

TESIS

RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK USIA SEKOLAH DASAR

ERGONOMIC BACKPACK DESIGN FOR ELEMENTARY SCHOOL AGE CHILDREN

Sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Magister

disusun dan diajukan oleh

NURULINZANY
D072191004



Kepada

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

TESIS

RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK USIA SEKOLAH DASAR

ERGONOMIC BACKPACK DESIGN FOR ELEMENTARY SCHOOL AGE CHILDREN

Sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Magister

disusun dan diajukan oleh

**NURULINZANY
D072191004**



Kepada

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK
USIA SEKOLAH DASAR**

***ERGONOMIC BACKPACK DESIGN FOR ELEMENTARY
SCHOOL AGE CHILDREN***

disusun dan diajukan oleh

**NURULINZANY
D072191004**

telah diperiksa dan disetujui untuk diuji

Makassar, 1 Juli 2021

Komisi Penasihat

Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST., MT., IPM
NIP. 19750929 199903 1 002

Pembimbing II



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1 002



Ketua Program Studi Magister Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. NIP. 19681005 199603 1 002

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK USIA SEKOLAH DASAR

ERGONOMIC BACKPACK DESIGN FOR ELEMENTARY SCHOOL AGE CHILDREN

disusun dan diajukan oleh

NURULINZANY
D072191004

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal **22 Juli 2021**
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Komisi Penasihat

Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST., MT., IPM
NIP. 19750929 199903 1 002

Pembimbing II



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1 002

Ketua Program Studi Magister Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP. 19681005 199603 1 002

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT
NIP. 19601231 198609 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nurulinzany
NIM : D072191004
Jurusan/program studi : Teknik Industri

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang berjudul

RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK USIA SEKOLAH DASAR

adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, Juli 2021

Yang membuat pernyataan,



Nurulinzany

KATA PENGANTAR

Assalamu Alaikum Waramatullahi Wabarakatu

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tesis yang berjudul, **“Rancangan Ransel yang Ergonomis untuk Anak Usia Sekolah Dasar”**.

Penelitian ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Selama dalam masa penyusunan penelitian ini, tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi, namun atas bantuan dan doa beberapa pihak penulis dapat melewati hambatan tersebut. Olehnya itu penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya penulis haturkan kepada:

1. Bapak Dr. Sapta Asmal, ST., MT selaku Ketua Program Magister Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sekaligus pembimbing kedua penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Ilham Bakri, ST., M.Sc selaku pembimbing pertama, yang senantiasa fokus dan memberikan bimbingan, arahan, serta masukan kepada penulis dalam menyelesaikan proposal ini.
3. Bapak Dr. Saiful, ST., MT selaku Ketua Departemen Teknik I Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak/Ibu Dosen serta seluruh staf Program Magister Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Nadir selaku head administrasi yang senantiasa membantu dalam pengurusan administrasi akademik.

6. Teristimewa kepada kedua orang tua, suami dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya semoga Allah SWT memberikan yang terbaik kepada penulis.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Program Magister Teknik Industri 2019, terima kasih atas cerita, pengalaman, kekompakan dan motivasinya.

Akhir kata terima kasih atas semuanya yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya mahasiswa/i Program Magister Teknik Industri. Oleh karena itu masukan dan kritikan rekan-rekan kiranya dapat membantu pengembangan penelitian tugas akhir ini.

Makassar, Juli 2021

Penulis

ABSTRAK

RANCANGAN RANSEL YANG ERGONOMIS UNTUK ANAK USIA SEKOLAH DASAR

Beban tas ransel merupakan salah satu penyebab keluhan otot rangka pada anak-anak. Tas ransel dengan beban yang berat dapat mempengaruhi perubahan postur tubuh dan berbahaya terhadap tulang belakang, serta masalah muskuloskeletal. Beban yang dibawa dalam ransel sekolah merupakan faktor risiko timbulnya sakit punggung yang gejalanya dapat berlangsung di masa dewasa. Penggunaan tas ransel seringkali mengakibatkan keluhan pada leher, bahu dan punggung bawah serta faktor risiko lain yang berpotensi. Mendeteksi keluhan pada leher, bahu, pergelangan tangan, punggung, lutut, dan kaki sejak dini sangat perlu untuk mempertahankan fungsi muskuloskeletal. Tujuan dari penelitian adalah untuk mendesain ransel ergonomis bagi anak Sekolah Dasar. Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan observasi menggunakan desain studi *cross-sectional*. Jumlah sampel data antropometri adalah sebanyak 399 siswa, sedangkan untuk penyebaran kuesioner sebanyak 121 orang. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka rancangan ransel anak usia SD sesuai dengan dimensi antropometri di dapatkan dua dimensi ukuran ransel yaitu 27x36x16cm untuk kelas 1 – 3 dan 27x43x16 cm untuk kelas 4 – 6. Rata-rata berat bawaan siswa sebesar 1,740kg sehingga berat ransel sebelum diberikan beban yaitu 0,5 – 0,7 kg agar beban yang di bawa tidak lebih dari 10% dari berat badan mereka. Lebar tali ransel yaitu 5,92 cm sesuai dengan antropometri anak, karena lebar tali berpengaruh pada berat ransel yang seimbang serta nyeri bahu pada anak. Dalam penggunaan tas ransel bagian barang terberat harus diletakkan dekat dengan punggung agar pusat gravitasinya dekat dengan pelvis karena apabila beban jauh dari pusat gravitasi maka anak dapat mengalami ketegangan otot pada punggung yang menyebabkan nyeri pada punggung

Kata Kunci : Ransel Sekolah, muskulokeletal, antropometri, beban ransel, dan risiko

ABSTRACT

ERGONOMIC BACKPACK DESIGN FOR ELEMENTARY SCHOOL AGE CHILDREN

Backpacks load are one of the causes of skeletal muscle complaints in children. Backpacks with heavy loads can affect posture changes and are harmful to the spine, as well as musculoskeletal problems. The burden carried in a school backpack is a risk factor for back pain whose symptoms can last into adulthood. The use of backpacks often results in complaints of the neck, shoulders and lower back as well as other potential risk factors. Early detection of complaints in the neck, shoulders, wrists, back, knees, and feet is very important to maintain musculoskeletal function. The purpose of this research is to design an ergonomic backpack for elementary school children. The type of research conducted is descriptive research with an observational approach using a cross-sectional study design. The number of samples of anthropometric data is 399 students, while for the distribution of questionnaires as many as 121 people. Based on the results of the research conducted, the backpack design for elementary school-aged children according to anthropometric dimensions was obtained in two dimensions of backpack size, namely 27x36x16cm for grades 1-3 and 27x43x16 cm for grades 4-6. given a load of 0.5 - 0.7 kg so that the load carried is not more than 10% of their body weight. The width of the backpack strap is 5.92 cm according to the child's anthropometry, because the width of the strap affects the balanced weight of the backpack and shoulder pain in children. When using a backpack, the heaviest part of the bag must be placed close to the back so that the center of gravity is close to the pelvis because if the load is far from the center of gravity, the child can experience muscle tension in the back which causes back pain.

Keywords : *backpack, musculoskeletal, anthropometry, backpack weight, and risk.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Peneliti Terdahulu	5
2.1.1. Otot rangka pada anak.....	5
2.1.2. <i>Recommended Weight Limit</i> (RWL) pada perancangan tas anak sekolah	7
2.1.3. Desain tas ergonomis.....	9
2.2. Aspek-aspek pendekatan ergonomi dalam desain	12
2.2.1. Tujuan ergonomi	13
2.2.2. <i>Anthropometri</i>	13
2.2.3. Peranan data <i>anthropometri</i> dalam perancangan produk.....	15
2.2.4. Dimensi pengukuran <i>anthropometri</i>	16
2.3. Gangguan Otot Rangka	17
2.4. <i>Qualiti Function Deployment</i> (QFD).....	19
2.4.1. Tujuan, manfaat dan kegunaan QFD	20
2.4.2. House of quality (HoQ).....	21
III. KERANGKA KONSEPTUAL	
3.1. Kerangka Konseptual.....	22
3.2. Definisi Operasional	23
IV. METODOLOGI PENELITIAN	
4.1. Objek Penelitian	25
4.2. Jenis Penelitian	25
4.3. Populasi dan Sampel Penelitian	25
4.4. Metode Pengumpulan Data	25
4.5. Analisis Data	26
4.6. Alur Penelitian	29
4.7. Kerangka Berpikir	32
V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
5.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
5.2. Karakteristik Responden	34
5.3. Analisis <i>Quality Function Deployment</i> dengan <i>House Of Quality</i>	36

5.3.1.	Identifikasi Kebutuhan Pengguna	36
5.3.2.	Pembangunan Matrik Kualitas	37
5.3.3.	Perhitungan Kuantitatif untuk Identifikasi Prioritas	44
5.3.4.	Identifikasi Karakteristik Teknis.....	48
5.3.5.	Produk Kompetitor.....	48
5.3.6.	Hubungan Kebutuhan Konsumen dan Karakteristik Teknis ...	51
5.3.7.	Hubungan Teknis (Technical Correction)	53
5.3.8.	Target Perbaikan.....	56
5.3.9.	House of quality (HOQ).....	68
5.3.10.	Perbandingan produk kompetitor dengan target produk rancangan.....	71
5.3.11.	Target rancangan ransel	71
5.4.	Pembahasan	72
5.4.1.	Kebutuhan pengguna (<i>customer requirements</i>).....	72
5.4.2.	Karakteristik teknis (<i>technical requirements</i>)	73
5.4.3.	Desain ransel ergonomis bagi anak Sekolah Dasar	74
VI.	PENUTUP	
6.1.	Kesimpulan.....	76
6.2.	Saran	77
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Keterangan	Halaman
2.1	Kelompok dimensi tubuh yang diukur dalam posisi berdiri....	13
2.2	Kelompok dimensi tubuh yang diukur dalam posisi duduk....	13
2.3	Empat fase model QFD.....	20
2.4	House of Quality.....	21
3.1	Kerangka konseptual.....	22
4.1	Alur penelitian.....	30
4.2	Kerangka berpikir.....	32
5.1	Peta Kota Makassar.....	34
5.2	Produk competitor.....	50
5.3	<i>Technical correlation</i>	55
5.4	Dimensi ransel.....	62
5.5	Bagian dalam ransel.....	63
5.6	Rancangan ransel.....	64
5.7	<i>House of quality</i> (HOQ).....	70
5.8	Ransel troli.....	75

DAFTAR TABEL

Tabel	Keterangan	Halaman
2.1	Studi tentang musculoskeletal pada anak.....	6
2.2	Studi tentang <i>Recommended Weight Limit</i> (RWL) pada perancangan tas anak sekolah.....	8
2.3	Studi tentang desain tas ergonomis.....	10
2.4	Dimensi <i>Anthropometri</i>	14
2.5	<i>Anthropometri</i> desain ransel.....	16
5.1	Data tempat penelitian.....	33
5.2	Karakteristik responden.....	35
5.3	Karakteristik responden hasil kuesioner.....	35
5.4	Item kebutuhan pengguna.....	37
5.5	Hasil tabulasi kepentingan kebutuhan konsumen.....	39
5.6	Nilai kepentingan responden.....	39
5.7	Hasil tabulasi kepuasan konsumen.....	40
5.8	Nilai Kepuasan Responden.....	40
5.9	Uji Validitas tingkat kepentingan.....	41
5.10	Uji Validitas tingkat kepuasan.....	42
5.11	Uji Reliabilitas tingkat kepentingan.....	43
5.12	Uji Reliabilitas tingkat kepuasan.....	43
5.13	Nilai Target.....	44
5.14	Nilai <i>sales point</i>	45
5.15	Rasio perbaikan.....	45
5.16	<i>Overall importance</i>	46
5.17	Nilai bobot atribut.....	47
5.18	Normalisasi bobot	47
5.19	Karakteristik Teknis.....	48
5.20	<i>Benchmarking</i> produk kompetitor.....	50
5.21	Matrik interaksi antribut pelayanan dengan karakteristik teknik.....	52
5.22	Nilai matrik interaksi antribut pelayanan dengan karakteristik teknik.....	53
5.23	<i>Direction of improvement</i>	54
5.24	Data antropometri siswa.....	58
5.25	Biaya garansi untuk eksisting 10 tahun.....	67
5.26	Skenario biaya garansi.....	68
5.27	<i>Benchmarking</i> produk kompetitor dengan target produk...	71
5.28	Target dari parameter teknik.....	71

BAB I PENDAHULUAN

1. 1. Latar Belakang

Perkembangan fisik atau pertumbuhan biologis merupakan salah satu aspek yang penting bagi perkembangan individu terutama bagi anak usia sekolah dasar, baik secara langsung maupun tidak langsung. Perkembangan fisik secara langsung akan menentukan keterampilan gerak anak, sedangkan secara tidak langsung akan mempengaruhi cara pandang anak terhadap dirinya dan orang lain (Puspita, Calista and Suyadi, 2018). Pada anak usia sekolah dasar, pertumbuhan dan perkembangan fisik berlangsung secara optimal. Pertumbuhan fisik anak usia sekolah dasar akan menimbulkan karakteristik juga pola penyesuaian diri mereka terhadap lingkungan. Perkembangan fisik mencakup aspek – aspek: tinggi dan berat badan, proporsi dan bentuk tubuh, otak dan perkembangan motorik.

Anak yang berusia 0 – 12 tahun dalam setiap perkembangannya memiliki potensi gangguan yang terjadi, tergantung dari tingkat aktifitas fisik dan fase perkembangan yang di alami anak (Mahendrayani, 2014). Menurut (Watson *et al.*, 2002; Murphy, Buckle and Stubbs, 2007) bahwa nyeri otot rangka sering terjadi pada anak – anak dan remaja.

Tas sekolah merupakan salah satu penyebab keluhan otot rangka pada anak-anak (Dockrell, Simms and Blake, 2015). Tas sekolah dengan beban yang berat dapat mempengaruhi perubahan postur tubuh dan berbahaya terhadap tulang belakang (de Paula, Silva and Silva, 2015), serta masalah musculoskeletal (Dianat, Javadivala and Allahverdipour, 2011). Beban yang dibawa dalam ransel sekolah merupakan faktor risiko timbulnya sakit punggung yang gejalanya dapat berlangsung di masa dewasa (de Paula, Silva and Silva, 2015).

Penggunaan tas sekolah seringkali mengakibatkan keluhan pada leher, bahu dan punggung bawah serta faktor risiko lain yang berpotensi (Dianat, Javadijala and Allahverdipour, 2011; Dianat *et al.*, 2013, 2014; Dockrell, Simms and Blake, 2015; Al-saleem *et al.*, 2016). Mendeteksi keluhan pada leher, bahu, pergelangan tangan, punggung, lutut, dan kaki sejak dini sangat perlu untuk mempertahankan fungsi musculoskeletal (Tomaru *et al.*, 2019).

Nyeri musculoskeletal merupakan keluhan umum pada anak yang diakibatkan oleh aktifitas sehari-hari (Cattalini and Cimaz, 2017). Tingginya prevalensi terkait masalah musculoskeletal dikaitkan dengan jenis kelamin (Ranelli, Straker and Smith, 2011). Mengidentifikasi keluhan ekstremitas musculoskeletal pada usia anak-anak sangat sulit sehingga penting untuk mengembangkan strategi pencegahan dan pengobatan sejak dini (Fuglkjær, Dissing and Hestbæk, 2017). Prevalensi keluhan musculoskeletal sangat tinggi di kalangan anak sekolah sehingga membutuhkan tindakan pencegahan dan batas beban ransel yang aman (Dianat, Javadijala and Allahverdipour, 2011).

Penggunaan ransel yang tidak sesuai dapat mempengaruhi perubahan postur tubuh dan gaya berjalan pada anak (Dumondor, Angliadi and Sengkey, 2015). Ukuran ransel yang tidak sesuai dengan antropometri anak sehingga beresiko terjadinya nyeri punggung bawah (Trevelyan and Legg, 2010).

Sebagian besar siswa sekolah dasar yang ada di Kota Makassar menggunakan ransel sebagai alat yang dibawa untuk menyimpan perlengkapan sekolah. Siswa sekolah dasar di usia 6 – 12 tahun yang masih dalam tahap pertumbuhan membawa ransel ke sekolah yang biasanya melebihi dari batas beban angkat anak seusianya, terlebih lagi

jika ukuran ransel tidak sesuai dengan antropometri anak, serta jarak sekolah dengan rumah yang harus menempuh perjalanan jauh sehingga dapat menimbulkan risiko ergonomi. Oleh karena itu perlu dilakukan redesain ransel anak yang ergonomis berdasarkan batas beban angkat anak usia sekolah dasar.

1. 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi kebutuhan pengguna (*customer requirements*) tentang ransel anak Sekolah Dasar?
2. Bagaimana identifikasi karakteristik teknis (*technical requirements*) tentang ransel anak Sekolah Dasar?
3. Karakteristik teknis manakah yang menjadi prioritas untuk dikembangkan yang sesuai dengan keinginan pengguna?
4. Bagaimanakah desain ransel yang ergonomis bagi anak Sekolah Dasar?

1. 3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengidentifikasi kebutuhan pengguna (*customer requirements*) tentang ransel anak Sekolah Dasar.
2. Untuk mengidentifikasi karakteristik teknis (*technical requirements*) tentang ransel anak Sekolah Dasar.
3. Untuk mengidentifikasi karakteristik teknis manakah yang menjadi prioritas untuk dikembangkan yang sesuai dengan keinginan pengguna ransel.
4. Untuk mendesain ransel ergonomis bagi anak Sekolah Dasar.

1. 4. Batasan Masalah

Untuk menghindari permasalahan yang lebih luas dan agar tujuan pembahasan semakin terarah maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Anak yang menjadi objek penelitian adalah siswa Sekolah Dasar.
2. Tidak membahas tentang biaya.
3. Fokus penelitian hanya dilakukan untuk pengembangan desain produk ransel.
4. Penelitian hanya dilakukan sampai diketahui pembentukan produk usulan dari rancangan desain ransel tersebut (tidak sampai menghitung tingkat penjualan dari produk yang sudah direkomendasikan).
5. Objek penelitian adalah Siswa Sekolah Dasar di Indonesia.

1. 5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak- pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini antara lain:

1. Dapat memberikan wawasan dan pengetahuan tentang batas beban angkat anak Sekolah Dasar terhadap ransel yang di bawa ke sekolah sehari-hari.
2. Dapat memberikan masukan bagi para orangtua untuk memperhatikan faktor risiko nyeri punggung terhadap tumbuh kembang anak.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan sebagai bahan perbandingan dan kajian. Adapun hasil-hasil penelitian yang dijadikan perbandingan tidak terlepas dari topik penelitian yaitu mengenai redesain ransel anak berdasarkan batas beban angkat dan antropometri anak sekolah dasar.

2.1.1 Otot rangka pada anak

Pada Tabel 1, disajikan studi-studi yang meneliti tentang musculoskeletal pada anak. Beberapa penelitian yang meneliti tentang hubungan antara musculoskeletal dengan beban tas sekolah anak (Adeyemi, Rohani and Abdul Rani, 2014; de Paula, Silva and Silva, 2015; Dockrell, Simms and Blake, 2015). Masalah musculoskeletal dapat mempengaruhi aktivitas fisik anak (Krul *et al.*, 2009). Namun sulit untuk mendapatkan gambaran mengenai keluhan musculoskeletal sehingga dibutuhkan strategi pencegahan (Fuglkjær, Dissing and Hestbæk, 2017). Untuk mendapatkan hasil pemeriksaan musculoskeletal yang baik harus menggunakan kuesioner dengan kualitas yang tinggi (Tomaru *et al.*, 2019). Para peneliti yang meneliti hubungan antara tas sekolah dengan keluhan musculoskeletal di antara 529 anak sekolah dasar, mayoritas membawa ransel 93,8% dan 89,7% membawa ransel di atas bahu mereka (Dockrell, Simms and Blake, 2015). Di India sebanyak 165 anak 55,2% dilaporkan mengalami prevalensi nyeri musculoskeletal idiopatik (Kumar *et al.*, 2017). Penelitian mengenai prevalensi

keluhan musculoskeletal pada anak-anak dan remaja di kelompokkan menjadi usia 0 – 12 tahun dan 10 – 19 tahun didapatkan bahwa keluhan musculoskeletal lebih sering terjadi pada ekstremitas bagian bawah pada anak-anak (Fuglkjær, Dissing and Hestbæk, 2017). Sebanyak 615 sampel anak pra remaja yang berusia 7 – 12 tahun lebih dari 70% membuktikan bahwa berat ransel berpengaruh signifikan terhadap sakit punggung (Adeyemi, Rohani and Abdul Rani, 2014).

Tabel 2.1. Studi tentang musculoskeletal pada anak

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Tomaru Y et al, 2018	1.844 siswa yang di periksa langsung dan 22.949 kuesioner	Melakukan pemeriksaan langsung terhadap siswa oleh 7 ahli beda ortopedi dan kuesioner skrining.	Penelitian ini menunjukkan perbandingan antara hasil pemeriksaan langsung dan kuesioner dalam masalah musculoskeletal. Ketepatan dan realibilitas kuesioner tergantung dari kualitas kuesioner (Tomaru <i>et al.</i> , 2019).
Dockrell S, Simms C and Blake C, 2015	529 anak sekolah dengan laki-laki 55,8% dan perempuan 44,2%	Sebuah survei cross-sectional dan quasi-eksperimental pretest-posttest	Anak-anak di Irlandi sebagian besar membawa tas ransel yaitu 77,5%, prevalensi otot rangka sebesar 63,4%. Keluhan sering dirasakan di bahu 27,3 dan bagian belakang 15% (Dockrell, Simms and Blake, 2015).
Kumar G et all, 2015	1.018 anak sekolah usia 5 – 16 tahun	Studi cross sectional	Prevalensi nyeri otot rangka idiopatik pada anak sekolah usia 5 – 16 tahun signifikan terhadap aktivitas sehari-hari (Kumar <i>et al.</i> , 2017).
McGowan J, Whatman C and Walters S 2019	914 anak-anak di Selandia Baru	Studi survei cross-sectional	Kelompok anak usia 10 – 13 tahun menjukkan bahwa tidak ada hubungan signifikan antara gerakan awal pada saat olahraga dengan riwayat cedera (McGowan, Whatman and Walters, 2019).
Ranelli S, Straker L and Smith A, 2011	731 anak usia 7 – 17 tahun yang belajar instrumen musik di sekolah pemerintah Australia.	Survei dan kuesioner	Prevalensi yang tinggi terhadap masalah musculoskeletal adalah masalah penting bagi anak dan remaja yang belajar instrumen musik (Ranelli, Straker and Smith, 2011).
Draheim N and Hüggle B, 2018	Merangkum beberapa artikel tentang otot rangka	Literatur review	Nyeri otot rangka terjadi sepanjang hidup yang merupakan kondisi berulang, bisa terjadi pada anak-anak dan remaja (Draheim and Hüggle, 2018).

Tabel 2.1. Studi tentang musculoskeletal pada anak (Sambungan)

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Fuglkjær S, Dissing K B and Hestbæk L, 2017	19 studi umum dan 3 studi klinis dengan anak-anak berusia 0 – 19 tahun.	MEDLINE dan EMBASE dicari secara elektronik	Ulasan ini menunjukkan prevalensi keluhan otot rangka pada anak-anak, remaja dengan mata-analisis. Namun hasilnya dianggap tidak layak karena mempelajari heterogenitas (Fuglkjær, Dissing and Hestbæk, 2017).
de Paula A J F, Silva J C P and Silva J C R P, 2015	916 siswa usia 10 – 19 tahun	Studi cross sectional	Hasil penelitian menyimpulkan bahwa beban dari ransel siswa tidak sesuai dengan biomekanika dan ergonomi, terutama untuk anak yang lebih muda dan perempuan yang masih dalam fase pertumbuhan sehingga berisiko lebih besar mengalami cedera tulang belakang yang berimbas dimasa dewasa (de Paula, Silva and Silva, 2015).
Adeyemi A J, Rohani J M and Abdul Rani M R, 2014	615 anak usia 7 – 12 tahun	Survei dan kuesioner	Penelitian ini membuktikan pengaruh signifikan dari berat ransel anak dengan sakit punggung di kalangan sekolah dasar (Adeyemi, Rohani and Abdul Rani, 2014).

2.1.2 *Recommended Weight Limit* (RWL) pada perancangan tas anak sekolah

Pada Tabel 2, disajikan studi-studi yang meneliti tentang batas berat ransel. Anak sekolah biasanya menggunakan tas untuk membawa barang mereka. Beberapa peneliti mengungkapkan bahwa tas sekolah yang berat dapat menyebabkan masalah otot rangka pada anak (Al-saleem *et al.*, 2016; Zaidi *et al.*, 2016). Banyak anak yang membawa tas sekolah terlalu berat untuk kerangka tubuh mereka (Farhood, 2013). Beban rata-rata yang dibawa oleh anak sekolah adalah 2,9kg yang mewakili 10% dari berat badan mereka (Dianat, Javadivala and Allahverdipour, 2011). Walaupun jumlah beban yang dibawa oleh anak dalam batas yang disarankan yaitu 10% - 15% dari berat badan, namun prevalensi masalah otot rangka masih sangat tinggi (Dianat *et al.*, 2013). Di Karachi Pakistan, banyak siswa membawa tas sekolah melebihi dari

10% - 15% dari berat badan mereka, sehingga berisiko gangguan punggung (Zaidi *et al.*, 2016). Sekolah di Al-Ahsa Arab Saudi, sebanyak 1860 dari 2567 siswa membawa tas lebih berat dari 15% berat badan mereka (Al-saleem *et al.*, 2016). Di Universitas Kobe Jepang, 10 mahasiswa laki-laki dilakukan uji eksperimental dengan beban ransel 10%, 15% dan 20% dari berat badan mereka sehingga didapatkan bahwa 20% BW ransel menyebabkan perubahan kinematik yang tinggi pada batang tubuh, sehingga berat ransel harus dibatas hingga 15% BW (Al-Khabbaz *et al.*, 2010). Berat ransel yang aman harus berat yang hampir semua siswa bisa bawa (Ismaila, 2018).

Tabel 2.2. Studi tentang *Recommended Weight Limit* (RWL) pada perancangan tas anak sekolah

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Ismaila S O, 2018	324 siswa sekolah menengah di Ibadan, Nigeria	A strain energy based model	Berat ransel yang aman bagi siswa sekolah menengah adalah 2,87kg (5,18% dari berat badan) untuk pria dan 2,53 kg (4,91% dari berat badan) bagi wanita (Ismaila, 2018)
Dianat I, Javadivala Z and Allahverdipour H, 2011	307 anak sekolah dasar di Tabris, Iran berusia 7 – 12 tahun	Studi cross sectional	Berat beban tas sekolah anak rata-rata 2,9kg, sekitar 86% anak melaporkan beberapa jenis gejala otot rangka (Dianat, Javadivala and Allahverdipour, 2011)
Dianat I, 2013	307 anak-anak sekolah dasar Iran berusia 7-12 tahun yang berada di kelas 1 – 5.	Studi cross-sectional	Siswa kelas 1 membawa rata-rata 2,5 kg berat tas mereka sedangkan kelas yang lebih tinggi membawa 3 – 3,2 kg. Hasil penelitian membuktikan bahwa berat tas yang disarankan saat ini mungkin tidak sesuai untuk anak-anak sekolah dasar, sehingga pedoman tersebut harus mempertimbangkan faktor lain (Dianat <i>et al.</i> , 2013)
Dianat I, 2014	586 siswa berusia 12 – 14 tahun	Studi cross-sectional	Beban rata-rata ransel anak sekolah adalah 2,8 kg. Temuan utama dalam penelitian adalah terjadinya keluhan punggung bawah, leher dan bahu yang relatif tinggi pada anak perempuan di bandingkan anak laki-laki (Dianat <i>et al.</i> , 2014)

Tabel 2.2. Studi tentang *Recommended Weight Limit* (RWL) pada perancangan tas anak sekolah (Sambungan)

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Al-saleem S A, 2016	2.567 anak sekolah di wilahan Al-Ahsa, Arab Saudi	Observasional cross section	Hasil penelitian menemukan bahwa 41,1% siswa perempuan dan 31,2% siswa laki-laki membawa tas sekolah >15% dari berat badan mereka yang berarti lebih dari batas tertinggi menurut pedoman internasional (Al-saleem <i>et al.</i> , 2016).
Mandic S, 2018	Sebanyak 331 orang tua, 682 anak remaja Selandia Baru	Survei dan kuesioner	Rata-rata berat tas sekolah di kalangan remaja adalah 5,6 kg. 68,3% orang tua merasa bahwa tas sekolah remaja terlalu berat. Kemudian 57,8% remaja merasa terlalu berat untuk dibawa dengan berjalan dan 65,8% untuk di bawa bersepeda (Mandic <i>et al.</i> , 2018).
Abdon A P V et all, 2018	361 wanita usia 18 – 35 tahun	Studi cross-sectional	Hasil penelitian menunjukkan 61,7% wanita mengeluh sakit bahu karena berat tas mereka lebih berat 4,02% dari berat badan mereka (Abdon <i>et al.</i> , 2018).
Johnson O E, 2011	381 siswa sekolah menengah di Nigeria	Studi cross-sectional	Hasil penelitian mengemukakan bahwa hubungan antara bobot beban ransel dan nyeri punggung tidak signifikan. Total berat tas rata-rata 4,48 kg dengan BPWT 10,16% dan 65% diantaranya membawa tas ransel (Johnson <i>et al.</i> , 2011).
Zaidi S M H, 2018	Anak usia 9 – 16 tahun	Studi cross-sectional	Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat tas memiliki faktor risiko yang signifikan terhadap nyeri otot rangka (Zaidi <i>et al.</i> , 2016).
Farhood H F, 2013	242 siswa sekolah dasar, 116 laki-laki dan 126 perempuan dengan usia 6 – 12 tahun	Studi cross-sectional	31% siswa membawa tas dengan berat normal, 28,5% lebih ringan dan 40,1% membawa tas lebih berat. Persentasi berat tas sekolah anak perempuan lebih tinggi dibanding laki-laki (Farhood, 2013).

2.1.3 Desain tas ergonomis

Pada Tabel 3, disajikan studi yang meneliti tentang desain tas ergonomis. Di Iran lebih dari 90% siswa sekolah dasar menggunakan tas ransel yang tidak ergonomis, dimana antropometri anak dan ukuran tas sekolah adalah masalah bagi

kesehatan anak-anak (Mohammadi *et al.*, 2017). Karakteristik antropometri yang dibutuhkan untuk mendesain ransel sekolah siswa sekolah adasar adalah tinggi bahu duduk, ketebalan paha dan lebar bahu (Mououdi, Akbari and Mousavinasab, 2018). Ransel yang dirancang secara ergonomi lebih unggul dibandingkan dengan ransel komersial (Ramadan and Al-Shayea, 2013). Karena mendesain secara ergonomi membuat produk kompatibel dengan tubuh pengguna (Mohammadi S, Shahnavaaz H, Mokhtarinia H R, 2011). Jenis ransel yang tidak ergonomis tidak hanya menyebabkan cedera pada sistem otot rangka tetapi dapat juga menyebabkan distribusi kekuatan yang buruk dan tekanan pada kaki sehingga membuat penggunaanya tidak nyaman (Mansoorian, Ghasemi and Dehghan, 2019).

Tabel 2.3. Studi tentang desain tas ergonomis

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Mohammadi S et al, 2017	212 siswa perempuan di Iran berusia 6 – 11 tahun.	Studi cross-sectional	Sebanyak 80,8% siswa menggunakan ransel dengan berat yang tidak sesuai dengan standar 10% dari berat tubuh mereka. Mayoritas dari mereka 92,5% menggunakan tas ransel di punggung, namun 79,8% tidak melakukan penyesuaian. Yaitu ketidakcocokan antropometri dengan dimensi ransel siswa (Mohammadi <i>et al.</i> , 2017).
Amiri M, Dezfooli M S and Mortezaei S R, 2012	120 siswa sekolah dasar usia 7 – 9 tahun.	Mendesain ulang	Pada awalnya meskipun ransel di desain secara ergonomis namun masih kurang peminatnya, dikarenakan ransel yang dirancang untuk anak usia 7 – 9 tahun maka penampilan dan ketertarikan anak adalah faktor yang berpengaruh (Amiri, Dezfooli and Mortezaei, 2012)

Tabel 2.3. Studi tentang desain tas ergonomis (Sambungan)

Penulis	Sampel	Metode	Hasil dan Kesimpulan
Mououdi M A, Akbari J and Mousavinasab S N, 2018	2.236 siswa usia 6 – 12 tahun	Observasional	Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk semua kelompok umur ketebalan paha dan luas bahu pada anak laki-laki lebih tinggi dibandingkan anak perempuan. Tinggi siswa dan tinggi bahu duduk digunakan untuk menentukan tinggi ransel sedangkan luas bahu digunakan untuk ukuran luas ransel (Mououdi, Akbari and Mousavinasab, 2018)
Ramadan M Z and Al-Shayea A M, 2013	238 dengan empat kategori usia yaitu 6 – 9 tahun, 10 – 13, 14 – 17 tahun, ≥ 18 tahun	Mendesain ulang	Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan ransel modifikasi akan mengurangi denyut jantung bagi siswa yang jalan kaki dengan beban ransel di punggung (Ramadan and Al-Shayea, 2013)
Lipovaya V, Duarte F and Lima F, 2019	50 peserta (27 laki-laki dan 23 perempuan)	Mendesain ulang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan shell dari desain ransel dapat memberikan sirkulasi udara yang lebih baik antara tubuh dan ransel, sehingga secara signifikan menurunkan suhu tubuh kemabli dan meningkatkan kenyamanan termal pengguna (Lipovaya, Duarte and Lima, 2019)
Mohammadi S, 2011	50 siswa untuk di ukur antropometri dan 200 untuk studi estetika	Mendesain ulang	Pengukuran antropometri dilakukan untuk mendesain ransel yaitu lebar bahu, lebar dada dan lebar pinggang. Mengingat pengukuran hampir sama untuk setiap siswa dari kelas yang berbeda, maka ukuran bantalan pinggang diusulkan, selain itu untuk daerah interscapular dua ukuran bantalan diusulkan (Mohammadi S, Shahnava H, Mokhtarinia H R, 2011)
Kristina S and Amanda B, 2018	70 responden	Mendesain ulang	Berdasarkan data antropometri didapatkan dimensi ransel yaitu 35x25x6 cm. Penelitian ini menunjukkan desain ransel ergonomis untuk kelas 6 siswa sekolah dasar (Kristina and Amanda, 2018).
Mansoorian M, Ghasemi M S and Dehghan N 2019	Siswa perempuan usia 18 – 25 tahun di Iran	Merancang	Desain ransel yang baru menimbulkan rasa nyaman terhadap penggunaannya karena dilengkapi sabuk ergonomis (Mansoorian, Ghasemi and Dehghan, 2019).
De Paula A J F, 2012	339 siswa usia 10 – 19 tahun.	Studi cross-sectional	Anak yang obesitas lebih berisiko untuk komplikasi postural jika dibandingkan dengan anak dengan berat badan normal (De Paula <i>et al.</i> , 2012)

2.2 Aspek-aspek Pendekatan Ergonomi Dalam Desain

Desain banyak digunakan dalam kehidupan manusia sebagai aktivitas penunjang. Desain merupakan hasil kreativitas manusia yang memerlukan perencanaan, perancangan maupun pengembangan desain untuk memenuhi kebutuhan manusia (Wardani, 2003). Desain yang baik berarti mempunyai kualitas fungsi yang baik. Untuk mendapatkan desain yang *qualified*, *certified* dan *customer need* maka diperlukan pendekatan ergonomi (Wardani, 2003).

2.2.1 Tujuan ergonomi

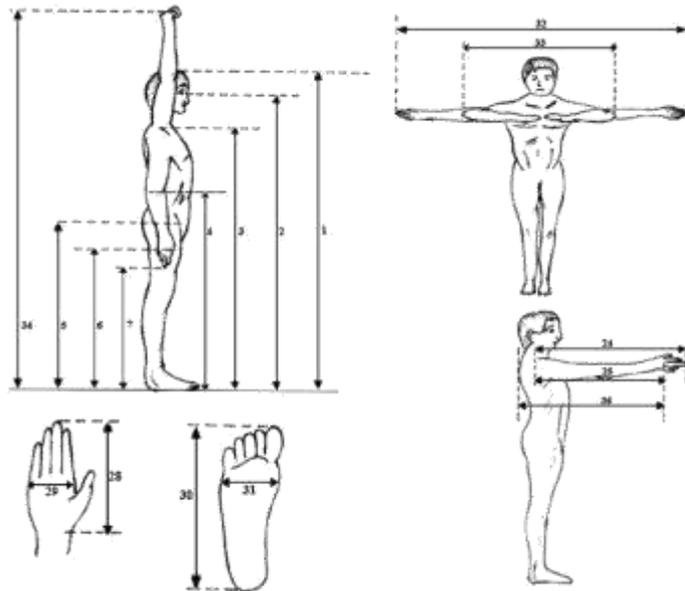
Menurut Andesta (2018) tujuan utama ergonomi adalah :

1. Menambah kecepatan kerja, akurasi, keselamatan kerja dan mengurangi kesalahan untuk memperbaiki performance kerja.
2. Mengurangi biaya dan waktu pelatihan
3. Memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia.
4. Meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh *human error*.
5. Kenyamanan manusia dalam ergonomi.

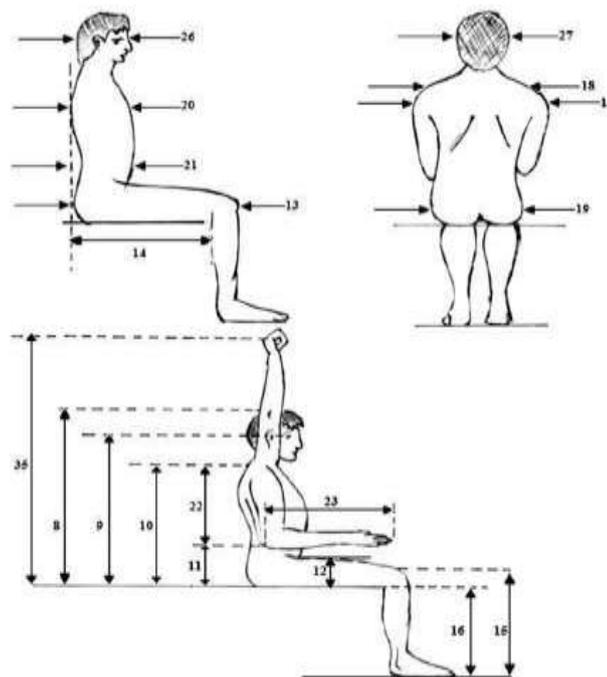
2.2.2 Anthropometri

Anthropometri adalah suatu studi yang berkaitan dengan dimensi tubuh manusia (Andesta, 2018). Data *anthropometri* yang diperoleh biasanya diaplikasikan untuk :

1. Perancangan area kerja
2. Perancangan peralatan kerja
3. Perancangan produk-produk konsumtif
4. Perancangan lingkungan kerja



Gambar 2.1. Kelompok dimensi tubuh yang diukur dalam posisi berdiri (Andesta, 2018)



Gambar 2.2. Kelompok dimensi tubuh yang diukur dalam posisi duduk (Andesta, 2018)

Tabel 2.4. Dimensi Antropometri

No.	Dimensi Tubuh	Defenisi
1.	Tinggi tubuh	Tinggi tubuh jarak vertikal dari lantai ke bagian paling atas kepala.
2.	Tinggi mata	Jarak vertikal dari lantai ke bagian luar sudut mata kanan
3.	Tinggi bahu	Jarak vertikal dari lantai ke bagian atas bahu kanan atau ujung tulang bahu kanan

Tabel 2.4. Dimensi Antropometri (Sambungan)

No.	Dimensi Tubuh	Defenisi
4.	Tinggi siku	Jarak vertikal dari lantai ke titik terbawah di sudut siku bagian kanan
5.	Tinggi pinggul	Jarak vertikal dari lantai ke bagian pinggul kanan
6.	Tinggi tulang	Jarak vertikal dari lantai ke bagian tulang ruas jari tangan
7.	Tinggi ujung jari	Jarak vertikal dari lantai ke ujung jari tengah tangan kanan
8.	Tinggi dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas kepala
9.	Tinggi mata dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian luar sudut mata kanan
10.	Tinggi bahu dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian atas bahu kanan
11.	Tinggi siku dalam posisi duduk	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian bawah lengan bawah tangan kanan
12.	Tebal paha	Jarak vertikal dari alas duduk ke bagian paling atas dari paha kanan
13.	Panjang lutut	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian depan lutut kaki kanan
14.	Panjang popliteal	Jarak horizontal dari bagian belakang pantat (pinggul) ke bagian belakang lutut kanan.
15.	Tinggi lutut	Jarak vertikal dari lantai ke tempurung lutut kanan.
16.	Tinggi popliteal	Jarak vertikal dari lantai ke sudut popliteal yang terletak di bawah paha, tepat di bagian belakang lutut kaki kanan
17.	Lebar sisi bahu	Jarak horizontal antara sisi paling luar bahu kiri dan sisi paling luar bahu kanan
18.	Lebar bahu bagian atas	Jarak horizontal antara bahu atas kanan dan bahu atas kiri
19.	Lebar pinggul	Jarak horizontal antara sisi luar pinggul kiri dan sisi luar pinggul kanan
20.	Tebal dada	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian dada untuk subyek laki-laki atau ke bagian buah dada untuk subyek wanita
21.	Tebal perut	Jarak horizontal dari bagian belakang tubuh ke bagian paling menonjol bagian perut
22.	Panjang lengan	Jarak vertikal dari bagian bawah lengan bawah kanan ke bagian atas bahu kanan.
23.	Panjang lengan bawah	Jarak horizontal dari lengan bawah diukur dari bagian belakang siku kanan ke bagian ujung dari jari tengah.
24.	Panjang rentang tangan ke depan	Jarak dari bagian atas bahu kanan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan siku dan pergelangan tangan kanan lurus.
25.	Panjang bahu genggam	Jarak dari bagian atas bahu kanan ke pusat batang silinder yang digenggam oleh tangan kanan, dengan siku dan pergelangan tangan lurus.
26.	Panjang kepala	Jarak horizontal dari bagian paling depan dahi (bagian tengah antara dua alis) ke bagian tengah kepala.
27.	Lebar kepala	Jarak horizontal dari sisi kepala bagian kiri ke sisi kepala bagian kanan, tepat di atas telinga.
28.	Panjang tangan	Jarak dari lipatan pergelangan tangan ke ujung jari tengah tangan kanan dengan posisi tangan dan seluruh jari lurus dan terbuka
29.	Lebar tangan	Jarak antara kedua sisi luar empat buku jari tangan kanan yang diposisikan lurus dan rapat

Tabel 2.4. Dimensi Antropometri (Sambungan)

No.	Dimensi Tubuh	Defenisi
30.	Panjang kaki	Jarak horizontal dari bagian belakang kaki (tumit) ke bagian paling ujung dari jari kaki kanan
31.	Lebar kaki	Jarak antara kedua sisi paling luar kaki.
32.	Panjang rentangan tangan ke samping	Jarak maksimum ujung jari tengah tangan kanan ke ujung jari tengah tangan kiri
33.	Panjang rentangan siku	Jarak yang diukur dari ujung siku tangan kanan ke ujung siku tangan kiri
34.	Tinggi genggam tangan ke atas dalam posisi berdiri tinggi genggam	Digenggam oleh telapak tangan kanan.
35.	Ke atas dalam posisi duduk panjang	Jarak vertikal dari alas duduk ke pusat batang silinder
36.	Genggam tangan ke depan	(belikat) ke pusat batang silinder yang digenggam oleh telapak tangan kanan

Sumber : Andesta, 2018

2.2.3 Penerapan data *anthropometri* dalam perancangan produk

Athropometri menyajikan data ukuran anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu yang sangat besar manfaatnya pada suatu produk, yang bisa disesuaikan dengan ukuran tubuh manusia yang mengoperasikannya. Prinsip – prinsip pengaplikasian data *anthropometri* menurut Andesta (2018) adalah :

1. Prinsip perancangan produk individu dengan ukuran eksrem. Rancangan produk di buat untuk memenuhi 2 sasaran prodk yaitu :
 - a. Produk yang bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang termasuk dalam klasifikasi ekstrim dalam artian terlalu besar atau kecil bila dibandingkan dengan rata-ratanya.
 - b. Produk tetap bisa digunakan untuk ukuran tubuh mayoritas.

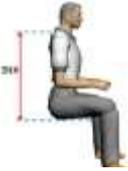
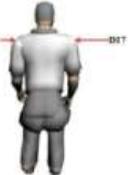
Agar bisa memenuhi sasaran produk maka ukuran diaplikasikan dengan cara :

- a. Untuk dimensi minimal harus ditetapkan dari suatu rancangan produk yang didasarkan pada persentil 90-th, 95-th atau persentil 99-th.
 - b. Untuk dimensi maksimal digunakan persentil yang paling rendah yaitu 1-th, 5-th dan persentil 10-th.
2. Prinsip perancangan produk yang bisa diaplikasikan di antara rentang ukuran tertentu, dimana rancangan bisa diubah sesuai dimensi yang lebih fleksibel untuk operatormya.
 3. Prinsip perancangan peroduk dengan ukuran rata-rata, dimana rancangan produk didasarkan pada ukuran tubuh rata-rata manusia.

2.2.4 Dimensi pengukuran *anthopometri* untuk desain ransel

Dalam pengukuran antropometri untuk desain ransel anak data diambil dari dimensi tubuh siswa Sekolah Dasar. Adapun bagian-bagian dimensi tubuh anak yang diukur adalah :

Tabel 2.5. *Anthropometri* desain ransel

No.	Pengukuran Dimensi Tubuh	Keterangan
1.		Tinggi bahu dalam posisi duduk
2.		Lebar bahu

Tabel 2.5. Anthropometri desain ransel (Sambungan)

No.	Pengukuran Dimensi Tubuh	Keterangan
3.		Tebal paha
4.		Lebar pinggul
5.		Tebal dada
6.		Lebar kepala

Sumber : (Ergonomi, 2014)

2.3 Gangguan Otot Rangka

Gangguan otot rangka merupakan keluhan bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan ringan sampai dengan keluhan berat, yang umumnya terjadi karena peregangan otot yang terlalu berat dan durasi pembebanan yang terlalu lama, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada sendi, ligament dan tendon (Utami, Karimuna and Jufri, 2017). Gangguan pada sistem musculoskeletal hampir tidak pernah langsung, tetapi merupakan suatu akumulasi dari benturan-benturan kecil maupun besar yang terjadi secara terus-menerus dalam waktu yang relatif lama, sehingga akan terbentuk cedera yang cukup besar yang menimbulkan rasa sakit, nyeri atau kesemutan,

pembengkakan dan gerakan yang terhambat pada jaringan tubuh yang terkena cedera (Tambun, 2012).

Menurut Tambun (2012) secara garis besar keluhan otot dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Keluhan sementara (*reversible*), yaitu keluhan otot yang terjadi pada saat otot menerima beban statis, namun demikian keluhan tersebut akan segera hilang apabila pembebanan dihentikan.
2. Keluhan menetap (*persistent*), yaitu keluhan otot yang bersifat menetap, walaupun pembebanan kerja telah dihentikan, namun rasa sakit pada otot masih terus berlanjut.

Ada beberapa faktor risiko sikap kerja terhadap gangguan otot rangka menurut (Astuti, 2007), yaitu :

1. Sikap kerja berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan salah satu sikap kerja yang sering dilakukan dalam melakukan suatu pekerjaan, dimana berat tubuh manusia akan ditopang oleh kaki.

2. Sikap kerja membungkuk

Merupakan salah satu sikap kerja yang tidak nyaman untuk diterapkan dalam pekerjaan, dimana posisi tersebut tidak menjaga kestabilan tubuh.

3. Pengangkatan beban

Pengangkatan beban merupakan salah satu faktor terbesar terjadinya kecelakaan kerja pada bagian punggung dimana pengangkatan beban berpengaruh terhadap tulang belakang.

4. Membawa beban

Terdapat ketentuan berat beban normal yang dibawa manusia, dimana dipengaruhi oleh frekuensi dari pekerjaan yang dilakukan.

5. Kegiatan mendorong beban

Hal terpenting dalam mendorong beban adalah tinggi antara siku dan bahu pada saat mendorong beban.

6. Menarik beban

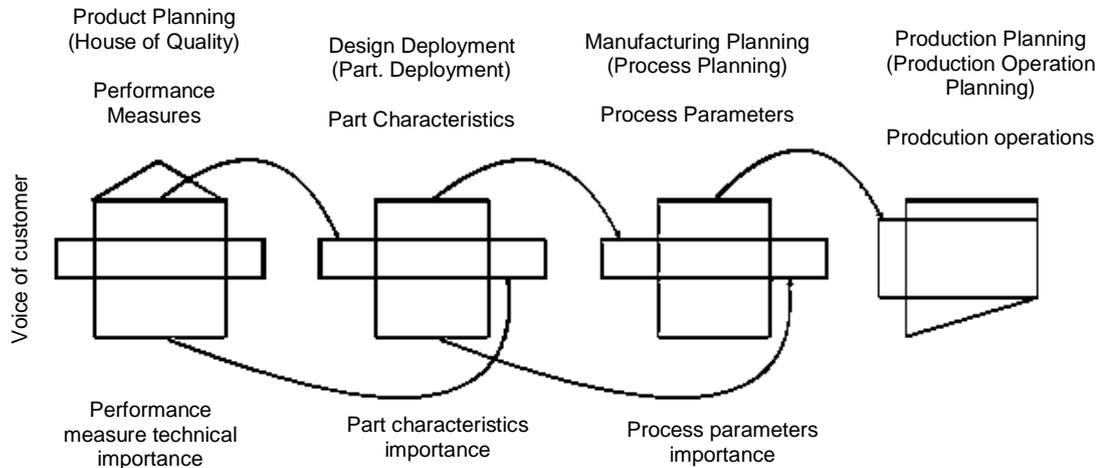
Kegiatan ini biasanya tidak dianjurkan sebagai metode pemindahan beban, karena beban sulit untuk dikendalikan dengan anggota tubuh.

2.4 Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) merupakan suatu metode pengembangan produk yang menyediakan produk sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen (H. P. Tampubolon, A. R. Matondang dan R. Ginting, 2013). Langkah-langkah QFD dengan menggunakan matriks *House of Quality* (HOQ) (Hasibuan C. F dan Sutrisno, 2017) sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi keinginan konsumen dalam atribut-atribut produk.
2. Menentukan tingkat kepentingan relatif dari atribut produk.
3. Mengevaluasi atribut produk pesaing yang sejenis.
4. Menggambarkan matrix perlawanan antara atribut produk dengan karakteristik teknik.
5. Mengidentifikasi hubungan antara atribut produk dengan karakteristik teknik.

6. Mengidentifikasi hubungan antara sesama karakteristik teknik.
7. Menentukan target pencapaian untuk setiap karakteristik teknik.



Gambar 2.3 Empat fase model QFD (Luthfianto and Siswiyanti, 2013)

QFD merupakan metode untuk menentukan bagaimana dan di mana prioritas harus ditetapkan saat proses pengembangan produk diikuti dengan persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu.

2.4.1 Tujuan, Manfaat dan Keunggulan QFD

QFD bertujuan untuk menerjemahkan suara customer menjadi permintaan desain teknis, mengutamakan kebutuhan *customer*, suara customer menjadi parameter desain produk serta menjamin ekspektasi *customer* (Kristianto A, W. 2015).

Keunggulan QFD adalah adanya format standar untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna, selama proses perancangan pembuatan keputusan terekam dalam matriks-matriks sehingga dapat diperiksa ulang.

Adapun manfaat penerapan QFD yaitu :

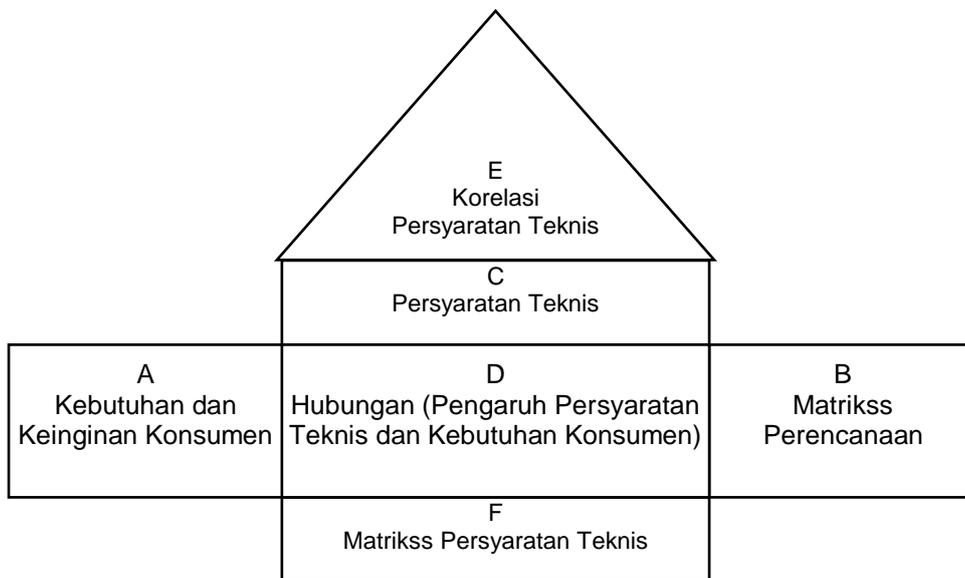
- a. Rancangan produk dan jasa focus pada kebutuhan pengguna
- b. Kegiatan desain berdasarkan kebutuhan pengguna

- c. Dapat menganalisis kinerja produk/jasa terhadap pesaing.
- d. Dapat mengurangi frekuensi perubahan desain.

2.4.2 House of Quality (HOQ)

Tahap pertama QFD umumnya dikenal sebagai HOQ, yang merupakan kepentingan mendasar dan strategis dalam sistem QFD. Pada fase ini kebutuhan pengguna telah diidentifikasi dan selanjutnya memprioritaskan penggabungan untuk produksi perusahaan, diubah menjadi langkah-langkah yang tepat untuk memenuhi kebutuhan.

HOQ adalah metode yang mendukung identifikasi produk menjadi suatu rancangan. HOQ memperlihatkan struktur untuk mendesain dan membentuk suatu siklus dan bentuknya menyerupai sebuah rumah (Azhari, Caecilia and Irianti, 2015).



Gambar 2.4 House of Quality (Azhari, Caecilia and Irianti, 2015)