

Design of Elementary School's Desk and Chair to Overcome Mismatch Between School Furniture and Students

Nindya Laksita Larasati^{*1)}, Irwan Iftadi²⁾, dan Taufiq Rochman²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret

Abstract

Children spend a large time on school furniture in the classroom. Many studies before evaluate the extent of a possible mismatch between school furniture and students. However, the observations in public elementary schools with 159 students in Surakarta, Indonesia, showed that there are school furniture mismatch between the students' body size and their activity in the classroom. This study was carried out in order to overcome the mismatch and describes the development of a dynamic furniture designed to be appropriate for the sizes of students. The students' anthropometry data were incorporated in the design process for the school furniture and the designs come in many various combinations to encourage production of ergonomically suitable classroom furniture.

Keywords: *anthropometry, classroom, design, ergonomic, furniture, mismatch*

1. Pendahuluan

Populasi anak-anak pada negara berkembang menunjukkan angka sekitar 25% dari keseluruhan populasi negara tersebut. Mayoritas dari anak-anak ini (sekitar 90%) adalah anak yang berada di bangku sekolah terutama negara yang mewajibkan pendidikan pada sekolah dasar (Mokdad, 2009). Anak-anak menghabiskan 30% atau bahkan lebih dari waktunya untuk berada di sekolah. Kegiatan yang dilakukan di sekolah lebih banyak dihabiskan di dalam ruang kelas yang mengharuskan anak duduk dalam jangka waktu yang lama (Oyewole, 2010).

Beberapa penelitian yang telah dilakukan di negara-negara seperti Hong Kong (Evans, 1988), Yunani (Gouvali, 2006), Bahrain (Mokdad, 2009), Amerika (Castelluci, 2010), Mesir (Mohamed, 2013; Rahman, 2008), Turki (Tunay, 2008), Nigeria (Ismaila, 2010) dan Serbia (Feathers, 2012) menunjukkan bahwa terjadi ketidaksesuaian antara furnitur kelas dengan antropometri siswa. Furnitur kelas yang dimaksud seperti meja dan kursi harus dapat dipastikan tidak akan menimbulkan cedera dan dampak negatif lainnya bagi anak (Oyewole, 2010).

Pada masa ini perkembangan tubuh anak sedang berkembang dengan pesat maka ketidaknormalan tulang belakang anak dapat terjadi jika postur tubuh saat duduk tidak benar dan furnitur sekolah yang tidak tepat (Parcells, 1999). Ketidasesuaian ini akan membawa beberapa dampak negatif pada anak seperti proses belajar yang akan terganggu dikarenakan postur tubuh yang tidak nyaman sehingga mempengaruhi stimulasi dan ketertarikan anak terhadap pelajaran serta disfungsi pada bagian musculoskeletal seiring dengan masa perkembangan tubuh anak dan nyeri pada punggung (Hira, 1980; Savanur, 2007).

Untuk mengatasi dampak negatif yang diakibatkan dari ketidaksesuaian antara furnitur kelas dengan antropometri siswa maka dilakukan penelitian oleh Evans (1988) dengan merancang beberapa desain kursi menggunakan pendekatan antropometri yang dibagi berdasarkan umur dan kelas untuk primary school dan secondary school di Hong Kong. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian sejenis di negara berkembang seperti Indonesia untuk melihat ada atau tidaknya ketidaksesuaian antara siswa dengan furnitur kelas. Peneliti lainnya seperti Castelluci (2010) dan Mokdad (2009) memberikan parameter-parameter untuk mendesain furnitur kelas yang optimal dengan pendekatan antropometri akan tetapi tidak menyertakan gambaran desain dari desain furnitur kelas tersebut. Maka solusi yang diperlukan

* Correspondance : nindyalarasati@hotmail.com

untuk penelitian ini adalah membuat perancangan desain furnitur kelas yaitu meja dan kursi dengan pendekatan antropometri. Ketidaksesuaian yang terjadi disebabkan oleh dimensi dari furnitur kelas yang berbeda dengan ukuran tubuh siswa sehingga antropometri digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia meliputi ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 2008). Selain menggunakan pendekatan antropometri yang diperlukan untuk menentukan parameter-parameter dalam perancangan desain meja dan kursi ini adalah suatu metode yang tidak hanya berdasarkan data numeriknya saja akan tetapi juga memerhatikan fungsionalitas dari meja dan kursi berdasarkan aktivitas yang dilakukan oleh siswa. Aktivitas yang diperhatikan adalah aktivitas siswa yang berkaitan dengan proses belajar mengajar di dalam kelas.

Produk yang ergonomis termasuk juga ke dalam produk yang berkualitas tinggi karena produk tersebut telah berhasil mengadaptasi dari kemampuan-kemampuan dan batasan-batasan yang dimiliki oleh manusia. Untuk mengembangkan produk yang ergonomis terdapat banyak sekali metode yang dapat digunakan untuk membuat pengembangan produk menjadi semakin efisien (Bergquist, 1996). Salah satunya adalah metode perancangan dan pengembangan produk yang sistematis dan mudah digunakan yang telah dikembangkan oleh Ulrich (2001) sehingga menghasilkan sebuah rancangan yang memenuhi karakteristik secara teknis dari sisi antropometri tetapi juga dapat mengakomodasi aktivitas siswa sehingga meja dan kursi yang ergonomis akan tercapai.

2. Metode Penelitian

Perancangan meja dan kursi kelas dilakukan dengan menggunakan metode perancangan dan pengembangan produk oleh Ulrich (2001). Metode ini akan diuraikan sebagai berikut:

2.1 Identifikasi Ketidaksesuaian Meja Dan Kursi Kelas

Identifikasi ketidaksesuaian meja dan kursi kelas bertujuan untuk mengetahui apakah benar terjadi ketidaksesuaian antara meja dan kursi kelas dengan fungsi meja dan kursi kelas terhadap siswa khususnya di wilayah Surakarta dengan cara melakukan wawancara dan observasi.

2.2 Penyusunan Konsep Desain Meja Dan Kursi

Konsep desain meja dan kursi adalah sebuah gambaran atau perkiraan mengenai bentuk meja dan kursi yang juga merupakan gambaran singkat bagaimana meja dan kursi nantinya dapat memuaskan kebutuhan pengguna. Pada tahap penyusunan konsep ini terdapat empat langkah yaitu memperjelas masalah, pencarian eksternal, pencarian internal dan penggabungan konsep.

2.3 Menetapkan Dimensi Meja Dan Kursi

Setelah dilakukan tahap penyusunan konsep desain meja dan kursi maka pada tahap ini daftar antropometri diperlukan untuk menetapkan ukuran-ukuran yang sesuai untuk meja dan kursi. Antropometri adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia meliputi ukuran dan bentuk serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penentuan titik antropometri yang akan diambil berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Situmorang (2008), Castelluci (2010) dan Nauli (2012) antara lain tinggi badan, tinggi bahu duduk, tinggi siku duduk, tinggi lutut duduk, tinggi popliteal, pantat popliteal dan lebar pinggul. Pengambilan data antropometri akan dilakukan di beberapa sekolah dasar negeri yang berada di wilayah Surakarta. Responden terdiri dari seluruh siswa kelas 3 dan kelas 4. Pengukuran antropometri dilakukan dengan menggunakan alat bantu seperti penggaris, meteran plastik dan meteran besi. Data-data antropometri siswa yang sudah didapatkan lalu diolah dengan melakukan uji keseragaman dan uji kenormalan data. Lalu dilakukan penentuan persentil dalam perancangan ini untuk menghasilkan dimensi meja dan kursi yang dapat digunakan oleh pengguna pada umumnya.

2.4 Pemilihan Konsep Desain Meja dan Kursi

Tahap akhir dalam penelitian ini adalah pemilihan konsep yaitu proses menilai konsep dengan pertimbangan kebutuhan pengguna dan kriteria lainnya, membandingkan kekuatan dan kelemahan konsep dan memilih satu atau lebih konsep untuk pengembangan lebih lanjut. Pada tahap pemilihan konsep ini terdapat enam tahapan proses yang juga ditampilkan oleh Stuart Pugh (1990) dalam Ulrich (2001). Enam tahapan tersebut adalah menyiapkan matriks seleksi, menilai konsep, meranking konsep-konsep, mengkombinasi dan memperbaiki konsep, memilih satu atau lebih konsep dan meninjau kembali konsep terpilih. Langkah-langkah tersebut dibutuhkan juga pihak ahli yaitu pendidik sekolah dasar yang akan membantu dalam proses pemilihan konsep desain. Hasil dari tahap ini adalah pemilihan konsep desain meja dan kursi terbaik yang nantinya akan dapat melalui proses pengembangan lebih lanjut.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dari perancangan meja dan kursi kelas untuk siswa sekolah dasar akan diuraikan sebagai berikut:

3.1 Identifikasi Ketidaksesuaian Meja dan Kursi Kelas

Data yang diambil untuk mengidentifikasi ketidaksesuaian meja dan kursi kelas menggunakan dua cara yaitu observasi dan wawancara. Observasi dilakukan saat kegiatan belajar aktif di dalam kelas dan wawancara yang dilakukan oleh guru. Sehingga menghasilkan data-data ketidaksesuaian meja dan kursi kelas sebagai berikut:

Tabel 1. Data-data Ketidaksesuaian Meja dan Kursi Kelas

No.	Data-data Ketidaksesuaian Meja dan Kursi Kelas
1.	Tidak ada tempat meletakkan tas sehingga tas diletakkan di atas kursi dan mengurangi kedalaman alas kursi
2.	Diskusi kelompok yang jarang dilakukan karena meja dan kursi kelas sangat sulit untuk dipindah dan memakan waktu yang lama
3.	Kedalaman alas kursi siswa yang terlalu panjang sehingga membuat tubuh siswa membungkuk ke depan untuk mendekati meja atau duduk di ujung alas kursi
4.	Kaki siswa tidak bertumpu pada lantai atau sandaran kaki secara sempurna

3.2 Penyusunan Konsep Desain Meja dan Kursi

Data ketidaksesuaian yang telah didapatkan menjadi acuan untuk penyusunan konsep desain meja dan kursi. Hasil yang diharapkan dari penyusunan konsep desain meja dan kursi adalah berupa gambaran atau perkiraan mengenai bentuk meja dan kursi yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna dan lebih baik dari meja dan kursi yang ada sebelumnya. Pada tahap penyusunan konsep ini terdapat lima langkah yaitu memperjelas masalah, pencarian eksternal, pencarian internal, penggabungan konsep dan peninjauan kembali hasil penggabungan konsep. Hasil dari penyusunan konsep menghasilkan enam belas kombinasi konsep meja dan delapan kombinasi konsep kursi.

3.3 Menetapkan Dimensi Meja dan Kursi

Untuk menetapkan dimensi meja dan kursi kelas maka dilakukan pengolahan data antropometri siswa. Titik antropometri yang diukur adalah tinggi badan (TBd), tinggi bahu duduk (TB), tinggi sandaran lengan (TSL), tinggi lutut (TL), tinggi popliteal (TP), panjang popliteal (PP), panjang telapak kaki (PT), panjang lengan bawah (PLB), panjang lengan atas (PLA) dan lebar pantat (LP). Setelah dilakukan pengolahan data antropometri maka penentuan dimensi untuk meja dan kursi kelas dapat dilakukan. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Nauli (2012) maka rumus perhitungan dimensi meja dan kursi kelas adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Indikator Kinerja (PI) PT. Aston System Indonesia

Variabel	Rumus	Persentil
Tinggi Meja (DH)	$(TSL)+[(TP+2) \cos 30^\circ] \leq DH \leq [TP+2 \cos 5^\circ] + [(TSL)0.8517] + [(TB)0.1483]$	Persentil 95
Tinggi Sandaran Kaki	UD-TL	Persentil 95
Lebar Sandaran Kaki	PT	Persentil 95
Tinggi Ruang di Bawah Meja (UD)	$(TL+2)+2 \leq UD \leq [TP +2) \cos 5^\circ] + ((TB-PLA)0.852)+((TB)0.1483)]$	Persentil 95
Kemiringan Permukaan Meja	20°	

Tabel 3. Rumus Perhitungan Dimensi Kursi

Variabel	Rumus	Persentil
Tinggi Dudukan (SH)	$(TP+2) \cos 30^\circ \leq SH \leq (TP+2) \cos 5^\circ$	Persentil 50
Tinggi Sandaran (BH)	$0.6TB \leq BH \leq 0.8TB$	Persentil 95
Lebar Dudukan (SW)	$1.1 LB \leq SW \leq 1.3LP$	Persentil 95
Kedalaman Dudukan (SD)	$0.8PP \leq SD \leq 0.99PP$	Persentil 50
Kemiringan Sandaran	95°	

Setelah dilakukan perhitungan dimensi sesuai dengan rumus diatas maka dapat dihasilkan nilai range yang akan digunakan untuk perancangan desain meja dan kursi kelas yaitu sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Minimum dan Maksimum Dimensi Meja Kelas

Meja	Nilai Minimum (cm)	Nilai Maksimum (cm)
Tinggi Meja (DH)	57	64
Tinggi Sandaran Kaki	4	15
Lebar Sandaran Kaki	22	22
Tinggi Ruang di Bawah Meja (UD)	49	61
Kemiringan Permukaan Meja	20°	20°

Tabel 5. Nilai Minimum dan Maksimum Dimensi Kursi Kelas

Variabel	Nilai Minimum (cm)	Nilai Maksimum (cm)
Tinggi Dudukan (SH)	32	36
Tinggi Sandaran (BH)	27	36
Lebar Dudukan (SW)	31	36
Kedalaman Dudukan (SD)	28	34
Kemiringan Sandaran	95°	95°

3.4 Pemilihan Konsep Desain Meja dan Kursi

Pada pemilihan konsep desain dilakukan lima langkah untuk memilih alternatif konsep yang nantinya akan dikembangkan lebih lanjut. Pemilihan konsep menggunakan sebuah konsep referensi untuk mengevaluasi berbagai macam konsep berdasarkan kriteria pemilihan. Pemilihan konsep ini berdasarkan metode yang dibuat oleh Stuart Pugh pada tahun 1980 dan

disebut sebagai metode Pugh. Tahap pemilihan konsep terbagi menjadi dua yaitu penyaringan konsep dan penilaian konsep.

Tahap penyaringan konsep melibatkan tiga responden guru dan pada tahap penilaian konsep melibatkan satu responden yaitu pemerhati sekolah dasar. Hasil dari penyaringan konsep diurutkan dari total nilai terbesar hingga terendah. Konsep dengan nilai rendah dihilangkan lalu setelah itu konsep yg tersisa dinilai kembali melalui tahap penilaian konsep dengan bobot untuk mendapatkan konsep terbaik dengan total nilai bobot tertinggi. Contoh perhitungan pada tahap penyaringan dan penilaian konsep ada pada tabel berikut.

Tabel 6. Matriks Penyaringan Konsep Meja Responden Pertama

Matriks Penilaian		Konsep							
		M-I (Referensi)	M-II	M-III	M-IV	M-V	M-VI	M-VII	M-VIII
Fungsional	Ringan	0	+	+	+	0	+	+	+
	Mampu menahan beban	0	-	+	-	0	+	+	-
	Mudah dipindahkan	0	+	+	+	0	+	+	+
	Terdapat tempat penyimpanan tas	0	+	+	+	-	-	-	-
Ergonomi	Dimensi meja sesuai dengan antropometri siswa	0	0	0	0	0	0	0	0
	Terdapat sandaran kaki	0	0	0	0	0	0	0	0
	Kemiringan permukaan meja	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah +		0	3	4	3	0	3	3	2
Jumlah 0		0	3	3	3	6	3	3	3
Jumlah -		0	1	0	1	1	1	1	2
Nilai Akhir		0	2	4	2	-1	2	2	0
Peringkat		11	3	1	3	13	3	3	11

Hasil dari penilaian konsep menunjukkan peringkat konsep desain dari meja dan kursi. Konsep desain dengan nilai tertinggi maka akan dipilih sebagai konsep desain terbaik. Pada konsep desain meja terdapat dua konsep desain yang menduduki peringkat pertama yaitu M-V dan M-IX dengan total nilai akhir 3.005



Gambar 1. Konsep Desain M-V

Tabel 7. Matriks Penilaian Konsep Kursi

Matriks Penilaian		Konsep								
		Bobot (%)	K-II (Referensi)		K-III		K-IV		K-V	
			Ra ting	Nilai Be ban	Ra ting	Nilai Be ban	Ra ting	Nilai Be ban	Ra ting	Nilai Be ban
Fungsional	Ringan	19.33	3	0.58	4	0.77	3	0.58	4	0.77
	Mampu menahan beban	21	3	0.63	4	0.84	3	0.63	4	0.84
	Mudah dipindahkan	19.33	3	0.58	4	0.77	3	0.58	4	0.77
Ergonomi	Dimensi meja sesuai dengan antropometri siswa	21	3	0.63	3	0.63	3	0.63	3	0.63
	Kemiringan sudut pada dimensi kursi	19.33	3	0.58	3	0.58	3	0.58	2	0.39
Total Nilai			3		3.59		3		3.4	
Peringkat			5		1		5		2	

**Gambar 2.** Konsep Desain M-IX

Spesifikasi dari M-V adalah meja yang terbuat dari kayu, tempat penyimpanan tas terpisah dan memiliki sudut kemiringan permukaan meja sebesar 20° sedangkan spesifikasi M-IX adalah meja yang terbuat dari kayu, memiliki tempat penyimpanan tas dan tidak memiliki sudut kemiringan permukaan meja. Untuk konsep desain kursi terpilih satu desain yang menduduki peringkat pertama yaitu K-II dengan total nilai akhir 3.59

**Gambar 3.** Konsep Desain K-III

Spesifikasi dari K-III adalah desain usulan kursi yang memiliki sudut kemiringan sandaran punggung sebesar 95° yang terbuat dari *plywood*. Hasil akhir yang didapatkan dari pemilihan konsep ini adalah konsep desain meja M-V dan M-IX dan konsep desain kursi K-III.

4. Simpulan

Simpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah (1) alternatif pilihan konsep desain meja yang terbentuk adalah enam belas konsep yang merupakan kombinasi dari material kayu, *plywood*, dan besi, kemiringan sudut permukaan meja dan tempat penyimpanan tas, sedangkan alternatif konsep desain kursi yang terbentuk adalah delapan konsep yang merupakan kombinasi dari material kayu, *plywood* dan besi serta kemiringan sandaran punggung; dan (2) hasil pemilihan konsep yang terbaik adalah konsep desain meja M-V yang terbuat dari kayu, tempat penyimpanan tas terpisah dan memiliki sudut kemiringan permukaan meja sebesar 20° dan konsep desain meja M-IX yang terbuat dari kayu, memiliki tempat penyimpanan tas dan tidak memiliki sudut kemiringan permukaan meja, hasil pemilihan konsep desain kursi terbaik adalah konsep desain K-III yang memiliki sudut kemiringan sandaran punggung sebesar 95° dan terbuat dari *plywood*.

Daftar Pustaka

- Bergquist, K., Abeysekara, J., 1996. Quality Function Deployment (QFD) – A means for developing usable products. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol.18. pp. 269-275.
- Bridger, R.S., 1995. *Introduction to Ergonomics*. Singapore: McGraw-Hill.
- Castellucci, H.I., Arezes, P.M., Viviani, C.A., 2010. Mismatch between classroom furniture and anthropometric measures in Chilean schools. *Applied Ergonomics*. Vol.4. pp. 563-568.
- Evans, W.A., Courtney, A.J., Fok, K.F., 1988. The design of school furniture for Hong Kong school children. *Applied Ergonomics*: Vol.19.2. pp. 122-134.
- Feathers, D., Pavlovic-Veselinovic, S., Hedge, A., 2011. Measures of fit and discomfort for elementary school children in Serbia. IOS Press.
- Gouvali, M.K., Boudolos, K., 2006. Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics*. Vol.37. pp. 765-773.
- Hira, D.S., 1980. An ergonomic appraisal of educational desks. *Ergonomics*. Vol.23. pp. 213-221.
- Ismaila, S.O., Akanbi, O.G., Oderinu, S.O., 2010. Anthropometric survey and appraisal of furniture for Nigerian primary school pupils. *e-Journal of Science & Technology (e-JST)*.
- Mohamed, S.A.A.R., 2013. Incompability between students body measurements and school chairs. *World Applied Sciences Journal*. Vol.21. pp. 689-695.
- Mokdad, M., Al-Ansari, M., 2009. Anthropometrics for the design of Bahraini school furniture. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol.39. pp. 728-735.
- Nauli, N., 2012. *Evaluasi dan Perancangan Desain Usulan Meja dan Kursi Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang Ergonomis Dalam Virtual Environment Studi Kasus: SMP Negeri 88 Jakarta*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Nurmianto, E., 2008. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Edisi kedua, Jakarta: Guna Widya.
- Oyewole, Samuel A., Haight, Joel M., Freivalds, Andris., 2010. The ergonomic design of classroom furniture/computer work station for first graders in the elementary school. *International Journal of Industrial Ergonomics*. pp. 1-11.
- Parcells, C., Stommel, M., Hubbard, R.P., 1999. Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*. Vol.24. pp. 256-273.
- Rahman, S.A.A., Shaheen, A.A.M., 2008. Anthropometric consideration for designing classroom furniture in Arabic primary and preparatory boys schools. *Bull. Fac. Ph. Th. Cairo Univ*. Vol.13 No.(1).

- Savanur, C.S., Altekar, C.R., De, A., 2007. Lack of conformity between Indian classroom furniture and student dimensions: proposed future seat/table dimensions. *Ergonomics*. Vol.50. pp. 1612-1625.
- Situmorang, Evi., Herlina., Yanto., Siringoringo, Hotniar., Deros, B.Md., 2008. Mismatch between school furniture dimensions and student's anthropometry (A Cross-Sectional Study in an Elementary School, Tangerang, Indonesia). *Proceedings of the 9th Asia Pasific Industrial Engineering & Management System Conference*. pp. 656-665
- Tunay, M., Melemez, K., 2008. An analysis of biomechanical and anthropometric parameters on classroom furniture design. *African Journal of Biotechnology*: Vol.7(8). pp. 1081-1086.
- Ulrich, K.T., Eppinger, S.D. 2001. *Perancangan dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.