Perancangan *Wearpack*

Awal tahun 1970 industri karoseri di Indonesia mulai berkembang. Perusahaan karoseri membuat merubah bentuk *original* berbagai jenis kendaraan menjadi bentuk lain sesuai pesanan konsumen. Dalam melaksanakan pekerjaannya para pegawai diwajibkan menggunakan seragam. Seragam operator bagian administrasi berbeda dibandingkan dengan operator pada divisi produksi khususnya operator pengelasan. Para operator di bagian pengelasan dianjurkan untuk menggunakan seragam (*wearpack*) yang aman dan nyaman. Oleh karenanya, desain dan jenis kain pada seragam (*wearpack*) perlu diperhitungkan. Segi keamanan dan kenyamanan untuk *wearpack* layak untuk dipertimbangkan dalam pembuatan *wearpack* (Yuamita, 2010).

Sesuatu yang tidak sesuai dengan prinsip-prinsip ergonomi, perlu dilakukan redesain terhadap alat kerja. Manuaba (1992) menyatakan bahwa usaha perbaikan peralatan kerja hendaknya bersifat sederhana, murah biayanya, mudah dilakukan, dan dapat memberikan keuntungan secara ekonomi. Demikian juga menurut Prasetyowibowo (1999) yaitu dalam merancang suatu peralatan agar dapat memenuhi fungsinya dan menjadi perhatian utama dari keinginan masyarakat (pemakai). Oleh karena itu, dalam rangka meningkatkan kepuasan pengguna dalam hal ini operator pengelasan (welder) khususnya dalam meningkatkan kesesuaian mutu produk alat bantu kerja dengan selera pemakai diperlukan kuisioner keinginan konsumen. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, desain *wearpack* mempunyai fungsi untuk dapat melindungi operator dari percikan api mesin las yang dapat melukai tubuh. Untuk mendesain *wearpack* dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* yang sesuai dengan keinginan pegawai.

2.3 Bahaya/ Resiko Kerja

Sejauh menyangkut resiko kerja, patut dicatat bahwa tidak ada ukuran kesehatan kerja standar yang sudah digunakan. (Soetrisno, 1995) telah mencoba untuk bekerja sama dengan para dokter dan mencari keterangan dari dokumen-dokumen ILO (Habenicht, 1993 ; Gust Estrella, 1994) saat meneliti kesehatan anak-anak sehubungan dengan lingkungan kerja masing-masing. Tapi tidak ada satupun dari para dokter yang ikut berpartisipasi dalam penelitian tersebut, meskipun mereka ahli dalam bidang kesehatan kerja/ obat-obatan.

Sebagian besar permasalahan yang telah dibicarakan di muka, mencerminkan kondisi dimana operator, orang dewasa dan anak-anak mengerjakan tugasnya masing-masing masih sedikit perhatian diberikan pada usaha-usaha untuk menjamin keselamatan kerja di Indonesia. Bila kondisi tempat kerja tidak memenuhi standar keselamatan kerja bagi operator dewasa, maka sudah selayaknya dianggap tidak cocok atau bahkan lebih membahayakan (Habenicht, 1993). Menurut Irianto, 2004, salah satu kelainan pada tubuh dan otot manusia adalah kelelahan (*fatigue*). Dimana apabila otot-otot dan tubuh bekerja serta berkontraksi secara cepat dan kuat, lama kelamaan kekuatan otot dan tubuh akan berkurang.

Untuk mengurangi bahaya/ resiko kerja pada para operator kilang, maka perlu dibuatkan suatu sistem atau alat bantu yang bisa menurunkan beban kerja (*workload*). Menurut Wakui (2000), aktivitas yang dilakukan oleh tiap posisi atau jabatan dalam rangka untuk melaksanakan tugasnya seperti tercantum dalam deskripsi pekerjaannya memberikan suatu beban kerja pada posisi/ jabatan tersebut.

2.4 Ergonomi

Ergonomi dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, engineering, manajemen dan desain/ perancangan. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai "*Human Factors*". Penerapan

ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancangan ulang (re-desain) (Wignjosuebrotto,1992).

Istilah Ergonomi berasal dari bahasa latin, yaitu *Ergon* (kerja) dan *Nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan perancangan/ desain (Nurmianto,1995). Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin ilmu yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Ergonomi didefinisikan sebagai suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana,1979).

Oborne (1982) dan Pulat (1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu:

1. Memberikan kenyamanan
2. Kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal
3. Efisiensi kerja

2.5 Desain

Desain berasal dari bahasa Latin "*designo*" yang berarti menentukan, menandai dan membentuk serta dari kata "*dissigno*" yang berarti membuka dan mengatur (Gasparski,1993). Desain juga dapat diartikan sebagai salah satu

aktivitas luas dari inovasi desain dan teknologi yang digagaskan, dibuat, dipertukarkan (melalui transaksi jual-beli) dan fungsional. Desain merupakan hasil kreativitas budidaya manusia (*man-made object*) yang diwujudkan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang memerlukan perencanaan, perancangan maupun pengembangan desain (Wicaksono,2009).

Suatu nilai produk dapat dikategorikan sebagai nilai desain yang baik apabila memenuhi tiga unsur, yaitu fungsional, estetika dan keekonomian. Unsur fungsional dan estetika sering disebut *fit-form-function*, sedangkan unsur ekonomi lebih dipengaruhi oleh harga dan kemampuan daya beli masyarakat. Desain yang baik berarti mempunyai kualitas fungsi yang baik, tergantung pada sasaran dan filosofi mendesain. Sasaran berbeda menurut kebutuhan dan kepentingannya serta upaya desain berorientasi pada hasil yang dicapai, dilaksanakan dan dikerjakan dengan optimal.

Ada tiga unsur yang mendasari suatu nilai produk dapat dikategorikan sebagai nilai desain yang baik, yaitu fungsional, estetika, dan ekonomi. Kriteria pemilihannya adalah *function and purpose, utility and economic, form and style, image and meaning*.

Unsur fungsional dan estetika sering disebut *fit-form-function*, sedangkan unsur ekonomi lebih dipengaruhi oleh harga dan kemampuan daya beli masyarakat. Desain yang baik berarti mempunyai kualitas fungsi yang baik, tergantung pada sasaran dan filosofi mendesain. Pada umumnya, sasaran berbeda menurut kebutuhan dan kepentingannya serta upaya desain berorientasi pada hasil yang dicapai, dilaksanakan dan dikerjakan dengan optimal.

2.6 Anthropometry

Anthropometry merupakan komponen kunci dalam penilaian kondisi tubuh dari manusia, baik anak – anak maupun orang dewasa. Berdasarkan *National Health and Nutrition Examination Survey (2004)* *anthropometry* merupakan studi pengukuran tubuh manusia dalam hal dimensi tulang, otot, dan jaringan adiposa (lemak). Data *anthropometry* mencerminkan status umum kesehatan, pertumbuhan dan perkembangan dari waktu ke waktu, evaluasi status kesehatan dan diet, resiko penyakit, dan perubahan komposisi tubuh yang terjadi selama pertumbuhan. McDowell (2008) menambahkan bahwa antropometri juga termasuk pengukuran berat badan, tinggi badan, ukuran tubuh, dan ketebalan lipatan kulit. Selain itu Ulijaszek (2005) juga menyebutkan bahwa *anthropometry* lebih menekankan bagaimana performa seseorang daripada ukuran seseorang.

Ada dua jenis pengukuran *anthropometry*, yaitu pengukuran statis (struktural) dan dinamis (fungsional), Hedge (2013). Dalam *Anthropometry Dinamis* pengukuran dilakukan ketika tubuh sedang bergerak atau terlibat dalam aktivitas fisik. Yang termasuk dalam dinamis *anthropometry* antara lain daya jangkau (misalnya dapat ditambah lengan dengan peregangan tubuh), ruang gerak (misal dua orang melalui satu pintu) serta volumetric data (kinetosphere).

Pada Anthropometri Statis pengukuran dilakukan ketika tubuh pada kondisi diam Data yang termasuk *anthropometry* statis adalah:

1. Dimensi skeletal, yaitu ukuran jarak antara pusat tulang sendi.

2. Mencakup beberapa ukuran jaringan lunak dalam dimensi kontur, termasuk hal – hal yang mencakup jaringan otot, lemak, kulit, dan bulk.
3. Tidak termasuk pakaian atau pembungkus.
4. Tidak merujuk kepada orang telanjang (dengan beberapa penyesuaian).

2.6.1 Pengolahan Data Antropometri

Berdasarkan Wickens, et al., (2004) penggunaan data Antropometri adalah untuk mengembangkan perancangan tinggi, ruang, genggam, dan jangkauan untuk stasiun kerja dan peralatan dengan tujuan untuk mengakomodasi dimensi tubuh dari potensi tekanan/bahaya kerja. Dalam penelitian ini data antropometri diukur dari sampel yang merupakan operator *Hydrocracker* RU V Balikpapan. Pengukuran panjang menggunakan meteran baju sedangkan pengukuran berat menggunakan timbangan badan. Setelah diperoleh data antropometri tersebut kemudian diolah untuk mengetahui tingkat kebenaran data tersebut.

2.6.1.1 Uji Distribusi Normal

Uji distribusi normal atau bisa juga disebut uji normalitas merupakan uji untuk mengukur apakah data yang telah kita miliki sudah terdistribusi secara normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik. Uji statistik yang biasa digunakan untuk menguji normalitas data adalah Uji Shapiro-Wilk, Uji Kolmogorov-Smirnov, Uji Liliefors, dan Uji Skewness dan Kurtosis. Pada statistik parametrik data yang terdistribusi normal merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi (Rahardjo ,2015).

Dalam mengolah atau menguji data statistik yang telah diperoleh, penulis







2.6.2 Antropometri Desain

Menurut Nowak, (2006) Antropologi merupakan suatu ilmu manusia yang berkaitan dengan kemampuan seorang manusia untuk beradaptasi dari karakteristik fisik manusia dalam ruang dan waktu, khususnya dengan diferensiasi ras, *individu*, *ontogenesis* dan *phylogenesis*. Dalam pendekatan Inggris dan Amerika, antropologi mencakup pengetahuan lengkap tentang manusia dan dapat dibagi menjadi antropologi fisik, budaya, sosial dan kriminal. Dari pendekatan di atas, hanya antropologi fisik yang akan digunakan dalam tesis ini. Antropologi fisik sangat berguna dalam kegiatan sehari – hari. Antropologi fisik dapat dipisahkan ke dalam tiga bagian, yaitu Antropologi Ras, Antropologi ontogenesis dan Antropologi Filogenetik.

Ilmu Antropologi sering dikaitkan dengan aspek ergonomis dalam pengembangan suatu produk. Tujuan utama dari ergonomi *anthropometry* adalah menyediakan data yang menggambarkan kecenderungan fisik manusia dalam rangka mengoptimalkan desain kerja dan lingkungan hidup (Nowak, 2006). Tujuan ini memodifikasi metode yang sudah ada dan menghasilkan metode pengembangan baru. Pada awalnya ergonomi antropometri hanya meneliti orang dewasa sebagai subjeknya. Seiring perkembangan kebutuhan ergonomi lingkup penelitian meluas mencakup berbagai tahap perkembangan manusia hingga lingkungan kehidupan manusia.

Menurut Nowak, (2006), pengukuran *anthropometry* dasar manusia meliputi 4 jenis, yaitu:

1. Pengukuran Linear, yang meliputi: luas, tinggi, dan panjang pengukuran dari cakupan antropometri yang diukur.
2. Pengukuran Angular (sudut), yaitu pengukuran sudut yang dibentuk antara anggota tubuh dan bidang yang melintasi tubuh manusia ketika melakukan gerakan. Seperti sudut ketika melakukan gerakan flexions atau extensions.
3. Pengukuran keliling (circumferences), yaitu pengukuran yang dilakukan untuk melakukan penilaian fisik dan desain pakaian. Pengukuran dasar meliputi keliling kepala, leher, dada, pinggul, legan, paha, dan tulang kering.
4. Pengukuran gaya (kekuatan). Pengukuran ini dilakukan dalam rangka mengetahui kecenderungan fisik manusia. Secara umum gaya disini didefinisikan sebagai energi yang dihasilkan dari kerja tangan dan kaki. Momentum yang dihasilkan digunakan sebagai data yang diterapkan pada desain yang berhubungan dengan kinerja kontrol tangan dan kaki.

Antropometri memanfaatkan ilmu statistik dasar dalam pengumpulan data untuk mengakomodasi variasi dimensi tubuh manusia. Biasanya fitur *anthropometry* memiliki distribusi normal dan diatur berdasarkan distribusi Gaussian. Nilai dan standart deviasi digunakan untuk menentukan statistik karakteristik yang disebut persentil. Keduanya berguna baik dalam pengembangan standart biologis dan menyiapkan standart untuk kebutuhan ergonomis dengan

asumsi bahwa fitur diselidiki dalam uji acak dari populasi memiliki distribusi normal.

Metode pengukuran *anthropometry* bisa dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pengukuran tradisional dan pengukuran modern. Pengukuran tradisional sangat sederhana tetapi cukup efektif dan murah. Jenis data yang dihasilkan dari alat – alat sederhana cukup beragam, mencakup berbagai pengukuran. Meskipun demikian peralatan sederhana ini membutuhkan perhatian yang cukup tinggi dalam penggunaannya untuk dapat mencapai tingkat validitas dan reliabilitas yang dapat diterima (Herron,2006). Penyelarasan alat ukur sangat penting untuk dapat memperoleh data secara konsisten.

Pengukuran antropometri saat bisa menghasilkan data subjek yang lebih detail dan akurat, namun membutuhkan biaya yang lebih mahal. Pengukuran modern menggunakan alat sensor multidimensional yang mampu memetakan jauh lebih banyak variasi bentuk dan fungsi tubuh manusia. Pengukuran kekuatan manusia juga sangat penting dalam mendesain peralatan ergonomis. Ketersediaan elektronik dinamometer modern dan alat ukur regangan yang langsung terhubung dengan komputer membuat pengukuran kekuatan manusia relatif mudah dilakukan. Dengan perawatan peralatan yang baik dan keterampilan penggunaan alat, keakuratan dan validitas data yang diperoleh dapat dijaga. Meskipun demikian elektronik dinamometer dan alat ukur tradisional tetap dapat menghasilkan data yang cukup baik dengan penyelarasan peralatan dan konsistensi dalam penggunaannya.

2.6.3 Bidang Referensi Antropometri

Beberapa dimensi yang bisa diukur dengan menggunakan anthropometri dapat diukur dari ukuran tubuh manusia. Menurut Kroemer, (2006), bidang referensi *Anthropometry* bisa dijabarkan sebagai berikut :

1. *Anterior* : Bagian depan, searah dengan depan tubuh.
2. *Breadth* : Garis lurus, titik ke titik pengukuran mendatar yang bergerak melintasi tubuh atau bagian tubuh.
3. *Circumference* (lingkar) : Pengukuran tertutup mengenai kontur tubuh. Biasanya pengukuran ini tidak melingkar.
4. *Koronal* : Bidang datar imajiner yang membagi tubuh menjadi bagian depan dan belakang (anterior-posterior) sama besar, sama seperti bagian frontal pada gambar di bawah.
5. *Curvature*(lengkung) : Pengukuran titik – titik pada tubuh yang mengikuti kontur tubuh. Pengukuran ini tidak termasuk pengukuran tertutup ataupun circular.
6. *Depth* (kedalaman) : Garis lurus. Titik – titik pengukuran mendatar yang melalui bagian depan belakang tubuh.
7. *Distal* : Menjauh dari bagian tengah tubuh. Lawan dari proximal.
8. *Distance* (jarak) : Garis lurus titik – titik pengukuran, biasanya antara markah tubuh.
9. *Dorsal* : Menuju punggung atau tulang belakang. Berlawanan dengan ventral.
10. *Height* (tinggi) : Garis lurus. Titik – titik pengukuran secara vertikal.



2.7 Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) merupakan suatu metode perencanaan produk yang berstruktur dan juga merupakan suatu metoda pengembangan yang memungkinkan tim pengembang suatu perusahaan untuk menjelaskan spesifikasi kebutuhan dan keinginan pelanggan sehingga pelanggan dapat mengevaluasi kelebihan dan kekurangan dari setiap produk atau jasa yang ditawarkan (Cohen,1995). Konsep dasar *QFD* pertama kali diperkenalkan oleh Yoki Akao, Professor of Management Engineering dari Tagawa University, yang dikembangkan praktek dan pengalaman industri-industri di Jepang, pada tahun 1972 oleh perusahaan Mitsubishi, dan berkembang dengan berbagai macam cara oleh Toyota dan perusahaan lainnya. Konsep dasar QFD sebenarnya adalah suatu cara pendekatan untuk mendesain produk agar dapat memenuhi keinginan konsumen.

Penggunaan QFD dalam proses perancangan produk akan membantu manajemen dalam memperoleh keunggulan kompetitif melalui proses penciptaan karakteristik dan atribut kualitas produk atau jasa yang mampu meningkatkan kepuasan konsumen. Disamping itu, penerapan metodologi QFD juga mampu menjamin bahwa informasi mengenai kebutuhan konsumen yang diperoleh pada tahap awal proses perencanaan diterapkan pada seluruh tahapan siklus produk, mulai tahap konsep desain, perencanaan komponen, perencanaan proses produksi, hingga produk sampai ketangan konsumen.

Tujuan dasar QFD adalah untuk mendorong para pengembang produk dengan metoda sistematis untuk menyebarkan suara pelanggan (*voice of*

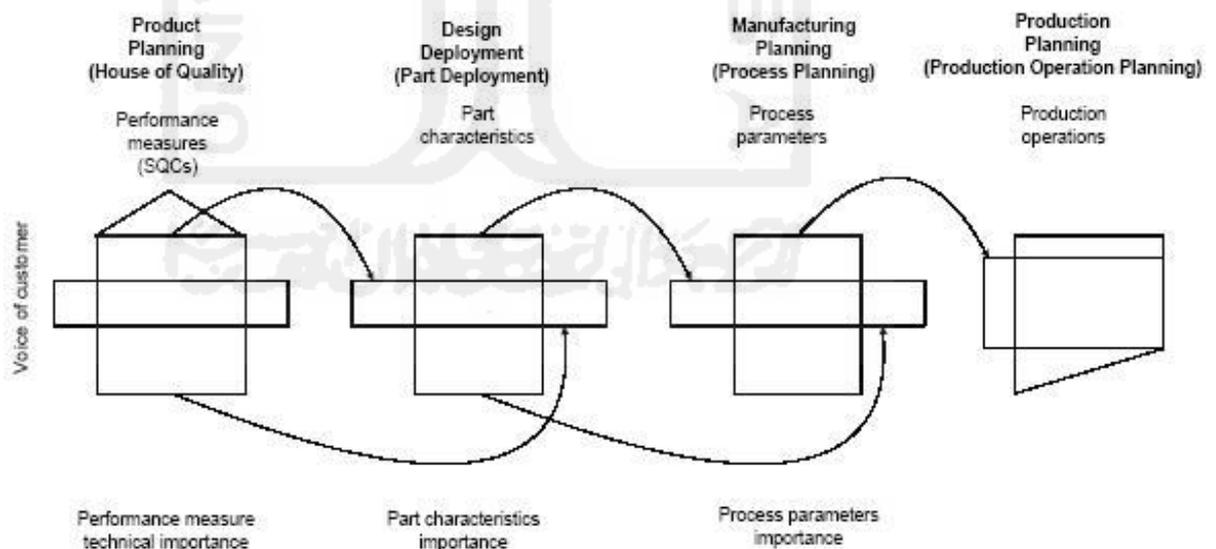
costumer) ke dalam desain produk, sehingga pengusaha mampu mengevaluasi respon potensial dalam menghadapi kebutuhan dan keinginan pelanggan yang universal. Hal ini penting karena hampir semua organisasi (bisnis) menghadapi persaingan, misal dengan adanya perubahan harga, pengenalan produk baru, ataupun melakukan inovasi produk dari produk yang telah ada.

Beberapa manfaat yang diperoleh dan penerapan QFD antara lain : meningkatkan keandalan produk, meningkatkan kualitas produk, meningkatkan kepuasan konsumen, memperpendek *time to market*, mereduksi biaya perancangan, meningkatkan komunikasi, meningkatkan produktivitas dan meningkatkan keuntungan perusahaan. QFD digagas pertama kali di Jepang pada akhir 1960-an, ketika era industri Jepang pecah pasca perang dunia II (Yoji, 1997). Ketika itu modus pengembangan produk mereka berubah dari imitasi dan menyalin produk menjadi pengembangan produk berbasis orisinalitas. Setelah perang dunia II, statistical quality control (SQC) diperkenalkan ke Jepang dan menjadi pusat kegiatan kualitas, terutama di bidang manufaktur. SQC kemudian diintegrasikan dengan ajaran Dr. Juran yang menekankan pentingnya kontrol kualitas sebagai bagian dari manajemen bisnis. Selama masa transisi antara tahun 1960 s.d 1965, SQC menjelma menjadi TQC yang dibentengi oleh 1.961 publikasi TQC oleh Dr Feigenbaum. QFD lahir dalam lingkungan ini dibawah payung total quality control (TQC).

Menurut Yoji, (1997), pada tahun 1966, presentasi tabel proses pemberian jaminan oleh Mr. Kiyota Oshiumi dari perusahaan ban Bridgestone memberikan

ide kepada Yoji Akao untuk menambahkan kolom bernama “*design viewpoint*” dan menyusun table baru dalam pengembangan produk baru dengan pendekatan “*hinshitsu tenkai*”(quality deployment). Tabel ini kemudian disempurnakan dan di publikasikan oleh galangan kapal Kobe dari *Mitsubishi Heavy Industry*. Tabel mereka didefinisikan sebagai tabel sistematis kualitas sejati dalam hal fungsi, yang menunjukkan hubungan antara fungsi dan karakteristik kualitas. Sebagai sisi yang penting dan sangat bermanfaat, QFD telah menunjukkan pengurangan dalam waktu pengembangan produk dari setengah hingga sepertiga waktu normal ketika diterapkan.

Menurut Cohen (1995) metode QFD memiliki beberapa tahap perencanaan dan pengembangan yang disebut empat fase model QFD.



Gambar 2.3 Empat Fase Model QFD

QFD menggunakan beberapa prinsip dalam *Concurrent Engineering* dalam lintas fungsional yang terlibat dalam semua fase pengembangan produk. Masing – masing dari empat fase dalam proses QFD menggunakan matrix untuk menterjemahkan kebutuhan pelanggan dari tahap perencanaan awal melalui pengendalian produksi (Becker Associates Inc, 2000).

Matrik perancangan produk atau *House of Quality* mengandung banyak informasi yang dibutuhkan untuk memuaskan konsumen dan mengetahui posisi produk di pasar. Tetapi yang terpenting adalah *House of Quality* merupakan *voice of customers* yang perlu didengar oleh perusahaan, sebab *voice of customers* merupakan cara sistematis untuk masuk dalam desain proses dan produksi bahkan sampai pelayanan (Imam Djati Widodo,2003)

Setiap fase atau matrix, mewakili aspek yang lebih spesifik dari persyaratan produk. Hubungan antar unsur dievaluasi untuk setiap tahap. Hanya aspek yang paling penting dari setiap tahap yang dikembangkan ke dalam matriks berikutnya. Ke empat fase tersebut adalah *House of Quality*, *Part Deployment*, Perencanaan Proses, dan Perencanaan Produksi.

2.7.1 Penetapan Customer

Pelanggan yang menjadi sasaran pengembangan produk ditentukan terlebih dahulu sebelum membuat *house of quality*, karena penggunaan peralatan yang akan di desain terbatas di lingkungan industri. Lokasi yang akan dijadikan tempat penelitian dalam tesis ini adalah *oil and gas industry* dengan pabrik berupa pabrik *Hydrocracker Complex* (HCC). Pabrik *Hydrocracker Complex* dipilih

karena memiliki kompleksitas yang tinggi dengan jumlah operator yang lebih banyak daripada unit lainnya. Oleh karena itu dalam tesis ini pelanggan yang dipilih adalah karyawan *Hydrocracker Complex* di *Refinery Unit V* Balikpapan.

Setelah itu, langkah yang akan dilakukan selanjutnya adalah mengetahui kualitas apa saja yang diinginkan oleh pelanggan. *Questioner* dan wawancara akan digunakan untuk mengetahui keinginan pelanggan (*Voice of Customer*) tersebut. *Questioner* pertama disebar untuk mengetahui latar belakang, data *Wearpack* lama yang mereka miliki, dan harapan pelanggan mengenai pengembangan *Wearpack* dari aspek performance, fitur, kehandalan (*reability*), ketahanan (*durability*) dan aspek estetika. Dari hasil *questioner* pertama kemudian ditabulasikan untuk mengetahui keinginan dari pelanggan

2.7.2 Karakteristik Teknis

Setelah mengetahui keinginan pelanggan serta data yang diperoleh, maka dilanjutkan dengan menentukan karakteristik teknis. Langkah ini merupakan langkah penting karena menterjemahkan keinginan pelanggan (VoC) yang bersifat subjektif menjadi faktor teknis (karakteristik kinerja) yang mendeskripsikan produk atau jasa tersebut dalam bahasa desainer sendiri yang kemudian disebut sebagai *Voice of Engineer* (VoE) (Franceschini, 2001). Dengan demikian daftar kompilasi tersebut menunjukkan kebutuhan desain teknis, karakteristik dan parameter.

2.7.3 Matrik Perencanaan Produk (*House of Quality*)

Matrik ini menjelaskan tentang Rumah Kualitas (HOQ), dimana didalamnya mengkombinasikan *voice of customer* atau kebutuhan pelanggan

dengan karakteristik teknis yang dibuat tim pengembang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Pada tahap ini HOQ dibangun dengan mendokumentasikan persyaratan pelanggan, peluang kompetitif, pengukuran produk, kualitas produk pesaing, dan kemampuan teknis organisasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan.

Pada tahapan ini, seluruh proses yang terjadi dipimpin oleh departemen pemasaran. Tahapan ini merupakan sebuah tahapan yang penting bagi keberhasilan seluruh proses QFD. Tanpa keberhasilan tahap ini, proses QFD tidak akan berjalan dengan baik. Tahap pertama dalam penerapan proses QFD melibatkan penyusunan HoQ atau rumah kualitas (Hauser, & Clausing, 1988). Tahap – tahap dalam menyusun rumah kualitas adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kebutuhan pelanggan – *“Voice of Customer”* (VoC).

Langkah pertama dalam penyusunan HoQ adalah menentukan segmen pasar yang akan dianalisa selama proses dan mengidentifikasi pelanggan dalam segmen tersebut. Informasi mengenai keinginan pelanggan mengenai kualitas produk atau jasa diperoleh langsung dari pelanggan melalui survey atau *questioner*.

2. Mengetahui keinginan manajemen – *Regulatory Requirements*.

Tidak semua persyaratan produk atau jasa dikenal oleh konsumen, sehingga tim perancang HoQ harus mendokumentasikan persyaratan yang ditentukan oleh standart manajemen. Standart Manajemen tersebut termasuk batasan peraturan – peraturan dan perizinan yang sudah ditetapkan oleh Manajemen.

3. Penilaian kepentingan pelanggan – *Customer Importance Rating*.

Pelanggan memberi penilaian dengan skala 1(tidak ada pengaruh), 2 (hanya sedikit berpengaruh), 3 (cukup berpengaruh), 4 (Berpengaruh kuat) hingga 5 (sangat berpengaruh kuat) untuk memberikan tingkat pengaruh pada setiap item dari VOC level tiga (Yoji, 1988). Nilai ini akan digunakan lebih lanjut dalam hubungan antar matrix.

4. Penilaian pelanggan terhadap produk pesaing.

Memahami bagaimana pelanggan menilai kompetisi dapat menjadi keuntungan kompetitif yang luar biasa. Pada langkah ini pelanggan dimintai pendapat mengenai produk atau jasa yang kita miliki dibandingkan dengan produk atau jasa milik pesaing.

Pada tahap ini terdapat ruang yang dapat ditambahkan pada HoQ, yaitu mengenai identifikasi peluang penjualan, target untuk perbaikan berkelanjutan, dan keluhan pelanggan. Pelanggan memberikan penilaian untuk membandingkan posisi item yang dijadikan acuan dengan produk pesaing dengan skala 1 (Sangat Buruk), 2 (Buruk), 3 (Cukup), 4 (Baik), 5 (sangat Baik) untuk setiap item VoC level tiga (Yoji, 1988).

5. Deskripsi teknis – “*Voice of Engineer*” (VoE).

Pada langkah ini deskripsi teknis mengenai atribut produk atau jasa dibandingkan dengan kompetitor. Pengukuran baru dapat ditambahkan pada produk spesifikasi untuk meyakinkan bahwa produk yang dibuat memenuhi kebutuhan pelanggan.

6. Arah perbaikan.

Setelah deskripsi teknis dibuat, tim penyusun menentukan arah pengembangan untuk masing – masing deskripsi teknis. Dari penilaian kepentingan di atas kemudian disusun penilaian untuk derajat kepentingan berdasarkan rata – rata penilaian dari responden.

Kemudian dari *Questioner* penilaian terhadap produk pesaing akan disusun target perbaikan untuk model baru yang akan dikembangkan. Setelah target ditentukan, kemudian rasio pengembangan akan dihitung dengan rumus (Franceschini, 2001):

$$\text{Improvement Ratio} = \text{Target New Model} : \text{Present Model}$$

Kemudian tingkat kekuatan (*Strength*) untuk setiap VoC ditentukan berdasarkan tingkat kepuasan pelanggan untuk masing – masing item VoC pada present model dibandingkan dengan produk pesaing. Semakin penting tingkat kepuasan pelanggan terhadap keberadaan item tersebut pada produk, semakin tinggi nilai yang diberikan.

Tingkat penilaian yang diberikan yaitu 1,5 (untuk kekuatan yang sangat relevant), 1,2 (untuk kekuatan yang kemungkinan akan memuaskan pelanggan), dan 1(persyaratan yang dianggap tidak sebagai kekuatan) (Franceschini, 2001).

Setelah nilai strength tersusun, kemudian dihitung *Absolute Weight* untuk masing-masing item VoC dengan rumus (Franceschini, F., 2001,pp.52):

$$\text{Absolute Weight} = \text{Degree of importance} \times \text{Improvement Ratio} \times \text{Strength}$$

7. Hubungan antar matrix.

Pada langkah ini tim menentukan hubungan antara kebutuhan pelanggan dengan kemampuan perusahaan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Tim mengajukan pertanyaan mengenai seberapa kuat hubungan antara deskripsi teknis dengan kebutuhan pelanggan. hubungan yang terjadi bisa lemah, sedang atau kuat yang diwakili dengan (Franceschini, 2001):

- : Hubungan Kuat, Bernilai 9.
- O : Hubungan Sedang, Bernilai 3.
- Δ : Hubungan Lemah, Bernilai 1.

Evaluasi mengenai karakteristik penting dilakukan setelah hubungan antar matrix diberikan. Penilaian diberikan terhadap atribut desain yang memungkinkan perusahaan mengalami kesulitan dalam memenuhinya. Beberapa atribut dapat berada pada posisi yang saling bertentangan. Sebagai contoh peningkatan jumlah ukuran dapat bertentangan dengan kebijakan pemegang saham.

8. Analisis teknis produk pesaing.

Untuk dapat memahami persaingan, *engineering* (perekayasa) melakukan perbandingan terhadap spesifikasi teknis pesaing. Proses ini melibatkan reverse engineering terhadap produk pesaing untuk menentukan nilai – nilai spesifik terhadap spesifikasi teknis produk pesaing.

9. Target nilai untuk deskripsi teknis.

Pada tahap ini tim QFD mulai membangun target nilai untuk setiap spesifikasi/deskripsi teknis. Nilai target dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengembangan. Target nilai tersebut berupa:

+ : Untuk Nilai pengembangan Max (semakin besar semakin baik)

- : Untuk Nilai Pengembangan Min (semakin kecil semakin baik)

b : Untuk Nilai Pengembangan berupa Target (semakin mendekati angka target semakin baik).

10. Matrix korelasi.

Bagian ini merupakan asal nama HoQ, karena membuat matrix terlihat seperti sebuah rumah dengan atap. Matrix korelasi adalah bagian yang paling sedikit menggunakan ruang dalam HoQ. Bagian ini memberikan bantuan besar bagi para insinyur desain dalam pengembangan ke tahap berikutnya dalam penyusunan QFD lengkap. Pada tahap ini dampak antar setiap spesifikasi teknis dianalisa. Tim harus menemukan hubungan negatif yang kuat antar spesifikasi teknis dan berusaha untuk menghilangkan kontradiksi teknis dalam pengembangan selanjutnya.

11. Kepentingan mutlak

Tim menghitung kepentingan mutlak untuk setiap spesifikasi teknis. Perhitungan numeris ini adalah produk dari nilai setiap cell dengan nilai kepentingan konsumen. Nilai tersebut kemudian dijumlahkan setiap kolom untuk menentukan tingkat kepentingan setiap spesifikasi teknis.



2.7.5 Matrik Perencanaan Proses (*Process Planning*)

Tahapan berikutnya setelah tahapan pembuatan matrik *part deployment* adalah membuat matrik proses atau disebut dengan rumah ketiga. Perencanaan proses dipimpin oleh departemen manufaktur. Selama perencanaan proses, diagram alur, proses parameter dan target pencapaian dalam proses manufaktur di dokumentasikan dan disosialisasikan. Tahap ini merupakan tahap terakhir untuk mengetahui tindakan yang perlu diambil untuk perbaikan performansi perancangan produk. Sebelum menentukan matrik proses, harus diperhatikan tahap-tahap proses yang dilalui bahan baku sampai menjadi produk jadi dan siap dipasarkan. Dalam *Process Planning* digunakan symbol-simbol dasar seperti (Widodo, Imam Djati, 2003):

<i>Operation</i> (operasi)	○
<i>Inspection</i> (pemeriksaan)	□
<i>Storage</i> (penyimpanan)	△
Transportasi	⇩

Gambar 2.6 Simbol Operasi Perancangan Proses (Widodo, Imam Djati, 2003)

2.7.6 Matrik Perencanaan Produksi (*Production Planning*)

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari metode *Quality Function Deployment*. Pada tahapan ini dapat diketahui tindakan yang perlu di ambil dalam perbaikan kualitas produk. Dalam perencanaan produksi, indikator kinerja, jadwal pemeliharaan dan pelatihan keterampilan ditetapkan untuk memantau proses produksi. Dalam tahap ini juga dibuat keputusan mengenai proses yang paling

beresiko dan menempatkan pengendalian untuk mencegah terjadinya kegagalan. Tahap ini dipimpin oleh departemen kualitas bekerjasama dengan pimpinan manufaktur.

2.8 Dimensi Kualitas

Saat ini produsen meyakini akan pentingnya memenuhi kepuasan pelanggan pada segala aspek produk (barang dan jasa) yang dijual ke pasar. Para petinggi/ manajemen puncak perusahaan juga umumnya semakin menyadari dan mempercayai adanya hubungan langsung antara *customers satisfaction* (kepuasan pelanggan) terhadap peningkatan pangsa pasar. Kepuasan pelanggan sangat penting dan menentukan. Salah satu tolak ukurnya adalah kualitas. Kualitas didasarkan pada pengalaman aktual pelanggan terhadap barang atau jasa, diukur berdasarkan persyaratan pelanggan, artinya bahwa dinyatakan atau tidak dinyatakan, disadari atau hanya dirasakan, secara teknis atau bersifat subjektif, dapat mewakili sasaran yang bergerak dalam pasar yang penuh persaingan.

Menurut Garvin (1987), ada 8 dimensi kualitas produk yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik suatu kualitas sebuah barang, yaitu :

1. Kinerja (*Performance*)

Kinerja merupakan dimensi kualitas yang berkaitan dengan karakteristik utama suatu produk. Dimensi ini berkaitan dengan aspek fungsional dari produk inti yang dibeli, misalnya kejernihan air, kesehatan yang diperoleh dari air dan sebagainya. Merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu barang.

2. Fitur (*Features*)

Merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.

3. Keandalan (*Reliability*)

Berkaitan dengan probabilitas atau kemungkinan keberhasilan suatu barang melaksanakan fungsinya dalam periode waktu tertentu. Dengan demikian keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan atau probabilitas tingkat keberhasilan dalam penggunaan barang.

4. Kesesuaian (*Comformance*)

Comformance adalah kesesuaian kinerja dan kualitas produk standar yang diinginkan. Dimensi ini berkaitan dengan tingkat kesesuaian terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. *Comformance* merefleksikan derajat dimana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.

5. Ketahanan (*Durability*)

Durability berkaitan dengan ketahanan suatu produk hingga harus diganti. Dimensi ini merupakan sebuah ukuran masa pakai suatu barang, dimana berkaitan dengan berapa lama produk tersebut dapat terus digunakan.

6. Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*)

Serviceability adalah kemudahan layanan atau perbaikan jika dibutuhkan. Hal ini sering dikaitkan dengan layanan purna jual yang disediakan oleh

produsen, seperti ketersediaan suku cadang dan kemudahan perbaikan jika terjadi kerusakan serta adanya *service center* yang mudah dicapai oleh konsumen.

7. Estetika (*Aesthetics*)

Estetika merupakan karakteristik yang bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi preferensi individual. Dengan demikian estetika suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi dan mencakup karakteristik tertentu seperti model/desain yang artistic.

8. Kesan Kualitas (*Perceived Quality*)

Perceived Quality adalah kesan kualitas suatu produk yang dirasakan oleh konsumen. Dimensi kualitas ini berkaitan dengan persepsi konsumen terhadap kualitas sebuah produk ataupun merek.

Setelah diketahui dimensi kualitas produk, harus diketahui bagaimana perspektif kualitas yaitu pendekatan yang digunakan untuk mewujudkan kualitas suatu produk. Garvin (1987) mengidentifikasi adanya lima alternatif perspektif kualitas, dimana kelima macam perspektif inilah yang bisa menjelaskan mengapa kualitas diinterpretasikan secara berbeda oleh masing-masing individu dalam konteks yang berlainan.

1) *Transcendental Approach*

Berdasarkan definisi kualitas diatas dapat disimpulkan bahwa kualitas didasarkan pada pengalaman aktual pelanggan terhadap barang atau jasa, diukur berdasarkan persyaratan pelanggan, artinya bahwa dinyatakan,

disadari atau hanya dirasakan, secara teknis atau bersifat subjektif, dapat mewakili sasaran yang bergerak dalam pasar yang penuh persaingan.

2) *Product-Based Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik atau atribut yang dapat dikuantifikasikan dan dapat diukur. Perbedaan dalam kualitas produk mencerminkan perbedaan dalam jumlah unsur atau atribut yang dimiliki produk, karena pandangan sangat obyektif, maka tidak dapat dijelaskan perbedaan dalam selera, kebutuhan dan preferensi individu.

3) *User-Based Approach*

Pendekatan ini didasarkan pada orang yang menggunakannya dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang misalnya (*perceived quality*) merupakan produk yang berkualitas paling tinggi. Perseptif yang subjektif ini juga menyatakan bahwa konsumen yang berbeda memiliki kebutuhan dan keinginan yang berbeda pula. Dengan demikian, kualitas produk bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakan.

4) *Manufacturing- Based Approach*

Perspektif ini bersifat *supply-based* dan terutama memperhatikan praktek-praktek perikayasaan dan pemanufakturaturan, serta mendefinisikan kualitas produk sama dengan persyaratannya (*conformance to requirements*). Dalam sektor jasa, dapat dikatakan bahwa kualitas bersifat *operation-defend*. Pendekatan ini berfokus pada penyesuaian spesifikasi yang dikembangkan secara internal, seringkali didorong oleh tujuan

peningkatan produktivitas dan pendekatan biaya. Jadi yang menentukan kualitas produk adalah standar-standar yang ditetapkan perusahaan, bukan konsumen yang menggunakannya.

5) *Value- Based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas produk dari segi nilai dan harga. Dengan mempertimbangkan *trade-off* antara produk dan harga, kualitas didefinisikan sebagai "*Affordable Exelence*". Kualitas produk dalam perspektif ini bersifat relatif sehingga produk yang memiliki kualitas paling tinggi belum tentu produk yang paling bernilai. Akan tetapi, yang berani adalah produk atau jasa yang paling tepat dibeli (*best buy*).

2.9 Uji Reliabilitas

Secara umum reliabilitas diartikan sebagai suatu hal yang dapat dipercaya. Dalam statistik SPSS uji realibilitas berfungsi untuk mengetahui tingkat konsistensi angket yang digunakan oleh peneliti sehingga angket tersebut dapat diandalkan, walaupun penelitian dilakukan berulang kali dengan angket yang sama (Rahardjo, 2014). Dasar pengambilan keputusan dalam uji realibilitas adalah jika nilai lebih besar dari R tabel maka item – item angket yang digunakan dinyatakan reliabel atau konsisten, sebaliknya jika nilai Alpha lebih kecil dari R tabel maka item – item angket yang digunakan dinyatakan tidak reliabel atau tidak konsisten. Uji reliabilitas yang digunakan pada tesis ini adalah uji reliabilitas Cronbach's dengan menggunakan software SPSS 23.

2.10 Standart Safety

Didalam sebuah industri perminyakan, faktor keamanan merupakan salah satu faktor utama dalam operasional sebuah pabrik. Seiring dengan meningkatnya ukuran dan kompleksitas sebuah unit pengolahan di industri pengolahan minyak, sudah seharusnya diiringi dengan perlindungan terhadap aset yang ada di dalamnya. Untuk mengawal aspek *safety*, diperlukan sebuah standart yang akan dijadikan panduan serta ukuran dalam pencapaian dari segi keamanan.

NFPA (*National Fire Protection Association*) merupakan sebuah organisasi teknik dan pendidikan internasional yang bertujuan untuk mempromosikan dan memajukan ilmu pengetahuan dan metoda pencegahan dan proteksi kebakaran (www.nfpa.org). NFPA mengeluarkan banyak sekali standart keamanan dalam produk-produknya. Salah satu seri standart dari NFPA yang mengatur tentang keamanan proses pembuatan pakaian yang tahan api bagi industri (NFPA-2112, 2012). Pakaian yang tahan api mempunyai sebuah *insulation material* yang berfungsi untuk melindungi pengguna terhadap paparan panas yang tinggi. Lapisan pelindung tersebut bisa diletakkan di atas maupun di bawah kain yang akan dijadikan bahan membuat pakaian.

NFPA-2112 memberikan persyaratan minimum untuk desain, konstruksi, evaluasi dan sertifikasi pakaian tahan api yang digunakan oleh industri. Untuk memenuhi persyaratan NFPA-2112, sebuah bahan/ kain yang dibakar dengan model standart diharuskan melindungi 50% dari bagian tubuh yang terbakar.

2.11 Lingkungan Kerja

Manusia sebagai makhluk sempurna tetap tidak luput dari kekurangan, dalam arti kata segala kemampuannya masih dipengaruhi oleh beberapa factor. Faktor-faktor tersebut bias dating dari dirinya sendiri (*intern*) atau mungkin dari pengaruh luar (*extern*). Salah satu factor yang berasal dari luar ialah kondisi lingkungan kerja. Kondisi lingkungan kerja yaitu semua keadaan yang terdapat disekitar tempat kerja, meliputi (Sutalaksana,1979) :

- a. Temperatur
- b. Kelembaban (*humidity*)
- c. Siklus Udara (*ventilation*)
- d. Pencahayaan (*lighting*)
- e. Kebisingan (*noise*)
- f. Bau-bauan
- g. Getaran mekanis (*mechanical vibration*)
- h. Warna

2.12 Tekanan Panas (*Thermal Stress*)

Secara teori, aktivitas manusia sehari-hari dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain faktor fisik, mental serta lingkungan sekitar. Dari faktor lingkungan, apabila manusia terpapar suhu yang terlalu panas maupun terlalu dingin akan mempengaruhi aktivitas dan kegiatan manusia sehari-hari. Dampak dari paparan temperatur tersebut berbeda-beda tergantung dari jenis serta beban dari pekerjaan itu sendiri (B.Chase, 1995)

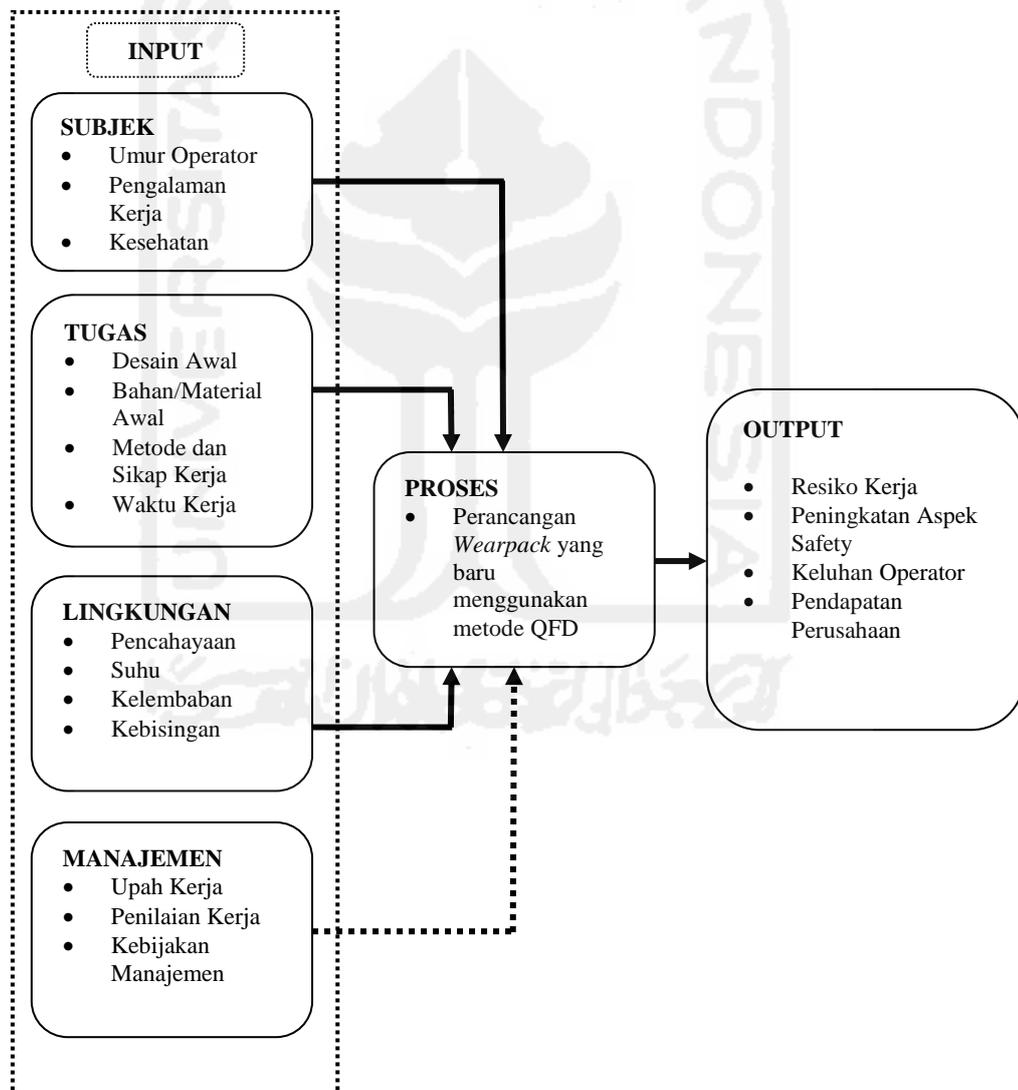
Beberapa dampak negatif yang disebabkan oleh *Thermal Stress* terhadap manusia di lingkungan kerja antara lain (Kroemer-Elbert, 1994) :

- a. Dehidrasi, yaitu merupakan suatu proses hilangnya cairan dalam tubuh manusia yang berlebihan yang disebabkan oleh proses penggantian cairan yang tidak cukup maupun karena gangguan kesehatan. Pada saat tubuh kehilangan cairan $< 1,5\%$, maka yang terjadi adalah munculnya kelelahan lebih awal serta mulut mulai kering.
- b. *Heat Rash*. Keadaan seperti biang keringat atau keringat buntat, gatal kulit akibat kondisi kulit terus basah. Pada kondisi demikian operator perlu beristirahat pada tempat yang lebih sejuk dan menggunakan bedak penghilang keringat.
- c. *Head Syncope* atau *Fainting*. Keadaan ini disebabkan karena aliran darah ke otak tidak cukup karena sebagian besar aliran darah di bawa ke permukaan kulit atau perifer yang disebabkan karena pemaparan suhu tinggi.
- d. *Heat Exhaustion*. Keadaan ini terjadi apabila tubuh kehilangan terlalu banyak cairan dan atau kehilangan garam. Gejalanya mulut kering, sangat haus, lemah, dan sangat lelah. Gangguan ini biasanya banyak dialami oleh operator yang belum beraklimatisasi terhadap suhu udara panas.

2.13 Kerangka Pikir

Kerangka berpikir dalam penelitian adalah dasar pemikiran dari penelitian yang disintesiskan dari fakta, observasi dan telaah kepustakaan. Uraian dalam

kerangka berpikir menjelaskan hubungan dan keterkaitan antar variabel penelitian secara logis. Identifikasi ini memerlukan inventarisasi informasi langsung dari pengguna baik melalui wawancara langsung ataupun melalui survey, dan kadang memerlukan pemrosesan data lebih lanjut untuk membantu mendefinisikan hasil survey secara tepat. Adapun kerangka konseptual dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar .



Gambar 2.7 Kerangka Konsep Penelitian

Kuesioner dan wawancara langsung kepada user akan digunakan sebagai acuan dalam penentuan variabel dalam user need. Beberapa analisis yang digunakan dalam penentuan produk desain menurut Hedge, (2013) adalah:

1. *User Requirement Analysis*. Menentukan kebutuhan sebenarnya dari konsumen.
2. *Competitive Analysis*. Membandingkan kemampuan dan spesifikasi produk yang sudah ada dengan yang akan dikembangkan.
3. *Product Safety Assessment*. Mengarahkan dan meyakinkan bahwa produk yang di desain aman dan dapat beroperasi sesuai keinginan. Mencegah terjadinya kecelakaan maupun cedera dari kesalahan penggunaan peralatan di kemudian hari adalah tanggung jawab pendesain. Dengan adanya analisis ini pola dan kemungkinan cedera yang terjadi akibat kesalahan penggunaan dapat diketahui, sehingga dapat dicegah dengan pemberian label, instruksi penggunaan dan batasan penggunaan.
4. *Task Analysis*. Evaluasi sistematis mengenai kebutuhan spesifikasi produk yang dikembangkan untuk memenuhi setiap tugas yang dapat diselesaikan oleh peralatan yang didesain.
5. *Allocation of Function*. Mengalokasikan fungsi apa saja yang dapat dihasilkan dari peralatan yang didesain.

Anthropometry ergonomi akan digunakan untuk memetakan variasi kemampuan dan kondisi *anthropometry* user. *Anthropometry* juga digunakan dalam penentuan dimensi peralatan. Hasil dua metode tersebut akan di sinkronkan

dengan kemampuan dan keterbatasan dalam pengembangan produk agar batasan yang diperoleh optimal sesuai kondisi.

Hasil dari pembuatan konsep desain kemudian diaplikasikan dalam pembuatan prototype. Prototype dibuat berdasarkan variabel hasil analisis QFD dan *anthropometry* ergonomi. Prototype dibuat dalam bentuk gambar terlebih dahulu sebelum dibuat dalam bentuk nyata.

Setelah prototype nyata selesai dibuat dilakukan fungsional test untuk menguji kualitas dari wearpack yang telah didesain. Fungsional test ini juga berfungsi untuk menguji hipotesa awal yang telah dibuat. Setelah prototype jadi, kemudian dilakukan fungsional test untuk menguji apakah produk yang dihasilkan sudah sesuai kegunaan dan spesifikasi. Pengetesan dilakukan terhadap lima analisis penentuan produk menurut hedge di atas. Bila produk lulus fungsional test, maka produk akan langsung dilepas (diuji coba) ke user, namun bila produk tidak lulus uji coba, maka akan dilakukan perbaikan dari desain konsep desain untuk selanjutnya dilakukan reprosesing. Produk yang sudah dilepas ke pasar kemudian dilakukan pengamatan dan menginventarisasi komentar user. Bila produk diterima user, maka proses desain selesai, namun bila produk tidak diterima user, maka akan dilakukan proses ulang dari kebutuhan desain.

2.14 Metodologi Penelitian

Untuk melakukan penelitian, maka akan dibagi menjadi lima tahapan, yaitu :

1. Menentukan Kebutuhan desain.

Questioner akan disebar ke responden dan wawancara langsung dilakukan ke responden untuk mengetahui keinginan responden yang sebenarnya. Pengukuran *body anthropometry* juga dilakukan untuk mengetahui dimensi tubuh dari responden. Minimal informasi dari 20% dari jumlah karyawan HCC diperlukan sebagai informasi awal. Informasi tersebut diolah menggunakan metode QFD dengan menghubungkan batasan kemampuan dengan keinginan perekayasa. Hasil dari QFD ini digunakan sebagai dasar dalam pengembangan.

2. Menentukan Konsep desain.

Hasil analisa QFD dan pengukuran *body anthropometry* karyawan digunakan sebagai dasar dalam konsep pendesainan *wearpack*. Desain awal akan berupa gambar 2 dimensi untuk menghemat biaya dan mengurangi cacat produksi. Pada pendesainan gambar 2 dimensi akan menentukan estetika dan detail properties dari *wearpack* yang akan di buat.

3. Membuat Prototype desain.

Hasil gambar 2 dimensi final kemudian akan masuk ke dapur produksi untuk membuat prototype. Pembuatan bentuk nyata ini tidak dilakukan langsung oleh penulis, namun akan dibantu dari supplier bahan serta penjahit berdasarkan konsep gambar yang di buat.

4. Melaksanakan Fungsional test.

Setelah prototype selesai dibuat dilakukan pengujian oleh beberapa operator untuk mengetahui kualitas serta kenyamanan produk. Pengujian

produk akan dilakukan terhadap 5 analisis kebutuhan produk menurut Hedge, (2013). Bila produk lulus uji maka akan masuk ke langkah berikutnya. Namun bila produk dinilai kurang layak ataupun tidak lulus uji, maka akan dilakukan perbaikan proses mulai dari konsep desain.

5. Membagikan Produk Jadi.

Prototype yang lulus fungsional test akan dilepas ke user dan dilihat tanggapan dari user. Bila produk mencapai target, maka pengembangan produk dianggap selesai. Namun bila nilai total produk dibawah target, maka akan dilakukan proses ulang dari kebutuhan desain.

