Jurnal SENOPATI

Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering
Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/senopati

Perancangan Erkidz Chairs dengan Metode Pahl-Beitz dan Pendekatan EFD (*Ergonomic Function Deployment*) untuk Sasaran Pengguna Siswa Sekolah Dasar

Ardana Putri Farahdiansari[1]
[1]*Program Studi Teknik Industri, Universitas Bojonegoro, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Bojonegoro, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
68 – 81

Tanggal penyerahan:
28 Agustus 2024

Tanggal diterima:
14 Januari 2025

Tanggal terbit (Available Online) :
15 Januari 2025

EMAIL

[1]putri.faradian@gmail.com

ABSTRACT

Study chairs are school equipment in learning activities that affect the child's posture. A person's posture needs to be maintained to remain ergonomic, including with good chair support. The aim of this research is to improve and reduce health risks by designing a study chair called Erkidz that is ergonomic and child-friendly. The design method combines the Pahl & Beitz method and Ergonomic Function Deployment (EFD) to achieve a chair design that meets the objectives. This plan is aimed at children aged 9-11 years, so anthropometric measurements were conducted on third and fourth-grade students at SDN 1 Kalirejo. The results of the Erkidz chair prototype will be tested on children again to analyze the success of the design. From the research, it was found that under current conditions, the types of chairs used have inconsistent sizes across different classes, resulting in frequent mismatches between the chair sizes and the users. (siswa). Some students are sitting with their legs dangling and cannot lean comfortably. The testing of Erkidz as an alternative seating option yielded quite positive results, as 85% of users felt comfortable with the alternative chair. The benefit of Erkidz use is adjustable to fit the user's body size, and it features padding on the neck and seat to reduce student fatigue while studying in a seated position. In the research, education on the correct sitting posture was also conducted, with the hope of raising awareness among parents and teachers to provide appropriate designs for children's chairs.

Keywords: *ergonomics, kids chair, Antrophometry, Pahl Beitz, EFD*

ABSTRAK

Kursi belajar merupakan perlengkapan sekolah dalam kegiatan belajar yang memiliki dampak bagi pembentukan postur tubuh anak. Sejak usia dini, semestinya postur tubuh seseorang perlu dijaga supaya tetap ergonomis, termasuk dengan daya dukung kursi yang baik. Sebaliknya, desain kursi yang kurang ergonomis cenderung berpotensi menyebabkan gangguan pada musculoskeletal. Tujuan dari penelitian dan perancangan kursi Erkidz ini adalah untuk mengurangi resiko kesehatan dengan merancang suatu kursi belajar bernama Erkidz yang ergonomis dan ramah anak. Metode perancangan menggabungkan metode Pahl & Beitz dan *Ergonomic Function Deployment* (EFD) sehingga didapatkan desain kursi yang sesuai tujuan. Rancangan ini ditujukan untuk anak usia 9-11 tahun sehingga dilakukan pengukuran Antropometri anak kelas 3-4 SDN 1 Kalirejo. Hasil dari prototype kursi Erkidz akan diuji ke anak-anak kembali untuk menganalisa keberhasilan rancangan. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil bahwa pada kondisi saat ini jenis kursi yang digunakan memiliki ukuran tidak seragam setiap kelasnya, sehingga seringkali ukuran kursi tidak sesuai dengan pengguna (siswa). Beberapa siswa duduk dengan kaki menggantung dan tidak dapat bersandar dengan nyaman. Pengujian Erkidz sebagai alternatif kursi duduk mendapatkan hasil yang cukup baik karena 85% pengguna merasa nyaman dengan kursi alternatif. Kelebihan yang dimiliki Erkidz adalah dapat diubah ukurannya (*adjustable*) menyesuaikan ukuran postur pengguna, serta menggunakan bantalan pada sandaran leher dan pantat sehingga mengurangi kelelahan siswa selama belajar dengan posisi duduk. Pada penelitian dilakukan pula edukasi posisi duduk yang benar sehingga diharapkan mampu meningkatkan

kesadaran orang tua maupun guru untuk memberikan rancangan yang tepat untuk kursi anak-anak. ***Kata kunci:*** *ergonomi, kursi anak, Antropometri, Pahl Beitz, EFD*

PENDAHULUAN

Kursi sekolah di kelas yang berfunsgi sebagai perlengkapan dan fasilitas dalam kegiatan belajar mengajar memiliki fungsi tinggi untuk siswa sekolah. Faktor ergonomi kursi sangatlah penting dalam menunjang kegiatan belajar, karena kursi digunakan dalam waktu yang cukup panjang selama siswa belajar di sekolah. Adanya kursi yang kurang tepat akan menimbulkan hilangnya enersi sia-sia pada kursi yang kurang ergonomis bagi penggunanya [1]. Ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari manusia dan lingkungannya. Dalam hal ini cabang disiplin Ergonomi termasuk di antaranya adalah antropometri, biomekanika, desain industri, fisiologi dan psikologi [2]. Penerapan ergonomi secara umum adalah kegiatan membuat rancanan bentuk serta perancang ulang suatu benda untuk perbaikan. Bidang ilmu ergonomi juga mencakup rancangan dan penggunaan pada berbagai peralatan seperti: pegangan alat kerja, perkakas kerja, meja, kursi, jalan, pengendali, alat kontrol dan lain – lain [3].

Dalam salah satu cabang bidang ergonomi terdapat pengukuran antropometri yang merupakan pengukuran dimensi tubuh manusia [4]. Hal ini didasari dengan adanya perbedaan dimensi tubuh manusia dari segi: ukuran, berat dan lain – lain [5]. Dengan adanya pengukuran antropometri, maka turut memberikan pertimbangan ergonomis dalam proses pembuatan rancangan suatu peralatan, produk atau sistem kerja yang digunakan oleh interaksi manusia. Terrmasuk dalam hal ini perancangan *furniture* yaitu kursi sekolah untuk siswa SD [6]. Penyesuaian ukuran dan bentuk kursi sekolah dengan proses pengukuran antropometri pada siswa sekolah yang menggunakan kursi tersebut merupakan hal yang harus diperhatikan dalam kegiatan belajar di sekolah [7]. Dengan perancangan dan penggunaan kursi yang memiliki bentuk dan ukuran sesuai postur tubuh anak-anak akan memberikan manfaat, apalagi di usia sejak dini harus dilakukan pembiasaan duduk yang baik.

Sikap duduk siswa sekolah yang tidak sesuai dan tidak tepat, misalkan terlalu bungkuk ke depan, akan membuat perkembangan tulang belakang pada siswa dapat menjadi terganggu [8]. Terjadinya ketidaksesuaian antara kursi dengan penggunanya seperti contoh ukuran-ukuran pada kursi yaitu tinggi kursi, lebar dan panjang alas duduk [9], akan dapat menimbulkan bahaya bagi postur tubuh siswa sekolah. Selayaknya kursi untuk siswa sekolah harus dipikirkan rancangannya supaya sesuai dengan ukuran tubuh anak-anak seusianya. Adanya kursi sekolah yang yang nyaman dan ergonomis saat digunakan selama kegiatan belajar akan akan membuat anak merasa nyaman dan sehat. Keluhan yang mungkin muncul pada muskuloskeletal, seperti misalnya jaringan otot mengalami perenggangan melebihi batas, atau timbulnya rasa sakit pada bagian-bagian tertentu tubuh anak akan dapat dihindari [10]. Hal tersebut mendasari penelitian untuk perancangan Erkidz yang merupakan akronim dari *Ergonomics & Kids Friendly Chair* berupa kursi yang nyaman dan aman untuk dapat digunakan anak-anak selama proses belajar yang menghabiskan waktu duduk cukup tinggi setiap harinya.

METODE

Metode Pahl dan Beitz

Metode Pahl dan Beitz adalah sebuah pendekatan sistematis yang digunakan dalam rekayasa desain untuk mengembangkan produk atau sistem [11]. Ini terdiri dari empat langkah utama, yang merupakan prinsip dasar dalam proses pengembangan produk. Berikut adalah penjelasan singkat tentang setiap langkahnya:

1. *Systematic Analysis* (Analisis Sistematis): Langkah pertama dalam metode Pahl dan Beitz adalah melakukan analisis sistematis terhadap masalah yang dihadapi [12]. Ini melibatkan identifikasi kebutuhan, tujuan, dan batasan yang berkaitan dengan produk atau sistem yang akan dikembangkan. Analisis ini membantu dalam memahami konteks dan persyaratan yang terlibat dalam proyek.
2. *Creative Synthesis* (Sintesis Kreatif): Setelah melakukan analisis sistematis, langkah berikutnya adalah menggunakan kreativitas untuk menghasilkan berbagai solusi yang memenuhi

kebutuhan dan tujuan yang telah diidentifikasi. Tim biasanya menggunakan teknik pemikiran lateral dan berbagai metode kreatif untuk menghasilkan sebanyak mungkin gagasan atau konsep desain yang berbeda.

3. *Systematic Evaluation* (Evaluasi Sistematis): Setelah memiliki sejumlah konsep desain yang dihasilkan, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi setiap konsep secara sistematis. Ini melibatkan penggunaan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya untuk menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing konsep. Evaluasi ini membantu dalam memilih konsep terbaik yang akan dikembangkan lebih lanjut.
4. *Realization of Solution* (Realisasi Solusi): Langkah terakhir dalam metode Pahl dan Beitz adalah merealisasikan atau mengimplementasikan solusi yang telah dipilih. Ini melibatkan pengembangan detail desain, prototyping, pengujian, dan iterasi untuk memastikan bahwa solusi dapat diimplementasikan dengan baik dan memenuhi semua persyaratan yang telah ditetapkan.

QFD (*Quality Function Deployment*) merupakan metode dalam proses pembuatan produk yang memiliki tahapan perencanaan dan pengembangan produk secara detail, termasuk melalui tahapan mencari dan menganalisis apa saja yang diperlukan dan diinginkan oleh konsumen. Adanya tahapan pada QFD menjadikan produk dapat dirancang secara terstruktur [13]. Metode QFD selanjutnya dikembangkan dengan melibatkan faktor ergonomis manusia menjadi *Ergonomic Function Deployment* (EFD). Aspek ergonomis ditambahkan dari harapan dan keinginan konsumen saat ada perbaikan rancangan produk [14]. EFD menjembatani keinginan konsumen tentang produk yang dirancand termasuk dari segi ergonomis produk [15]. Atribut yang masuk dalam penilaian harapan konsumen haruslah memiliki aspek efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien (ENASE) [16].

Tahapan dalam membuat *House Of Ergonomi* metode EFD sebagai berikut :

1. Menyiapkan ientifikasi atribut kebutuhan atau hal-hal yang diperlukan oleh konsumen. Identifikasi kebutuhan konsumen didapatkan dari hasil wawancara calon konsumen yang akan menyuarakan *voice of customer*, dimana di dalamnya akan terdapat pendapat, saran serta rincian kebutuhan konsumen pada produk. Hasil dari kebutuhan konsumen akan produk selanjutnya akan menjadi bahan dalam penyusunan kuisioner EFD.
2. Pembuatan matriks perencanaan (*Planning Matrik*) yang melibatkan beberapa tahapan perhitungan. Perhitungan dilakukan secara bertahap meliputi berbagai aspek seperti ekspektasi konsumen, kepuasan konsumen, target, perbaikan dan pembobotan kebutuhan konsumen terhadap produk.
   1) Pengukuran *Importance to Customer*, yang menunjukkan tingkat ekspektasi konsumen. Perhitungan ini bertujuan mengetahui tingkat harapan pemenuhan kebutuhan konsumen terhadapat tingkat ekspektasi produk.

      $$\textit{Weighted Average Performance} = \frac{\sum[(Number\ of\ Responden\ at\ Performance\ Value\ i)i]}{Total\ Number\ of\ Responden} \quad ..(1)$$

   2) Pengukuran *Current Statisfaction Performance*), yang menunjukkan tingkat kepuasan konsumen. Perhitungan ini bertujuan mengetahui tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang ada.

      $CSP = \sum Ni/\ N$ .....(2)

   3) Pengukuran *Goal* yang menunjukkan tingkat target. Perhitungan ini brtujuan mendapatkan sasaran yang ingin dicapai dalam perencanaan produk.
   4) Pengukuran *Improvement Ratio,* yang menunjukkan rasio perbaikan produk. Perhitungan ini bertujuan membandingkan nilai target yang akan dicapai dari penggunaan produk dibandingkan dengan tingkat kepuasan konsumen pada produk tersebut.

      I R = *Goal / Current Satisfiction Performance* .....(3)

   5) Pengukuran *Sales Point*, yang menunjukkan nilai jual produk. Perhitungan ini bertujuan mendapatkan nilai daya jual produk terhadap konsumen. Nilai ini terdapat beberapa skala yaitu : nilai 1 (tidak memiliki titik jual); 1.2 (memiliki titik jual menengah) dan 1.5 (memiliki titk jual kuat).
   6) Pengukuran *Raw Weight,* yang menunjukkan bobot harapan produk. Perhitungan ini bertujuan mendapatkan nilai menyeluruh mengenai tingkat harapan konsumen. Apabila nilainya makin besar menunjukkan semakin penting kebutuhan produk untuk dipenuhi.

      RW=ITC x IR x *Sales Point* .....(4)

7) Pengukuran *Normalized Raw Weight* yang menunjukkan bobot ternormalisasi. Perhitungan ini bertujuan mendapatkan nilai berupa skala yang dibuat dalam skala 0-1 atau bentuk presentase.

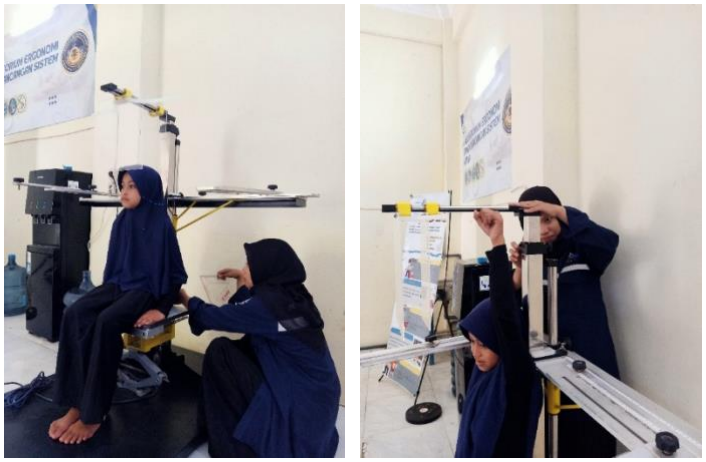
NRW = *Raw Weight / Raw Weight Total* .....(5)

3. Penyusunan target spesifikasi sehingga dapat sesuai dengan kebutuhan dan keinginan para calon pengguna produk (konsumen).
4. Penentuan hubungan kebutuhan para calon pengguna produk (konsumen) dengan target spesifikasi. Hubungan ini berbentuk suatu *Matriks Relationship* merupakan hubungan keterkaitan antara *technical responses* dengan *customer needs*;
5. Penentuan prioritas pengembangan produk yang diutamakan melalui *Technical Matrix*. Matrik ini berisi beberapa informasi tentang tingkat kepentingan produk bagi para calon pengguna produk (konsumen) termasuk *contributions, rangking* dan *targetting* [17].
6. Penyusunan matriks akhir yang berbentuk *House Of Ergonomi* (HOE)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data dan Observasi

Untuk mendapatkan data pada penelitian, dilakukan pengamatan pada sejumlah 15 responden yaitu siswa kelas 2 dan 3 SD yang berusia antara 7 sampai 9 tahun. Pengumpulan data yang dilakukan adalah melalui pengamatan (observasi) serta pengukuran langsung pada responden yang sesuai kriteris umur tersebut. Bidang pengukuran meliputi ukuran tubuh yang berkaitan dengan perancanan kursi sekolah antara lain yaitu : lebar pinggul, lebar bahu, tinggi popliteal, pantat popliteal, tinggi siku duduk, tinggi bahu duduk, jangkauan tangan duduk, tebal paha, panjang ke jari, tinggi mata kaki. Responden siswa diambil datanya melalui pengukuran dimensi tubuh dengan menggunakan Kursi Antropometri seperti yang tampak di Gambar 1. Pengukuran dilakukan pada siswa pada kondisi duduk seperti saat melakukan proses belajar di sekolah.



Gambar 1 Pengambilan Data Antropometri Siswa

Beberapa atribut yang ingin diketahui tingkat kepentingan dan kebutuhannya, maka diperoleh atribut primer dan sekunder dari kebutuhan konsumen. Atribut tersebut ditampilkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 *Voice of Customer*

Atribut Primer	Atribut Sekunder
Fungsi	Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)
Ergonomi	Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan
Estetika	Desain baik dan warna menarik
Material	Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)
Garansi	Lapisan permukaan (vernish) tahan lama

Pada penelitian tersebut juga diambil data-data dimensi fisik kursi belajar di sekolah yang saat ini digunakan. Pengambilan data kursi lama bertujuan untuk mengetahui apa saja kekurangan kursi sekolah sehingga dapat dilakukan analisis perbaikannya. Kursi belajar yang saat ini digunakan ditunjukkan pada Gambar 2 dengan ukuran seperti tertera pada Tabel 2 berikut ini:



Gambar 2 Bentuk Kursi Aktual

Tabel 2 Ukuran Kursi Aktual

Data Kursi	Ukuran (cm)
Tinggi Alas Kursi	38
Panjang Alas Kursi	37
Lebar Alas Kursi	37
Tinggi Sandaran Kursi	42
Lebar Sandaran Kursi	38

Uji Keseragaman Data

Uji ini merupakan uji yang bertujuan untuk memeriksa apakah data sudah seragam atau tidak. Selain itu uji keseragaman dapat mengidentifikasi data yang berukuran di luar batas atautelalu "ekstrim". Berikut adalah hasil uji keseragaman data ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Keseragaman Data

No	Jenis Data	Batas Kendali Atas	Data Max	Batas Kendali Bawah	Data Min	Keterangan
1	tinggi popliteal	37,44	37,0	34,2	35,0	seragam
2	pantat popliteal	37,09	36,7	35,0	35,2	seragam
3	lebar pinggul	29,44	28,2	18,9	22,4	seragam
4	lebar bahu	33,94	34,0	27,8	30,0	seragam
5	tinggi bahu duduk	41,75	40,7	38,1	38,5	seragam
6	tinggi siku duduk	18,76	18,0	12,8	14,8	seragam
7	panjang ke jari	17,13	17,0	14,2	15,0	seragam
8	tinggi mata kaki	8,67	8,0	4,0	5,0	seragam
9	jangkauan tangan duduk	38,15	37,0	32,9	33,0	seragam
10	tebal paha	9,45	9,5	6,1	7,0	seragam

Uji Kecukupan Data

Uji ini merupakan uji yang dilakukan untuk menentukan apakah jumlah pengamatan data sudah menujukkan jumlah cukup (N') atau tidak. Uji ini menggunakan tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95% atau k = 2 derajat ketelitian (*degree of accuracy*) 5% atau s = 0,05. Selanjutnya hasil uji kecukupan data ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Jenis Data	N	N'	Keterangan
1	tinggi popliteal	7	0,69	memenuhi
2	pantat popliteal	7	0,34	memenuhi
3	lebar pinggul	7	6,30	memenuhi
4	lebar bahu	7	3,43	memenuhi
5	tinggi bahu duduk	7	0,74	memenuhi
6	tinggi siku duduk	7	6,32	memenuhi
7	panjang ke jari	7	2,98	memenuhi
8	tinggi mata kaki	7	5,39	memenuhi
9	jangkauan tangan duduk	7	1,87	memenuhi
10	tebal paha	7	5,60	memenuhi

Perhitungan Persentil Data

Nilai persentil yang digunakan pada penelitian yaitu P95 P50 dan P5 karena merupakan persentil yang digunakan untuk mengetahui populasi pengguna pada suatu rancangan. Nilai persentil pada setiap data pengukuran antropometri akan menjadi patokan pada perancangan sementara. Selanjutnya ditambahkan faktor *allowance* (penyesuaian) pada ukuran yang didesain sehingga dapat diperoleh hasil desain kursi perbaikan yang lebih sesuai dengan antropometri siswa sekolah. Hasil dari perhitungan persentil ditampilkan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5 Hasil Perhitungan Persentil

No	Jenis Data	P5	P90	P95
1	tinggi popliteal	34,48	36,88	37,18
2	pantat popliteal	35,21	36,73	36,92
3	lebar pinggul	19,75	27,61	28,59
4	lebar bahu	28,27	32,87	33,45
5	tinggi bahu duduk	38,35	41,11	41,45
6	tinggi siku duduk	13,26	17,72	18,28
7	panjang ke jari	14,45	16,63	16,90
8	tinggi mata kaki	4,42	7,87	8,30
9	jangkauan tangan duduk	33,33	37,24	37,73
10	tebal paha	6,39	8,87	9,18

Fase Perancangan EFD (*Ergonomic Function Deployment*)

1) **Identifikasi Kebutuhan Konsumen**

   Penentuan keinginan dan kebutuhan calon pengguna (konsumen) didapatkan melalui hasil pengumpulan data melalui jawaban calon pengguna dalam kuisioner EFD. Suvey melalui kuisioner EFD bermanfaat untuk mengetahui apa saja yang perlu diperhatikan dalam mendesain kursi Erkidz yang akan dibuat. Termasuk yang menjadi perhatian dari konsumen adalah menganalisis kelemahan serta kelebihan produk kursi yang sudah ada, juga harapan kelebihan dari rancangan kursi Erkids.

2) **Menentukan Tingkat Kepuasan Konsumen.**

   Untuk menentukan kepuasan calon pengguna (konsumen) maka diperlukan tanggapan konsumen. Tanggapan ini nantinya didapat dari respon mengenai pendapat apakah kursi Erkidz dapat memenuhi kebutuhan calon pengguna (konsumen). Para calon pengguna akan megisi jawanan dengan memilih lima kriteria jawaban disertau diberi bobot yang menggunakan skala likert (1-5). Hasil dari rekap kepuasan konsumen ditampilkan pada Tabel 6. Dengan nilai yang didapat dapat dihitung nilai CSP yang merupakan nilai kepuasan nasabah terhadap penggunaan produk.

Tabel 6 Rekap Data Tingkat Kepuasan Konsumen

No	*Customer Need*	Skor					Tingkat Kepuasan (CSP)
		SP (5)	P (4)	CP (3)	TP (2)	STP (1)	
1	Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	5					5/19=0,26
2	Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	5					5/19=0,26
3	Desain baik dan warna menarik			3			3/19=0,16
4	Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)			3			3/19=0,16
5	Lapisan permukaan (vernish) tahan lama			3			3/19=0,16

3) Uji Validitas dan Uji Reliabilitas Data

Uji validasi menggunakan *Pearson Correlation Coefficient* karena ingin mengetahui signifikansi dua arah (*two tailed*) [18]. Untuk menggunakan uji ini, maka data dihitung dan bila hasil uji menunjukkan nilai koefisien korelasi melebihi 0,3 maka butir pernyataan dianggap sudah valid. Hasil uji pada Tabel 7 menunjukkan bahwa semua data sudah valid.

Tabel 7 Hasil Uji Validitas Data

Atribut	R hitung	R tabel	Keterangan
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	0,	0,532	Valid
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	0,713	0,532	Valid
Desain baik dan memiliki warna menarik	0,713	0,532	Valid
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	0,482	0,532	Valid
Lapisan permukaan dilapisi vernish supaya awet	0,482	0,532	Valid

Uji reliabilitas dilakukan terhadap 5 jenis pertanyaan. Apabila nilai Alpha > 0,60 maka data sudah dinyatakan *reliable*. Pada hasil uji reliabilitas yang dilakukan pada Tabel 8, maka didapatkan bahwa pertanyaan yang diberikan sudah *reliable*.

Tabel 8 Hasil Uji Reliabilitas

Atribut	Cornbach's Alpha	Keterangan
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	0,825	Reliable
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	0,825	Reliable
Desain baik dan warna menarik	0,808	Reliable
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	0,808	Reliable
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	0,735	Reliable

4) ***Goal* (Target)**

Nilai target ditentukan oleh produsen (peneliti) yang menunjukkan tingkat nilai target yang akan dicapai untuk tiap kebutuhan konsumen [19]. Penilaian *Goal* (Target) dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut :

Tabel 9 *Goal (Target)*

Atribut	Goal
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	5
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	5
Desain baik dan warna menarik	4
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	3
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	3

5) Rasio Perbaikan (*Improvement Ratio*)

Rasio ini nantinya akan menunjukkan setinggi apa tingkat usaha yang perlu dilakukan oleh perusahaan dalam mencapai tujuan yang dirancang [20]. Nilai yang semakin besar artinya menandakan makin besar tingkat perbaikan yang perlu dikerjakan. Hasil perhitungan ini ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10 *Improvement Ratio*

Atribut	IR
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	5/3=1,76
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	5/3=1,76
Desain baik dan warna menarik	4/3=1,33
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	3/3=1
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	3/2=1,5

6) Sales Point

Sales Point (SP) menunjukan sejauh mana pelayanan yang diberikan berdasarkan kebutuhan nasabah yang telah dipenuhi oleh produk. Rentang skala penilaian pada *Sales Point* mengacu sebagai berikut [16]. Hasil dari perhitungan *Sales Point* ditampilkan pada Tabel 11

1 : Daya tarik rendah pada layanan
1,2 : Daya tarik sedang pada layanan
1,5 : Daya tarik kuat pada layanan

Tabel 11 *Sales Point*

Atribut	Tingkat Kepuasan (CSP)	IR	Sales Point
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	3	1,76	1,7
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	3	1,76	1,7
Desain baik dan warna menarik	3	1,33	2,25
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	3	1	3
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	2	1,5	1,33

7) Raw Weight

Nilai ini adalah hasil perhitungan tingkat kepentingan secara menyeluruh pada produk yang didapatkan dari pendapat kebutuhan calon pengguna. Hasil ini ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12 *Raw Weight*

Atribut	ItC (CSP)	IR	SP	RW
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	0,26	1,76	1,7	0,77
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	0,26	1,76	1,7	0,77
Desain baik dan warna menarik	0,16	1,33	2,25	0,54
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	0,16	1	3	0,48
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	0,16	1,5	1,33	0,32

8) *Normalized Raw Weight*:
Nilai ini dibuat dalam bentuk persentase, dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13 *Normalized Raw Weight*

Atribut	RW (Bobot)	NRW
Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	0,77	0,267
Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	0,77	0,267
Desain baik dan warna menarik	0,54	0,18
Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	0,48	0,166
Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	0,32	0,11

9) *Technical Response*
Matrik ini adalah hasil terjemah kriteria kebutuhan calon pengguna (konsumen) yang diwujudakan dalam bentuk gambaran produk yang perlu dikembangkan dan diperbaiki. Persyaratan teknis yang diharapkan produk tertera pada Tabel 14. Dengan adanya hasil tersebut menjadikan adanya identifikasi atribut produk pada Tabel 15.

Tabel 14 Karakteristik Teknis

Kebutuhan Konsumen	Kebutuhan Teknis	Persyaratan Teknis
Saya ingin produk berfungsi baik	Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	- Ukuran sesuai bentuk tubuh - Bahan nyaman
Saya ingin produk nyaman dipakai	Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	- Ukuran dapat menyesuaikan pengguna (adjustable) - Ukuran sesuai persentil Antropometri
Saya suka desain produk menarik	Desain baik dan warna menarik	- Material yang aman dan ramah untuk anak
Saya suka produk menggunakan bahan yang baik	Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	- Ukuran dapat menyesuaikan pengguna (adjustable) - Ukuran sesuai bentuk tubuh
Saya ingin produk tahan lama	Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	Material berkualitas

Tabel 15 Identifikasi Atribut Produk

No	Aspek Ergonomis	Atribut Kebutuhan Produk	Rincian Atribut Produk
1	Efektif (kondisi mampu mencapai target atau tujuan rendana dalam waktu cepat)	Kursi digunakan untuk belajar dalam durasi waktu cukup panjang (pagi sampai siang) untuk anak (siswa sekolah)	- Ukuran sesuai bentuk tubuh - Bahan nyaman
2	Nyaman (kondisi terhindar dari kegelisahan dan ketidaknyamanan)	Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan Desain baik dan warna menarik	- Ukuran *adjustable* - Ukuran sesuai persentil Antropometri
3	Aman (kondisi bebas bahaya)	Menggunakan bahan yang ramah untuk anak (siswa sekolah)	- Material yang aman dan ramah anak
4	Sehat (kondisi jauh atau menghindari gangguan kesehatan)	Bentuk mengikuti bentuk badan siswa sekolah dan nyaman digunakan	- Ukuran *adjustable* - Ukuran sesuai bentuk tubuh
5	Efisien (kondisi target dapat tercapai dengan usaha sedikit mungkin)	Lapisan permukaan (vernish) tahan lama	- Material berkualitas

Fase Perancangan Pahl Beitz

a. Fase Perancangan Konsep Produk

Untuk mendeskripsikan rancangan pembuatan kursi *Erkidz* tersebut, maka sebelumnya dilakukan analisis dan studi kasus berupa kursi belajar yang saat ini digunakan siswa sekolah.



Gambar 3 Posisi Anak Duduk di Kursi Aktual

Dalam ukuran dan bentuk kursi yang ditunjukkan pada Gambar 3, pengguna belum merasa nyaman saat memakai kursi dalam waktu panjang.

b. Fase Desain dan Deskripsi Tugas

Pada fase ini adalah tahap perancangan konsep produk, menemukan seerta pengabungan prinsip-prinsip solusi, juga apabila diperlukan evaluasi gambaran umum desain konseptual [21]. Beberapa desain dapat dievaluasi lebih lanjut sampai pada akhirnya dipilih desain produk terbaik.

c. Fase Perancangan Bentuk Produk

Pada langkah untuk merancang bentuk ini merupakan konsep produk berupa sketsa atau diagram skematis, selanjutnya dapat diketahui dan dijabarkan komponen produk sesuai rencana produksi. Alternatif produk berdasarkan fase perancangan ditampilkan di Gambar 4.



Gambar 4 Alternatif Produk

d. Fase Perancangan Bentuk Produk

Saat mendesain bentuk kursi secara teknis dapat digunakan diperlukan software AutoCAD. Selanjutnya dibuat list peralatan kerja serta material yang diperlukan dalam produksi. Dalam proses perancangan kursi Erkids, berikut ini adalah peralatan kerja dan material yang diperlukan:

Material : Triplek 1,5 cm; Paku; Baut Kayu; Besi Pipa; Besi Batang; Palu; Cat Besi; Cat Kayu; Dempul Kayu

Peralatan kerja : Mesin Gerinda Tangan; Gergaji Mesin; Mesin Bor; Mesin Las; Obeng (+) dan Obeng (-)

Adapun hasil spesifikasi produk yang telah diselesaikan tercantum pada Tabel 16 di bawah ini:

Tabel 16 Spesifikasi Produk

Spesifikasi	Uraian
Nama Produk	Erkidz Chair
Material/ Bahan	Multiplek dan Besi Persegi
Bahan Rangka	Besi Persegi
Bahan Katu	Multiplek
Tipe Finishing	Cat dan Vernish
Warna	Hitam

Hasil Produk Inovasi

Berdasarkan pengolahan data perancangan produk menggunakan EFD dan Pahl Beitz, maka hasil produk inovasi Erkidz yang dipilih untuk diproduksi pada Gambar 5.



Gambar 5 Desain Produk Akhir

Ukuran yang digunakan adalah sesuai dengan pemilihan ukuran kursi berdasarkan data persentil

1. Panjang alas kursi menggunakan dimensi pantat popliteal ukuran 28 cm (persentil 5 %). Tujuan penggunaan persetil 5 dengan alasan konsumen (siswa sekolah) saat posisi bersandar maka sandaran tidak terlalu jauh sehingga siswa sekolah dengan dimensi tubuh yang pendek dapat bersandar dengan nyaman.

2. Tinggi alas duduk kursi menggunakan dimensi tinggi popliteal ukuran 29 cm (persentil 95%). Tujuan penggunaan persentil 5 agar semua konsumen (siswa sekolah) dapat menggunakan kursi tanpa kaki tergantung.
3. Tinggi sandaran kursi menggunakan dimensi tinggi punggung atas 31 cm (persentil 95%). Tujuan penggunaan persentil 95 agar konsumen (siswa sekolah) dapat menggunakan sandaran kursi dengan nyaman tidak terlalu tinggi
4. Panjang sandaran kursi menggunakan ukuran sama dengan ukuran lebar kursi sebelumnya 29 cm.
5. Lebar sandaran kursi menggunakan ukuran tinggi punggung atas (persentil 95%) serta tinggi bahu duduk (persentil 5%) dengan ukuran 22cm. Tujuan penggunaan persentil 95 agar konsumen (siswa sekolah) yang memiliki dimensi tubuh yang panjang agar bahunya dapat ditopang dengan baik, dan penggunaan persentil 5 pada tinggi bahu agar sandaran yang digunakan dapat digunakan bersandar dengan menopang dari bahu higga punggung atas.
6. Lebar kursi mengunakan dimensi lebar pinggul ukuran 25 cm (persentil 95%). Tujuan penggunaan persetil 95 dengan alasan agar tidak ada konsumen (siswa sekolah) yang mendapatkan alas duduk yang terlalu kecil sehingga nyaman digunakan.
7. Memiliki kelebihan dapat diubah tingginya menggunakan engsel
8. Selain itu memiliki kelebihan lain menggunakan bantalan dari foam yang berfungsi untuk memberi penyangga pada pantat dan leher.

Umpan Balik Produk Inovasi

Dalam umpan balik untuk mnguji kualitas dan kenyamanan produk*Erkidz*, maka kuesioner dibagikan kepada 20 siswa di untuk mengetahui apakah produk yang dirancang sudah sesuai tujuan perancangan dan ergonomis. Pertanyaan yang diberikan meliputi :

Pertanyaan 1 : Apakah di bagian pantan sudah merasa nyaman saat duduk?
Pertanyaan 2 : Apakah di bagian punggung terasa nyaman saat duduk?
Pertanyaan 3 : Apakah terasa nyaman saat duduk dalam waktu lama?
Pertanyaan 4 : Apakah desain kursi sudah menarik?
Pertanyaan 5 : Apakah kursi inovasi memiliki fungsi lebih dibanding sebelumnya?

Hasil dari umpan balik tersebut tercantum dalam Tabel 17 sebagai berikut.

Tabel 17 Hasil Umpan Balik Rancangan Produk Erkidz

No	Uraian	STS	TS	S	SS	Jumlah
1	Pertanyaan 1		1	17	2	20
2	Pertanyaan 2		1	18	1	20
3	Pertanyaan 3			20		20
4	Pertanyaan 4		1	19		20
5	Pertanyaan 5			20		20

KESIMPULAN

Perancangan kursi Erkidz untuk anak-anak yang berumur 7-9 tahun yang merupakan siswa SD kelas 1 dan 2 untuk mencapai ergonomis bagi siswa sekolah merupakan perancangan kursi yang disesuaikan dengan data antropometri tubuh para calon penggunanya yaitu siswa sekolah. Dengan analisa persentil pada data antropometri yang digunakan sesuai dengan dimensi produk dibutuhkan yaitu: LP, THbD, TPO, PPO, LB, TSD, SKS serta SKJ, maka didapatkan ukuran kursi yang sesuai. Sehingga diperoleh dimensi kursi Erkids adalah lebar alas kursi 25 cm, tinggi alas kursi 29 cm, tinggi sandaran kursi 31 cm, panjang alas kursi 28 cm, dan lebar sandaran kursi 22 cm. Berdasarkan hasil umpan balik para calon konsumen yang bertujuan mendapatkan kondisi aman , sehat, nyaman dan efisien serta analisis EFD yang telah dilakukan maka disimpulkan Erkidz sebagai kursi siswa sekolah sudah layak dan ergonomis dari segi desain, fungsi maupun ukuran, atau dengan kata lain telah sesuai dengan kebutuhan dan keinginan yang diharapkan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. K. Razaq, A. Suryadi, and dan Erlina Purnamawati, "Perancangan Meja Belajar Multifungsi Ergonomis dengan Metode *Pahl and Beitz* Guna Mendukung Aktivitas Belajar di Rumah," 2021.

[2] A. Syahroni, "Perancangan Meja dan Kursi Belajar bagi Siswa Taman Kanak-Kanak Ditinjau dari Aspek Ergonomis," 2008.

[3] J. Tesalonika, B. Anna, H. Siboro, and C. Marbun, "Perancangan Stasiun Kerja Instruktur Laboratorium Desain Produk dan Inovasi Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment*," 2021.

[4] O. Purnamayudhia, "Rancang Bangun Produk Furniture dengan Metode *Ergonomic Function Deployment*," Jurnal Teknik Industri, vol. 10, no. 3, 2020.

[5] T. Ernita, "Rancang Bangun Meja dan Kursi Belajar secara Ergonomi di Bengkel Las Nuansa Teknik Lubuk Buaya Padang," Jurnal Sains dan Teknologi, vol. 18, no. 1, 2018.

[6] R. E. Saputra, E. Susanti, S. Si, and M. Si, "Perancangan Kursi dan Meja untuk Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) yang Ergonomis (Studi Kasus Pada TK Prime Montessori School Batam)," 2020.

[7] M. S. Anggraini and H. Setiawan, "Perancangan Troli Galon Berbasis *Ergonomic Function Deployment* (EFD)," 2022.

[8] Amrussalam, "Redesain Fasilitas Kerja yang Ergonomis dengan EFD," Jurnal Ilmiah Teknik Industri, vol. 11, no. 1, 2023.

[9] R. Patradhiani, B. Kurniawan, and M. Rosyidah, "Rancang Bangun Kursi Ergonomis Untuk Mengurangi Muscoloskelatal Pada Pengrajin Songket Palembang," Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, vol. 22, no. 2, p. 93, Sep. 2023, doi: 10.20961/performa.22.2.78370.

[10] Hermanto and D. Sinambela, "Usulan Rancangan Ukuran pada Meja dan Kursi Lipat Belajar," Ikraith-Teknologi, 2017.

[11] O. : Oki and O. Trilian, "Perancangan Desain Produk Kursi Kuliah Menggunakan Metode *Pahl and Beitz*," 2023.

[12] F. K. Razaq, A. Suryadi, and dan Erlina Purnamawati, "Perancangan Meja Belajar Multifungsi Ergonomis dengan Metode *Pahl and Beitz* Guna Mendukung Aktivitas Belajar di Rumah," 2021.

[13] I. Putu Ryan Antonius Suirta and D. Gustopo, "Perancangan Meja Belajar Multifungsi yang Ergonomis Menggunakan *Quality Fuction Deployment*" Jurnal Mahasiswa Teknik Industri, vol. 3, no. 1, 2020.

[14] H. Abdurrazaq Al Atsary, A. Komariah, P. S. Studi Teknik Industri Universitas Veteran Bangun Nusantara Jl Letjen Humardani No, and S. Al Madinah Sukoharjo, "1 st E-proceeding SENRIABDI 2021 Seminar Nasional Hasil Riset dan Pengabdian kepada," 2021. [Online]. Available: https://jurnal.usahidsolo.ac.id/index.php/SENRIABDI

[15] R. Z. Surya, R. Badruddin, and M. Gasali, "Aplikasi (EFD) pada Redesign Alat Parut Kelapa untuk Ibu Rumah Tangga".

[16] A. Shafa Husna, I. Widyantari Kirana, and dan Amarria Dila Sari, "Perancangan Meja Ertika (Ergonomis dan Beretika) pada Siswa Taman Kanak-kanak Dengan Metode *Quality Function Development*" Seminar dan Konferensi Nasional IDEC , 2018.

[17] T. Widodo et al., "Mendesain Meja dan Kursi Ergonomi dengan Mengacu pada Nilai Antropometri untuk Bagian *Checking Rubber (Outsole)* di PT. Victory Chingluh Indonesia," Journal Industrial Manufacturing, vol. 6, no. 2, pp. 123–130, 2021.

[18] D. Faisal, L. D. Fathimahhayati, and F. D. Sitania, "Penerapan Metode Kansei Engineering Sebagai Upaya Perancangan ulang Kemasan Takoyaki (Studi Kasus:

Takoyakiku Samarinda)," Jurnal TEKNO (*Civil Engineering, Electrical Engineering and Industrial Engineering*), vol. 18, no. 1, pp. 92–110, 2021.

[19] R. Adrianto, A. Desrianty, and F. Herni, "Usulan Rancangan Tas Sepeda Trial Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) *," 2014.

[20] F. Herni and A. Desrianty, "Usulan Rancangan Baby *Tafel Portable* dengan Menggunakan Metode *Ergonomic Function Deployment* (EFD) *," Jurnal Itenas, 2013.

[21] A. Adellia and M. T. Safirin, "Perancangan Meja Lipat Multifungsi yang Ergonomis Menggunakan Metode Pahl and Beitz dan *Value Engineering* pada Mahasiswa Aktif di Daerah Ngawi" JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri, vol. 6, no. 2, pp. 26–37, Apr. 2023, doi: 10.30737/jatiunik.v6i2.3034.