

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perancangan dan Pengembangan Produk

2.1.1. Perancangan Produk

Dalam dunia industri, perancangan dianggap sebagai salah satu bagian yang terpenting untuk menghasilkan suatu produk manufaktur yang berkualitas. Kemampuan dalam melakukan perencanaan dan perancangan yang kemudian diwujudkan menjadi bentuk nyata menjadi kelebihan tersendiri bagi perancang produk maupun perusahaan yang memproduksi hasil rancangan produk tersebut. Dalam perancangan dan pengembangan produk terdapat beberapa tahapan yang tersusun secara sistematis. Tahapan tersebut mulai dari identifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen hingga tahapan produksi awal produk.

Menurut Irawan (2017), merancang atau desain dalam kalimat yang singkat dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Membentuk sesuatu atau menyusun konsep dalam pikiran kita akan sesuatu hal.
- b. Mengusahakan suatu rencana yang dapat diwujudkan dalam bentuk nyata.
- c. Merencanakan dan membentuk suatu sistem yang konstruktif saling berkaitan satu dengan lainnya.
- d. Mengolah suatu sketsa pendahuluan dan rencana awal untuk diwujudkan menjadi suatu sistem yang dapat berguna dan dapat dikembangkan lebih lanjut

Definisi rancangan teknik secara sederhana dapat dinyatakan sebagai proses mengambil keputusan yang dipakai untuk mengembangkan sistem teknik yang melibatkan sifat manusiawi dengan mempertimbangkan berbagai aspek fungsional, estetika, kenyamanan, dan keselamatan.

Perancangan atau merancang merupakan suatu usaha untuk menyusun, mendapatkan, dan menciptakan hal-hal baru yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dalam hal ini, merancang apat yang benar-benar baru atau pengembangan produk yang sudah ada, sehingga mendapatkan peningkatan kinerja dari produk tersebut. Konsep ini banyak digunakan oleh produsen untuk menghasilkan berbagai varian produk, yang di mata konsumen diterima sebagai produk baru. (Irawan, 2017).

2.1.2. Pengembangan Produk

Pengembangan produk adalah serangkaian kegiatan yang dimuali dari analisa persepsi dan peluang pasar, dan diakhiri dengan produksi penjualan serta pengiriman produk. Produk yang telah dihasilkan bisa berupa bahan baku produk, komponen produk, produk setengah jadi, dan produk jadi.

Terdapat beberapa fungsi utama dalam perusahaan manufaktur yang membantu terwujudnya produk tersebut. Menurut Irawan (2017), beberapa fungsi yang mendukung langsung pengembangan produk tersebut, antara lain:

- a. Pemasaran. Bagian ini berperan untuk memfasilitasi interaksi antara produsen dengan konsumen dalam mengidentifikasi kebutuhan konsumen, peluang pasar, segmentasi pasar, promosi dan penjualan produk. Bidang pemasaran ini sangat dekat dengan pelanggan, sehingga bisa memberi saran untuk

designer mengenai hal-hal yang diinginkan pelanggan pada produk yang sudah diproduksi maupun yang akan dikembangkan.

- b. Perancang. Perancang atau *designer* berperan untuk mendefinisikan bentuk produk, misalnya desain *engineering* seperti *software*, mekanik, elektrik, dan lain sebagainya, termasuk dengan desain industri yang meliputi estetika dan ergonomi.
- c. Manufaktur. Bagian ini berperan untuk merancang dan menjalankan sistem produksi pada proses produksi, pembelian, distribusi, instalasi, sampai menghasilkan produk dengan kualitas terbaik dengan harga yang dapat bersaing dipasaran. Hal tersebut sesuai dengan keinginan kebanyakan calon pelanggan untuk dapat membeli produk dengan harga terjangkau dengan kualitas yang baik.
- d. Distribusi. Bagian ini berperan untuk mendistribusikan produk ke pelanggan dengan sistem distribusi dan memastikan produk sampai ditangan konsumen tepat waktu dengan kualitas yang tetap terjaga. Kecepatan dan ketepatan distribusi berdampak pada kinerja produksi dan pemasaran yang baik, sehingga dapat meningkatkan keuntungan perusahaan.

2.2. Ergonomi

Ergonomi berasal dari kata Yunani *ergon* (kerja) dan *nomos* (aturan), secara keseluruhan ergonomi berarti aturan yang berkaitan dengan kerja. Banyak definisi tentang ergonomi yang dikeluarkan oleh para pakar dibidangnya antara lain: Ergonomi adalah ilmu atau pendekatan multidisipliner yang bertujuan

mengoptimalkan sistem manusia-pekerjaannya, sehingga tercapai alat, cara dan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, dan efisien (Hutabarat, 2017).

Pendekatan khusus dalam disiplin ergonomi ialah aplikasi sistematis dari segala informasi yang relevan yang berkaitan dengan karakteristik dan perilaku manusia dalam perancangan peralatan, fasilitas dan lingkungan kerja yang dipakai.

Analisis dan penelitian ergonomi meliputi hal-hal yang berkaitan, yaitu:

- a. Anatomi (struktur), fisiologi (bekerjanya), dan antropometri (ukuran) tubuh manusia.
- b. Psikologi yang fisiologis mengenai berfungsinya otak dan sistem syaraf yang berperan dalam tingkah laku manusia.

Kondisi-kondisi kerja yang dapat mencederai baik dalam waktu yang pendek maupun panjang ataupun membuat celaka manusia dan sebaliknya kondisi-kondisi kerja yang membuat nyaman kerja manusia (Santoso, 2014).

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi, antara lain meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja; Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial dan mengkoordinasi kerja secara tepat, guna meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif; Menciptakan keseimbangan rasional antara aspek teknis, ekonomis, dan antropologis dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi. Memahami prinsip ergonomi akan mempermudah evaluasi setiap tugas atau pekerjaan meskipun ilmu pengetahuan dalam ergonomi

terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut terus berubah. Prinsip ergonomi adalah pedoman dalam menerapkan ergonomi di tempat kerja (Hutabarat, 2017).

2.2.1. Prinsip Ergonomi

Menurut Hutabarat (2017), memahami prinsip ergonomi akan mempermudah evaluasi setiap tugas atau pekerjaan meskipun ilmu pengetahuan dalam ergonomi terus mengalami kemajuan dan teknologi yang digunakan dalam pekerjaan tersebut terus berubah. Prinsip ergonomi adalah pedoman dalam menerapkan ergonomi di tempat kerja, menurut Baiduri dalam diktat kuliah ergonomi terdapat 12 prinsip ergonomi yaitu :

- a. Bekerja dalam posisi atau postur normal;
- b. Mengurangi beban berlebihan;
- c. Menempatkan peralatan agar selalu berada dalam jangkauan;
- d. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh;
- e. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan;
- f. Minimalisasi gerakan statis;
- g. Minimalisasikan titik beban;
- h. Mencakup jarak ruang;
- i. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman;
- j. Melakukan gerakan, olah raga, dan peregangan saat bekerja;
- k. Membuat agar display dan contoh mudah dimengerti;
- l. Mengurangi stres (Hutabarat, 2017).

2.3. Antropometri

Antropometri (ukuran tubuh) merupakan salah satu cara langsung menilai status gizi, khususnya keadaan energi dan protein tubuh seseorang. Dengan demikian, antropometri merupakan indikator status gizi yang berkaitan dengan masalah kekurangan energi dan protein yang dikenal dengan KEP. Antropometri dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Konsumsi makanan dan kesehatan (adanya infeksi) merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi antropometri (Aritonang, 2013).

Keunggulan antropometri antara lain prosedurnya sederhana, aman, dan dapat dilakukan dalam jumlah sampel yang besar. Relatif tidak membutuhkan tenaga ahli. Alatnya murah, mudah dibawa, tahan lama, dapat dipesan dan dibuat di daerah setempat. Tepat dan akurat karena dapat dibakukan, dapat mendeteksi atau menggambarkan riwayat gizi di masa lampau, umumnya dapat mengidentifikasi status gizi sedang, kurang dan buruk karena sudah ada ambang batas yang jelas. Dapat mengevaluasi perubahan status gizi pada periode tertentu atau dari satu generasi ke generasi berikutnya. Dapat digunakan untuk penapisan kelompok yang rawan gizi (Istiany dkk, 2013).

Kelemahan antropometri antara lain yaitu tidak sensitif, artinya tidak dapat mendeteksi status gizi dalam waktu singkat. Faktor di luar gizi (penyakit, genetik dan penurunan penggunaan energi) dapat menurunkan spesifikasi dan sensitivitas pengukuran antropometri. Kesalahan yang terjadi pada saat pengukuran dapat mempengaruhi presisi, akurasi dan validitas pengukuran antropometri. Kesalahan

ini terjadi karena latihan petugas yang tidak cukup, kesalahan alat atau kesulitan pengukuran (Istiany dkk, 2013).

Dibandingkan dengan metode lainnya, pengukuran antropometri lebih praktis untuk menilai status gizi (khususnya KEP) di masyarakat. Ukuran tubuh yang biasanya dipakai untuk melihat pertumbuhan fisik adalah berat badan (BB), tinggi badan (TB), lingkar lengan atas (LILA), lingkar kepala (LK), tebal lemak dibawah kulit (TL) dan pengukuran tinggi lutut. Penilaian status gizi antropometri disajikan dalam bentuk indeks misalnya BB/U, TB/U, PB/U, BB/TB, IMT/U (Aritonang, 2013).

Ada beberapa penilaian status gizi dapat diterapkan yaitu (1) skrining atau penapisan, adalah status gizi perorangan untuk keperluan rujukan dari kelompok atau puskesmas dalam kaitannya dengan suatu tindakan atau intervensi, (2) pemantauan pertumbuhan yang berkaitan dengan kegiatan penyuluhan, (3) penilaian status gizi pada kelompok masyarakat yang dapat digunakan untuk mengetahui hasil suatu program sebagai bahan perencanaan suatu program (Aritonang, 2013).

2.3.1. Dimensi Antropometri

Menurut Purnomo (2013), Pengukuran dimensi tubuh statis lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan pengukuran dimensi dinamis. Pengukuran dimensi tubuh statis mencakup pengukuran seluruh bagian tubuh dalam posisi standar dan diam baik dalam posisi berdiri maupun posisi duduk. Penggunaan data dimensi tubuh statis antara lain dalam proses perancangan peralatan, perancangan alat-alat

dan perlengkapan kerja industri, perancangan tempat duduk, perancangan peralatan rumah tangga dan lain sebagainya.

Proses perancangan produk peralatan terutama untuk kebutuhan ekspor, harus dipertimbangkan perbedaan proporsi tubuh diantara kelompok bangsa atau negara. Perancangan produk untuk kebutuhan ekspor, data antropometri suatu bangsa yang akan dituju harus diketahui lebih mendalam. Sebagai contoh terdapat perbedaan tinggi badan antara laki-laki Amerika dengan lelaki Jepang sekitar 100 mm dalam posisi berdiri. Sedangkan pada posisi duduk turun hingga antara 5 sampai 25 mm. Perbedaan dimensi ini menunjukkan bahan rancangan peralatan antara satu negara dengan negara yang lain perlu disesuaikan dengan data antropometri dari negara yang menggunakan rancangan tersebut. Berbagai dimensi tubuh manusia yang sering digunakan dalam berbagai proses perancangan antara lain:

- a. Tinggi badan (Tb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai kepala bagian atas secara vertikal dalam posisi berdiri dengan kepala tegak. Dimensi ini digunakan untuk perancangan peralatan atau fasilitas yang berbasis vertikal dengan posisi berdiri. Penggunaan ukuran tinggi badan salah satunya adalah perancangan tinggi pintu. Rancangan tinggi pintu yang ada telah di rancang untuk mengakomodasi 99% populasi pengguna. Fungsi lain adalah digunakan untuk menetapkan tinggi minimal rancangan yang menimbulkan gangguan kepala seperti tinggi pintu bus, tinggi pintu pesawat, tinggi cabin pesawat dan sebagainya.
- b. Tinggi mata berdiri (Tmb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai mata subjek secara vertikal dalam posisi berdiri dengan kepala tegak. Dimensi ini

digunakan untuk merancang peralatan yang membutuhkan pandangan lurus ke depan dalam posisi berdiri. Rancangan peralatan seperti monitor yang digunakan dengan posisi berdiri merupakan contoh yang menggunakan dimensi Tmb. Pada prinsipnya rancangan ini untuk mengakomodasi subjek yang paling pendek agar dapat melihat peralatan tersebut dengan nyaman.

- c. Tinggi bahu berdiri (Tbb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai dengan bahu subjek secara vertikal dalam posisi berdiri. Titik pengukuran bahu pada acromion yaitu tulang bahu bagian atas, dimana tulang acromion dapat berpindah tempat mengikuti gerakan rotasi ke atas dan ke bawah. Dimensi ini digunakan untuk merancang peralatan terkait dengan penggunaan lengan atas dan bahu. Penggunaan dimensi Tbb dengan pertimbangan bahwa subjek yang terpendek tidak mengangkat lengan di atas tinggi bahu dalam menggunakan alat.
- d. Tinggi siku berdiri (Tsb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai bagian bawah siku secara vertikal dalam posisi berdiri. Dimensi ini digunakan untuk merancang ketinggian maksimum permukaan meja kerja untuk posisi berdiri. Konsep perancangan ini juga sama dengan konsep perancangan yang menggunakan Tmb dan Tbb yaitu subjek yang paling pendek dapat menggunakan peralatan tersebut dengan nyaman tanpa harus mengangkat siku dalam menggunakannya.
- e. Tinggi Pinggang (Tp). Dimensi ini diukur dari lantai sampai Pinggang secara vertikal dalam posisi berdiri. Titik pengukuran tulang Pinggang terletak pada tulang greater trochanter. Pengukuran tinggi Pinggang digunakan sebagai

dasar untuk menentukan panjang tungkai. Dimensi ini digunakan untuk merancang kedalaman peralatan yang menggunakan tungkai seperti kedalaman pedal gas dan rem pada kokpit mobil serta untuk menentukan kedalaman kokpit pesawat.

- f. Tinggi buku jari berdiri (Tbjb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai metakarpal secara vertikal dalam posisi berdiri. Titik pengukuran buku jari yaitu buku jari dari jari tengah. Dimensi ini digunakan untuk merancang peralatan tangan atau alat bantu yang digunakan untuk posisi berdiri seperti pegangan tangga. Pheasant and Haslegraf (2006) merekomendasikan rancangan pegangan tangan, seperti pegangan tangga diperkirakan 10 cm diatas buku jari
- g. Tinggi ujung jari berdiri (Tujb). Dimensi ini diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri. Titik pengukuran ujung jari yaitu pada dactylion (ujung jari bagian tengah). Dimensi ini digunakan dalam merancang peralatan seperti tombol atau kontrol untuk menentukan ketinggian minimum agar mudah dalam menjangkau peralatan dengan berdiri.
- h. Tinggi duduk (Td). Dimensi ini diukur dari permukaan tempat duduk sampai kepala bagian atas secara vertikal dalam posisi duduk tegak. Dimensi digunakan untuk merancang ruang kokpit pesawat, kabin mobil, kabin pesawat.
- i. Tinggi mata duduk (Tmd). Dimensi ini diukur dari permukaan tempat duduk sampai mata secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk

merancang ketinggian monitor atau display yang dioperasikan dengan duduk. Kenyamanan dalam merancang ketinggian monitor komputer atau display diupayakan agar kepala tidak menengadah maupun merunduk terlalu dalam. Dengan demikian dimensi tinggi mata duduk cukup penting sebagai acuan dalam merancang ketinggian monitor atau display.

- j. Tinggi siku duduk (Tsd). Dimensi ini diukur dari permukaan tempat duduk sampai bagian bawah siku secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk merancang ketinggian sandaran lengan pada kursi. Selain untuk merancang sandaran lengan, juga dapat digunakan untuk menyesuaikan rancangan permukaan meja kerja untuk operator duduk.
- k. Tinggi bahu duduk (Tbd). Dimensi ini diukur dari permukaan tempat duduk sampai bahu bagian atas. Titik pengukuran bahu bagian atas adalah acromion. Dimensi ini merupakan pusat gerakan rotasi ke atas dan ke bawah yang digunakan sebagai dasar untuk merancang ketinggian peralatan kerja agar bahu tidak terangkat.
- l. Tinggi popliteal (Tpo). Dimensi ini diukur dari lantai sampai popliteal (lutut bagian belakang) secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini biasa digunakan untuk menentukan ketinggian maksimum permukaan tempat duduk. Tinggi tempat duduk yang dirancang diupayakan agar orang yang mempunyai Tpo paling pendek dapat menggunakan kursi tersebut dengan nyaman.
- m. Tinggi lutut (Tl). Dimensi ini diukur dari lantai sampai lutut bagian atas secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi Tl ini digunakan sebagai dasar

untuk merancang ketinggian permukaan meja kerja bagian bawah. Agar orang yang menggunakan meja kerja merasa nyaman, diperlukanelonggaran yang cukup untuk ruang gerak kaki.

- n. Panjang paha (Pp). Dimensi ini diukur dari lutut bagian luar sampai pantat secara horisontal dalam posisi duduk. Penggunaan dimensi ini salah satunya digunakan sebagai dasar untuk merancang jarak antar kursi seperti kursi bus atau pesawat. Jarak antar kursi tersebut perlu ditambah dengan kelonggaran agar lutut tidak menyentuh kursi bagian depan. Jika memungkinkan dapat digunakan untuk akses keluar masuk.
- o. Panjang popliteal-pantat (Ppp). Dimensi ini diukur dari lutut bagian dalam sampai pantat secara horisontal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk merancang panjang alas kursi. Panjang alas kursi tidak boleh terlalu panjang yang melebihi panjang popliteal-pantat atau terlalu pendek karena tidak nyaman untuk digunakan.
- p. Lebar bahu (Lb). Pengukuran lebar bahu terdiri dari dua jenis pengukuran yaitu pengukuran deltoid dan akromial. Lebar bahu berdasarkan pengukuran deltoid adalah jarak antara otot deltoid bagian luar kanan dan kiri yang diukur secara horisontal. Sedangkan lebar bahu berdasarkan pengukuran akromial adalah jarak antara tulang akromial kanan dan kiri yang diukur secara horisontal. Dalam perancangan yang sering digunakan adalah lebar bahu berdasarkan pengukuran deltoid yang merupakan lebar bahu maksimal karena diukur sisi paling luar dari otot deltoid. Dimensi ini digunakan untuk

merancang lebar pintu atau gang, dan diharapkan orang yang bahunya paling lebar dapat menggunakan fasilitas tersebut.

- q. Lebar Pinggang (L_p). Dimensi ini diukur secara horisontal dari Pinggang sisi kanan dan kiri dalam posisi duduk. Kegunaan pengukuran dimensi ini salah satunya adalah untuk menentukan lebar kursi, dimana orang yang paling besar Pinggangnya dalam populasi pengguna dapat menggunakan kursi tersebut.
- r. Jangkauan vertikal duduk (J_{vd}). Dimensi ini diukur dari alas duduk sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi duduk. Dimensi ini digunakan untuk merancang tinggi alat atau kontrol agar mudah dijangkau terutama subjek dengan jangkauan terpendek pada posisi duduk. Implementasi ini bisa kita lihat pada stasiun perakitan alat-alat elektronik, dimana obeng digantung diatas kepala operator. Tinggi obeng tentunya harus mudah dijangkau oleh operator. J_{vd} juga digunakan untuk merancang pegangan yang digunakan dengan menggenggam. Dalam hal ini pengukuran tidak pada ujung jari melainkan pada pusat genggam tangan.
- s. Jangkauan vertikal berdiri (J_{vb}). Dimensi ini diukur dari lantai sampai ujung jari secara vertikal dalam posisi berdiri. Dimensi ini digunakan untuk merancang tinggi kontrol agar mudah dijangkau dalam posisi berdiri, terutama subjek dengan jangkauan terpendek. J_{vb} sering digunakan untuk merancang tinggi tombol atau peralatan yang digunakan pegangan tangan. Dalam hal ini pengukuran dilakukan pada pusat genggam tangan.

- t. Jangkauan horisontal duduk (Jhd) dan Jangkauan horisontal berdiri (Jhb). Dimensi ini diukur dari tulang akromial sampai ujung jari secara horisontal dalam posisi duduk maupun dalam posisi berdiri. Dimensi ini digunakan untuk merancang jarak fasilitas atau alat agar mudah dijangkau terutama subjek dengan jangkauan terpendek pada posisi duduk maupun berdiri. Hal ini diharapkan operator dapat mengoperasikan peralatan dengan nyaman tanpa harus membungkuk atau memeringkan badan (Purnomo, 2013).

2.3.2. Variabilitas Data Antropometri

Manusia pada umumnya akan berbeda-beda dalam hal bentuk dan dimensi ukuran tubuhnya. Disini ada beberapa faktor yang paling mempengaruhi ukuran tubuh manusia, sehingga sudah semestinya seorang perancang produk harus memperhatikannya, faktor-faktor antara lain adalah:

a. Umur

Sebuah rancangan akan nyaman digunakan jika sesuai dengan umur pengguna. Rancangan peralatan untuk anak-anak akan berbeda dengan rancangan peralatan untuk orang dewasa. Dengan demikian umur merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perancangan produk/fasilitas, dikarenakan variabilitas dimensi tubuh manusia salah satunya dipengaruhi oleh umur. Pertumbuhan manusia berawal dari manusia lahir sampai usia dewasa, dan akan berhenti pada usia tertentu. Laki-laki dan perempuan mempunyai batasan pertumbuhan yang berbeda, dimana pertumbuhan tinggi badan laki-laki biasanya berhenti pada 20 tahun. Sedangkan untuk perempuan akan berhenti lebih awal dibandingkan laki-laki

b. Jenis kelamin

Selain faktor umur, variabilitas dimensi tubuh manusia dipengaruhi oleh faktor jenis kelamin. Secara kodrati tinggi badan laki-laki dewasa mempunyai rerata lebih tinggi dibandingkan dengan dimensi tubuh perempuan dewasa. Secara umum laki-laki dewasa mempunyai dimensi tubuh yang lebih besar dibanding perempuan untuk sebagian besar dimensi tubuh.

c. Suku / Ras asli

Variabilitas dimensi tubuh manusia disebabkan juga karena perbedaan ras dan kelompok etnis. Adanya perpindahan penduduk baik tetap atau sementara dari suatu negara ke negara lainnya seringkali menimbulkan masalah dalam hal rancangan produk atau fasilitas kerja terutama bila perpindahannya dikaitkan dengan masalah pekerjaan

d. Variabilitas jenis pekerjaan atau profesi

Perbedaan dimensi tubuh dapat dilihat pada jenis pekerjaan atau profesi yang dilakukan. Seorang petani yang pekerjaannya mencangkul mempunyai lengan lebih besar dibandingkan dengan pegawai negeri sipil. Hal ini dikarenakan seorang petani lebih banyak menggunakan lengan untuk aktivitas kerja. Perbedaan ini dikarenakan tuntutan profesi. Dengan demikian profesi seringkali mensyaratkan dimensi tubuh yang dikehendaki. Hal ini ditujukan untuk kenyamanan dan keamanan pekerja dalam menggunakan peralatan yang ada (Pambudi, 2017).

2.4. Pengujian Data

2.4.1. Uji Keseragaman Data

Tes keseragaman data secara visual dilakukan dengan mudah dan sederhana. Pada tahap ini kita hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan selanjutnya mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim, data ekstrim artinya adalah data yang terlalu jauh menyimpang dari rata-rata. Data ekstrim tersebut harus kita keluarkan atau tidak dimasukkan kedalam perhitungan selanjutnya. Terdapat beberapa tahapan dalam uji keseragaman data, yaitu:

- (1.) Langkah pertama, menghitung besarnya rata-rata dari setiap hasil pengamatan, dengan persamaan berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_1}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

\bar{x} = Rata-rata data hasil pengamatan

x = Data hasil pengukuran

- (2.) Langkah kedua, menghitung standar deviasi menggunakan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{\sqrt{(x_1 - \bar{x})^2}}{n-1} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana:

σ = Standar deviasi populasi

n = Banyaknya jumlah pengamatan

x = Data hasil pengukuran

- (3.) Langkah ketiga, menentukan BKA dan BKB sebagai pembatas data ekstrim yang harus dibuang dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{BKA} = \bar{x} + k \sigma \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - k \sigma \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

\bar{x} = Rata-rata data hasil pengamatan

σ = Standar deviasi populasi

k = koefisien indeks kepercayaan (Suhardinata, 2011)

2.4.2. Metode Bernoulli

Dalam menentukan jumlah sampel yang tidak diketahui jumlah populasi dalam atribut penelitian, maka digunakan perhitungan menggunakan persamaan berikut:

$$n \geq \frac{\left(z \frac{\alpha}{2}\right)^2 p \cdot q}{e^2}$$

Dimana:

n = jumlah sampel minimum

a = tingkat signifikan (0,95)

z = nilai distribusi normal

e = tingkat kesalahan

p = proporsi jumlah kuesioner yang dianggap benar

q = proporsi jumlah kuesioner yang dianggap salah

2.4.3. Uji Kecukupan Data

Analisa uji kecukupan data dilakukan bertujuan untuk menguji apakah data yang diambil sudah tercukupi dengan mengetahui besar nilai N' . jika $N' > N$ maka data dianggap belum cukup atau kurang sehingga perlu pengambilan data ulang. Sedangkan jika $N' < N$ maka data dapat dinyatakan cukup sehingga tidak perlu

melakukan pengambilan data ulang. Terdapat beberapa tahapan uji kecukupan data sebagai berikut:

1. Menentukan Tingkat Keyakinan dan Ketelitian

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasanya dinyatakan dalam persen. Sedangkan tingkat keyakinan atau kepercayaan menunjukkan besarnya keyakinan atau kepercayaan pengukuran bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat tadi. Ini pun dinyatakan dalam persen. Jadi tingkat ketelitian 5% dan tingkat keyakinan 95% memberi arti bahwa pengukuran membolehkan rata-rata hasil pengukurannya menyimpang sejauh 5% dari rata-rata sebenarnya dan kemungkinan berhasil mendapatkan hal ini adalah 95%. Atau dengan kata lain berate bahwa sekurang-kurangnya 95 dari 100 harga rata-rata dari sesuatu yang diukur akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5%.

2. Uji Kecukupan Data

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N (\sum_{i=1}^n X_i^2) - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}}{\sum_{i=1}^n X_i^2} \right]^2 \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

N' = Jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan.

x = Data hasil pengukuran.

s = Tingkat ketelitian yang dikehendaki (dinyatakan dalam desimal).

k = Harga indeks tingkat kepercayaan, yaitu:

Tingkat kepercayaan 0 % - 68 % harga k adalah 1.

Tingkat kepercayaan 69 % - 95 % harga k adalah 2.

Tingkat kepercayaan 96 % - 100 % harga k adalah 3.

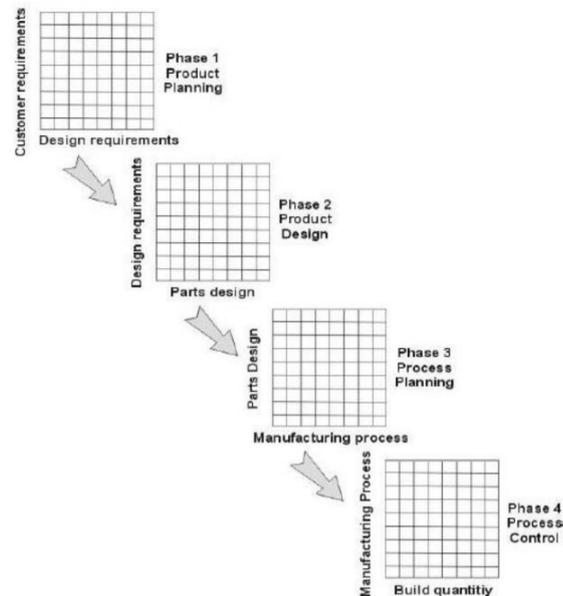
Setelah mendapatkan nilai N' maka dapat diambil kesimpulan apabila $N' < N$ maka data dianggap cukup dan tidak perlu dilakukan pengambilan data kembali, tetapi apabila $N' > N$ maka data belum mencukupi dan perlu dilakukan pengambilan data lagi (Siswanto dkk., 2021).

2.5. *Quality Function Deployment (QFD)*

QFD adalah sebuah “konsep yang menyediakan sarana untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke dalam persyaratan teknis yang tepat untuk setiap tahap pengembangan produk” (Sullivan, 2002 dalam Ratnasari, 2017). Mizuno dan Akao (1978, dalam Ratnasari, 2017) mendefinisikan QFD sebagai “... *step by step deployment of a job function or operation, that embodies quality, into their details through systematization of targets and means*”. QFD berfokus pada penentuan kebutuhan pelanggan dan komitmen organisasi untuk memuaskan kebutuhan tersebut (Ratnasari, 2017).

Menurut Dantes (2013), QFD merupakan metode atau alat bantu, guna melakukan perancangan dan pengembangan produk yang terstruktur, yang memungkinkan tim pengembangan produk dapat mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan customer dengan jelas, kemudian mengevaluasi masing-masing kemampuan produk atau kemampuan pelayanan yang ditawarkan secara sistematis guna memenuhi kebutuhan customer. Proses pengembangan produk mulai dari analisa kebutuhan pelanggan sampai proses manufaktur, bisa diuraikan dengan

pendekatana langkah demi langkah yang menandai titik-titik dimana keputusan dapat dibuat. Terdapat 4 fase dalam pengembangan produk menggunakan QFD:



Gambar 2.1. Fase 1 Perencanaan Produk (*House of Quality*)

1. Fase 1 merupakan fase yang digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan pelanggan ke dalam persyaratan teknis produk untuk memenuhi kebutuhan dari pelanggan. Pada fase ini akan dilakukan pembuatan *House of Quality* (HOQ) dan *Voice of Customer*.
2. Fase 2 Desain Produk. Pada fase ini akan dibuat konsep dari produk dan spesifikasi dari bagian-bagian produk yang memenuhi keinginan dari pelanggan.
3. Perencanaan Produk. Pada fase ini akan ditentukan parameter atau nilai target dan proses manufaktur yang akan digunakan.

4. Perencanaan Produksi (Pengendalian proses). Pada fase perencanaan produksi akan ditentukan indikator performansi untuk memantau proses produksi.

Adapun beberapa manfaat yang didapatkan dengan menerapkan QFD adalah:

1. Memusatkan perancangan produk dan jasa baru pada kebutuhan pelanggan.
2. Memastikan kebutuhan pelanggan dipahami dan mendorong proses desain.
3. Mengutamakan kegiatan desain, memastikan proses desain dipusatkan pada kebutuhan konsumen yang paling berarti.
4. Menganalisa kinerja produk perusahaan terhadap kinerja pesaing-pesaing perusahaan yang utama untuk memenuhi kebutuhan utama pelanggan.
5. Berfokus pada upaya perancangan sehingga meminimalkan waktu perancangan secara keseluruhan. Pemikiran baru memperhatikan adanya penghematan 1/4 sampai 1/3 dibanding sebelum QFD dilakukan.
6. Mengurangi perubahan desain setelah dikeluarkan dengan memastikan upaya yang berfokus pada tahap perencanaan.

Fokus utama dari QFD adalah melibatkan pelanggan pada proses pengembangan produk sedini mungkin. Filosofi yang mendasarinya adalah bahwa pelanggan tidak akan puas dengan suatu produk meskipun produk itu telah dihasilkan dengan sempurna bilamana mereka tidak menginginkan atau membutuhkannya. Dalam metode ini diidentifikasi atribut-atribut keinginan dan kebutuhan dari pelanggan atas produk atau jasa yang diberikan, kemudian diukur tingkat kepuasan pelanggan atas tiap atribut keinginan dan kebutuhan tersebut. Setelah itu dapat diketahui prioritas atribut keinginan dan kebutuhan

pelanggan yang perlu untuk ditingkatkan. Selanjutnya dirumuskan respon-respon teknis untuk meningkatkan kepuasan pelanggan atas atribut tersebut (Pambudi, 2017).

2.5.1. Voice of Customer

Voice of Customer atau identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan salah satu tahap yang dilakukan dalam QFD. Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan bagian kesatuan dalam proses pengembangan produk dan merupakan tahap yang memiliki hubungan paling erat dengan proses penurunan konsep, seleksi konsep, *Benchmarking* dengan kompetitor, dan seleksi konsep (Ulrich et al., 2001 dalam Ratnasari, 2017).

Berdasarkan Ratnasari (2017), identifikasi kebutuhan pelanggan dibagi menjadi lima tahapan sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data mentah dari pelanggan.

Pengumpulan data mentah dari pelanggan dapat dilakukan dengan wawancara, focus group, dan observasi produk saat digunakan. Agar kebutuhan dapat diidentifikasi dengan lebih efisien, maka pemilihan pelanggan yang akan diidentifikasi adalah pelanggan yang biasa disebut dengan pengguna utama atau lead user. Berdasarkan hasil penelitian Griffin dan Hauser (2003), 90% kebutuhan pelanggan akan didapatkan setelah melakukan 20-30 kali wawancara.

2. Menginterpretasikan data mentah menjadi kebutuhan pelanggan.

Kebutuhan pelanggan merupakan hasil interpretasi data mentah kebutuhan pelanggan yang didapatkan pada tahap sebelumnya.

3. Mengorganisasikan kebutuhan menjadi beberapa hierarki.

Dari tahap 1 dan 2 sebelumnya akan didapatkan daftar pernyataan kebutuhan pelanggan yang cukup banyak. Untuk itu perlu dilakukan pengorganisasian kebutuhan tersebut menjadi hierarki. Daftar kebutuhan tersebut akan terdiri dari kebutuhan primer, sekunder, dan tersier.

4. Menetapkan derajat kepentingan relatif setiap kebutuhan.

Penetapan derajat kepentingan setiap kebutuhan digunakan untuk membuat prioritas dari kebutuhan. Penetapan nilai kepentingan ini dapat dilakukan dengan penetapan nilai berdasarkan pengalaman dengan pelanggan, dan berdasarkan hasil survei lanjutan terhadap pelanggan.

5. Menganalisa hasil dan proses.

Pada tahap ini akan dilakukan penggambaran kembali hasil dan proses dari identifikasi kebutuhan pelanggan (Ratnasari, 2017).

2.5.2. Penyebaran Kuesioner

Kuesioner adalah salah satu alat pengumpul data yang merupakan alat komunikasi antara peneliti dengan responden, berupa daftar pertanyaan yang dibagikan oleh peneliti untuk diisi oleh responden, yang kemudian akan diubah dalam bentuk angka, analisa statistik, dan uraian serta kesimpulan hasil penelitian. Dalam metode QFD, kuesioner digunakan untuk mengetahui tingkat kepentingan pengguna, tingkat penilaian pengguna dan tingkat harapan pengguna. Tingkat kepentingan pengguna adalah persepsi pengguna terhadap atribut-atribut dari suatu produk berdasarkan penting tidaknya atribut tersebut untuk perancangan. Untuk mengetahui tingkat kepentingan atribut, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

1 = Tidak Penting, artinya atribut suatu produk dianggap tidak penting dalam perancangan.

2 = Kurang Penting, artinya atribut suatu produk dianggap kurang penting dalam perancangan.

3 = Cukup Penting, artinya atribut suatu produk dianggap cukup penting dalam perancangan.

4 = Penting, artinya atribut suatu produk dianggap penting dalam perancangan.

5 = Sangat Penting, artinya atribut suatu produk dianggap penting dalam perancangan.

Selanjutnya adalah kuesioner tingkat penilaian pengguna. Tingkat penilaian pengguna adalah persepsi pengguna terhadap alat bantu duduk pesinden yang sudah ada berdasarkan kepuasan pengguna saat memakainya. Untuk mengetahui tingkat penilaian, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

1 = Tidak Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap tidak bagus.

2 = Kurang Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap kurang bagus.

3 = Cukup Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap cukup bagus.

4 = Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap bagus.

5 = Sangat Bagus, artinya atribut yang ada pada produk yang sekarang ada dianggap sangat bagus.

Sedangkan kuesioner tingkat harapan pengguna adalah harapan pengguna terhadap alat bantu duduk pesinden. Untuk mengetahui tingkat harapan, digunakan skala 1-5 dengan keterangan sebagai berikut:

1 = Tidak Diinginkan, artinya suatu atribut tidak diinginkan dalam perancangan suatu produk.

2 = Kurang Diinginkan, artinya suatu atribut kurang diinginkan dalam perancangan suatu produk.

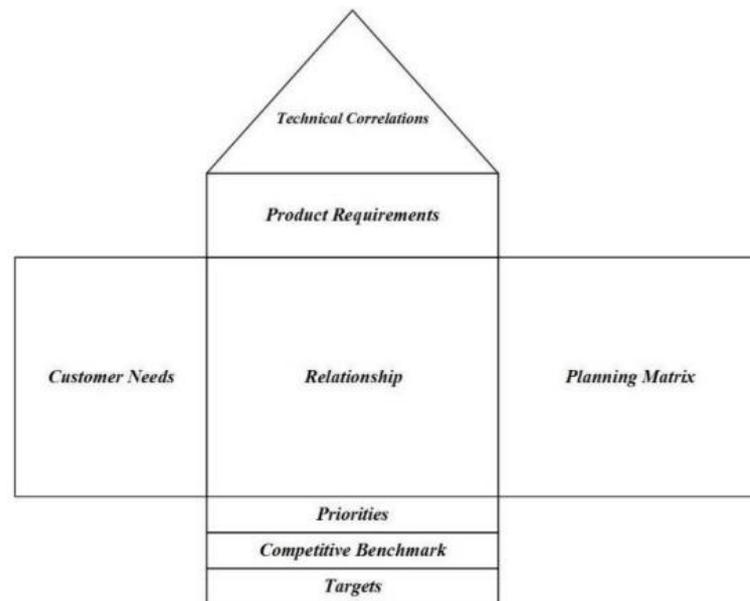
3 = Cukup Diinginkan, artinya suatu atribut cukup diinginkan dalam perancangan suatu produk.

4 = Diinginkan, artinya suatu atribut diinginkan dalam perancangan suatu produk.

5 = Sangat Diinginkan, artinya suatu atribut sangat diinginkan dalam perancangan suatu produk (Ardiansah, 2012).

2.5.3. House of Quality

Menurut Ficalora dan Cohen (2010, dalam Ratnasari, 2017), *House of Quality* merupakan suatu kerangka kerja atas pendekatan dalam mendesain manajemen yang dikenal sebagai *Quality Function Deployment* (QFD). HOQ berfungsi untuk menjelaskan proses dasar yang mendasari QFD (Franceshini, 2001 dalam Ratnasari, 2017).



Gambar 2.2 *House of Quality* (Ficalora dan Cohen, 2010 dalam Ratnasari, 2017)

Berdasarkan Ficalora dan Cohen (2010 dalam Ratnasari, 2017) terdapat tujuh langkah dalam penyusunan HOQ, yaitu:

1. Penentuan *customer needs*

Kebutuhan pelanggan yang dikumpulkan merupakan hasil dari *Voice of Customer* yang dilakukan sebelumnya. Hasil kebutuhan pelanggan tersebut telah diterjemahkan ke dalam bentuk atribut.

2. Pembentukan *planning matrix*

Hasil dari riset pasar akan menghasilkan tingkat kepentingan dari masing-masing atribut yang akan ditulis dalam bentuk matriks. Hasil dari *planning matrix* tersebut adalah bobot awal untuk masing-masing atribut.

3. Pembuatan *product requirements*

Product requirements merupakan matriks yang berisi kebutuhan teknis dari produk.

4. Penentuan *relationship*

Relationship merupakan hubungan antara *customer needs* dan *product requirements*. Kemudian akan ditentukan *priorities* dari *product requirements*.

5. Penentuan *technical correlation*

Pada tahap ini akan ditentukan hubungan antar aspek teknis pada matriks *product requirements*.

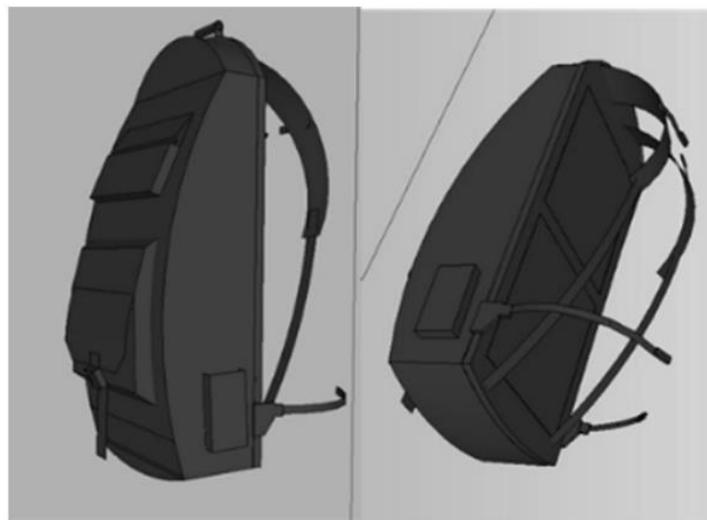
6. Mendapatkan *competitive benchmark*

Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan nilai dari produk yang dimiliki oleh kompetitor.

7. Menetapkan target

Dari hasil penilaian terhadap *competitive benchmark*, kemudian akan ditetapkan target dari aspek atau kebutuhan teknis dari produk (Ratnasari, 2017).

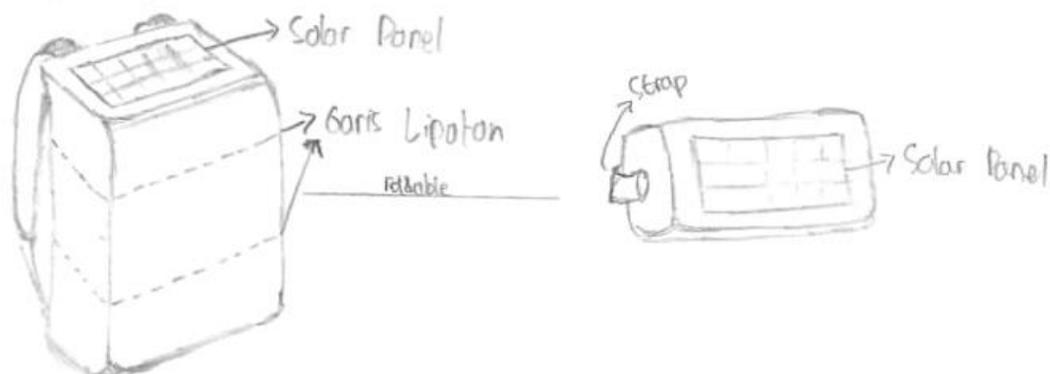
2.6. Produk Terdahulu



Gambar 2.3 Produk Penelitian Terdahulu

Produk awal yang menjadi dasar perancangan alat dalam penelitian ini merupakan produk tas laptop multifungsi dari penelitian yang dilakukan oleh Orshella dan Asmoro (2019).

2.7. Prototype Produk



Gambar 2.4 *Prototype* Produk Tas *Convertible* dengan Panel Surya

2.8. Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu 1.

Judul	Pengembangan desain produk <i>carrier bag</i> dengan <i>solar cell</i> yang ergonomis bagi pendaki gunung (Studi kasus: Gunung Semeru Jawa Timur).
Jurnal	Jurnal Teknologi dan Informatika
Volume	Volume 01, Nomor. 01
Tahun	2019
Penulis	Arief Al Jauhari
Tujuan Penelitian	Dengan tujuan untuk merancang <i>carrier bag</i> yang ergonomis dan dilengkapi dengan panel surya yang dapat mengisi daya listrik bagi para pendaki gunung yang sering kali membutuhkan daya listrik ketika sedang mendaki gunung.
Metode	Ergonomi
Hasil Penelitian	Diperoleh desain produk <i>carrier bag</i> dengan <i>solar cell</i> yang mampu meningkatkan dan menutupi kebutuhan para pendaki atas kekurangan tenaga pengisian batrai.

Tabel 2.2. Penelitian terdahulu 2.

Judul	Identifikasi Kebutuhan Pelanggan Dalam Perancangan Dan Pengembangan Konsep Tas Backpack Yang Ergonomis dan Multifungsi.
Jurnal	Jurnal Teknik Industri
Volume	Volume 02, Nomor. 01
Tahun	2019
Penulis	Rizani N. C. dan Agie S.
Tujuan Penelitian	Dengan tujuan untuk mengembangkan tas ransel yang lebih ergonomis bagi masyarakat yang dapat memiliki manajemen beban lebih baik dan dapat mencegah terjadinya cedera pada otot bahu.
Metode	Identifikasi Kebutuhan dan Ergonomi
Hasil Penelitian	Diperoleh 21 target spesifikasi kebutuhan yang kemudian dihubungkan dengan <i>need metric matrix</i> untuk memperoleh tingkat kebutuhan yang digunakan untuk merancang produk yang terbagi dari <i>primary needs</i> dan <i>secondary needs</i> .

Tabel 2.3. Penelitian terdahulu 3.

Judul	Penerapan QFD dan DFA pada Perancangan Produk Tas Laptop Multifungsi.
Jurnal	Jurnal Teknologi dan Informatika
Volume	Volume 03, Nomor. 01
Tahun	2019
Penulis	Orshella D. D. dan Asmoro F. I. W.
Tujuan Penelitian	Dengan tujuan untuk merancang carrier bag yang ergonomis dan dilengkapi dengan panel surya yang dapat mengisi daya listrik bagi para pendaki gunung yang sering kali membutuhkan daya listrik ketika sedang mendaki gunung
Metode	<i>Quality Function Deployment</i> dan <i>Design for Assembly</i>

Hasil Penelitian	Berdasarkan metode QFD pada perancangan ulang tas laptop multifungsi ini telah disusun matriks HOQ. Hasil dari penyusunan matriks tersebut dilanjutkan menggunakan metode DFA. Diperoleh biaya total produksi untuk produk yang dirancang adalah sebesar Rp 261.500, dengan total estimasi waktu produksi selama 847,3 menit. Sedangkan nilai efisiensi perakitan yang dihasilkan untuk sub produk tas ransel laptop adalah sebesar 20,2 % dan sub produk meja laptop lipat sebesar 1,4 %.
-------------------------	--

Tabel 2.4. Penelitian terdahulu 4.

Judul	Perancangan Tas Sekolah Berbasis Model <i>Ergonomic</i> – <i>Anthropometry</i> Guna Pengembangan Sentra Industri Tas Di Kabupaten Gresik
Jurnal	Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi
Volume	Volume 12, Nomor. 02
Tahun	2018
Penulis	Deny Andesta
Tujuan Penelitian	Dengan tujuan untuk melakukan analisa ketidaklayakan tas sekolah serta mengidentifikasi dampaknya untuk meminimalisir dampak buruk terhadap tumbuh kembang siswa sekolah.
Metode	<i>Model Ergonomic - Anthropometry</i>
Hasil Penelitian	Berdasarkan evaluasi analisa antropometri, serta analisa subjektifitas pada tas sekolah yang dipergunakan oleh siswa-siswi sekolah selama ini tidak ergonomis. Tas sekolah yang diproduksi oleh sentra industri kecil di Kabupaten Gresik memiliki banyak kelemahan terutama dari segi desain produk berdasarkan data keluhan – keluhan siswa yaitu tas sekolah mudah sobek, kurang nyaman dipakai, model monoton, warnanya cepat pudar, serta menimbulkan nyeri pada bahu. Diperoleh perubahan dan tambahan yang sebaiknya dilakukan pada tas ransel yang diproduksi.