



T: 0467

ASPEK ERGONOMI DALAM PERANCANGAN KURSI UNTUK SISWA YANG BELAJAR DENGAN POSISI DUDUK BERSILA

oleh:
I Wayan Sukania
6400020143

PERPUSTAKAAN PUSAT
UNIVERSITAS INDONESIA



T
620.82
Suk
a

**PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
PEMINATAN PERANCANGAN TEKNIK DAN PENGEMBANGAN PRODUK
UNIVERSITAS INDONESIA
Juli 2002**

ASPEK ERGONOMI DALAM PERANCANGAN KURSI UNTUK SISWA YANG BELAJAR DENGAN POSISI DUDUK BERSILA

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Magister Ilmu Teknik
Program Studi Teknik Mesin



oleh:
I Wayan Sukania
6400020143

**PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
PEMINATAN PERANCANGAN TEKNIK DAN PENGEMBANGAN PRODUK
UNIVERSITAS INDONESIA
Juli 2002**

PERSETUJUAN

Tesis dengan judul:

ASPEK ERGONOMI DALAM PERANCANGAN KURSI UNTUK SISWA YANG BELAJAR DENGAN POSISI DUDUK BERSILA

Dibuat untuk melengkapi persyaratan kurikulum program Magister Bidang Ilmu Teknik Universitas Indonesia guna memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pascasarjana Program Studi Teknik Mesin Peminatan Perancangan Teknik dan Pengembangan Produk

Tesis ini dapat disetujui untuk diajukan dalam sidang ujian tesis.

Depok, Juli 2002

Dosen Pembimbing II

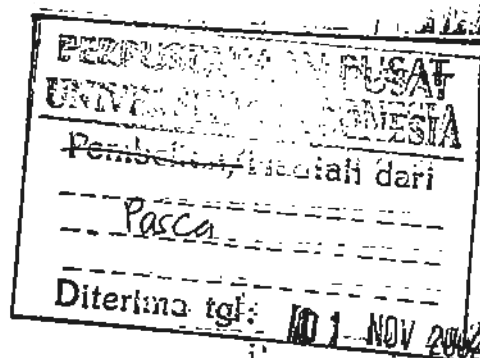


(DR. Ir. Tresna P Soemardi, SE, MS)

Dosen Pembimbing I



(DR. Ir. Agus H S Reksoprodjo)



08924

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis dengan judul:

ASPEK ERGONOMI DALAM PERANCANGAN KURSI UNTUK SISWA YANG BELAJAR DENGAN POSISI DUDUK BERSILA

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Magister Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Peminatan Perancangan Teknik dan Pengembangan Produk Pascasarjana Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tesis yang telah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Magister di lingkungan Universitas Indonesia maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, Februari 2002



(I Wayan Sukania)
NPM. 6400020143

Abstrak

Duduk merupakan sikap alami manusia (*natural human posture*), karena duduk dirasa tidak begitu melelahkan dibandingkan dengan sikap berdiri. Disamping duduk pada sebuah kursi pada umumnya, dikenal pula duduk bersila yang sangat banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia khususnya terutama dalam kegiatan yang bersifat keagamaan atau kegiatan yang berkaitan dengan adat-istiadat. Pengamatan yang dilakukan di Taman Pendidikan Alquran (TPA) di daerah Bekasi menunjukkan bahwa anak-anak yang duduk bersila sering mengambil sikap membungkuk. Sikap ini apabila dilakukan dalam waktu yang cukup lama akan mengakibatkan gangguan pada tulang belakang. Untuk itu diperlukan sandaran punggung yang sesuai pada daerah *lumbar* yang akan dapat membantu memperlambat timbulnya kelelahan serta akan meminimalkan gejala tersebut di atas, dan juga dapat berfungsi untuk menambah kestabilan saat duduk bersila.

Penelitian ini diawali dengan melakukan pengukuran antropometri dan kelengkungan tulang belakang pada tubuh anak-anak pada posisi duduk bersila. Berdasarkan data yang diperoleh dilakukan perancangan terhadap alas duduk beserta sandaran dengan kelengkungannya. Penelitian mengenai pembebanan yang dirasakan diperoleh dari survey kenyamanan melalui wawancara terarah menggunakan kuesioner.

Hasil penilaian komponen kursi yang dilakukan oleh 40 responden menunjukkan bahwa komponen tersebut sudah sesuai dengan antropometri pemakainya. Sedangkan uji kenyamanan duduk sekitar 45 menit menunjukkan bahwa ketiga model kursi secara statistik memberikan tingkat kenyamanan yang sama. Hasil perancangan dan pengembangan produk juga ditunjukkan pada penelitian ini meliputi geometri, bahan dan sistem penggunaannya.

Abstract

Sitting is a natural human posture. People sit down because they feel that sitting is less fatiguing than standing. Cross-legged sitting is one of many posture of sitting on the ground, especially in Indonesia it was very familiar. Observation to the children at Bekasi region showed that while the children sitting with cross legged sitting, they take forward posture, and if this posture done for a long time may be caused disc injuries, low back pain.

This research is started by measure of children antropometric and back curve as the data for design of seat and back rest. Threre are three model of chair examined to 40 respondent and analysis showed that the dimension of the chair component is similar to their antropometrics. Analysis statistics showed that all model give the same of comfortable. This research also showed the result of the design and development include geometry, material and system of use.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Esa (Ida Sang Hyang Widhi Wasa), karena atas karuniaNya yang besar sehingga tugas tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Rasa terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu:

1. Bapak Prof. DR. Ir. Dali S Naga, MM selaku Rektor Universitas Tarumanagara yang telah memberikan kesempatan tugas belajar.
2. Bapak Ir. Ignatius Haryanto, MM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara yang telah memberikan kesempatan dan dorongan yang besar kepada penulis.
3. Bapak Ir. Sofyan Djamil, Msi selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara yang telah memberikan kesempatan, dorongan belajar.
4. Bapak DR. Ir. Agus H S Reksoprodjo sebagai pembimbing I dan Bapak DR. Ir. Tresna P Soemardi, SE, MS sebagai pembimbing II atas waktu, perhatian dan bimbingannya.
5. Bapak S. Hardjono, SMPH, MM yang banyak memberikan masukan pengetahuan di bidang ergonomi dan fisioterapi.
6. Semua dosen dan karyawan Program Pascasarjana Bidang Ilmu teknik Universitas Indonesia.
7. Bapak Suryo Djatono, Bapak Pramono dan Bapak Idam yang telah membantu dalam pembuatan alat ukur dan pengujian prototype.
8. Istriku tercinta Ketut Lilis Nurliantini, S.T, serta anak-anakku Gede Raka Wibawa Putra dan Made Rama Wicaksana Putra yang turut banyak berkorban dan memberikan motivasi yang sangat besar.

Harapan penulis semoga tesis ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi pihak-pihak yang memerlukan

Depok, Februari 2002

I Wayan Sukania



DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	i
Pernyataan Keaslian Tesis	ii
Abstrak	iii
Ucapan Terima Kasih	iv
Daftar Isi	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Kegunaan Penelitian	5
G. Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kerangka Teori	
1. Ergonomi	6
2. Antropometri	7
3. Konsep Persentil	8
4 Konsep Keseimbangan Duduk	9
5 Tulang Punggung	10
B. Kajian Penelitian yang Relevan	
1 Sandaran Punggung	14
2 Duduk di Lantai	15
3 Kurva Tulang Belakang	16
C. Kerangka Berpikir	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A Tempat dan Waktu Penelitian	19

B	Populasi dan Sampel Penelitian	19
C	Variabel Penelitian	19
D	Pengumpulan Data	20
E	Prosedur Penelitian	20
F	Konsep Rancangan Kursi Sila	24
G	Spesifikasi Prototip Kursi Sila	26

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

A.	Deskripsi Data	
1.	Antropometri Tubuh Anak-Anak Untuk Perancangan Kursi	27
2.	Data hasil pengujian kursi	29
B.	Analisis Data	
1.	Beberapa persentil dan nilainya	30
2.	Perancangan alas duduk	31
3.	Kurva sandaran punggung	32
C	Pembahasan	
1	Perancangan Alas Duduk dan Sandaran Punggung	35
2	Penilaian Komponen Kursi dan Uji Kenyamanan Duduk	37
		33

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

A.	Kesimpulan	41
B	Saran-saran	41

Daftar Pustaka	42
----------------	----

Lampiran:	Data Antropometri, Data Pengujian beserta Analisis Statistiknya
	Photo-photo Prototip
	Photo-photo Pengujian
	Gambar Teknik Rancangan Prototip

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Duduk merupakan sikap alami manusia (*natural human posture*), karena duduk dirasa tidak begitu melelahkan dibandingkan dengan sikap berdiri. Fakta menunjukkan bahwa, ketika berdiri persendian pada kaki, lutut dan pinggul dipertahankan pada posisinya oleh kerja statis otot-otot serta darah cenderung untuk menggumpal di kaki. Sedangkan ketika duduk, kerja otot tersebut berhenti dan konsumsi energi berkurang sehingga penggumpalan darah di daerah kaki dapat dikurangi karena otot-otot berada dalam keadaan rileks, Grandjean (1978).

Disamping duduk pada sebuah kursi pada umumnya, dikenal pula duduk bersila yang sangat banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia khususnya terutama dalam kegiatan yang bersifat keagamaan atau kegiatan yang berkaitan dengan adat-istiadat. Pada dasarnya duduk dilantai juga dilakukan pada pertemuan-pertemuan besar yang tidak menyediakan tempat duduk. Pengamatan yang dilakukan di daerah Perumnas III Bekasi Timur menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan warga seperti arisan, rapat warga dan kegiatan lainnya di Mushola, biasanya dilaksanakan dengan duduk bersila di lantai. Kegiatan anak-anak seperti bermain di lantai dan kegiatan khususnya di TPA (Taman Pendidikan Alquran) yang sebagian besar adalah anak-anak usia sekolah SD dan SMP, memanfaatkan postur duduk dilantai seperti bersila. Duduk di lantai atau bersila juga banyak ditemukan di Afrika Utara, Cina, Timur Tengah, India, Asia Tenggara, Korea, Jepang dan Amerika Selatan, Bridger (1995). Walaupun demikian konsep duduk di lantai masih merupakan cara yang belum bisa sepenuhnya diterima oleh masyarakat Barat. Mereka menyebutnya sebagai gaya hidup yang tidak alami (*unnatural lifestyle*). Tetapi di sisi lain, Negara Skandinavia justru sudah mulai bergeser dengan teori tersebut dan mencoba mengembangkan suatu konsep cara duduk yang berangkat dari cara duduk orang Asia, Andar (1998). Gambar 1.1 menunjukkan beberapa sikap duduk di lantai yang banyak dilakukan oleh masyarakat Timur.



Gambar 1.1. Beberapa Sikap Duduk di Lantai yang Banyak Dilakukan oleh Masyarakat Timur, Andar (1998).

Ada tiga macam sikap duduk yang dilakukan pada postur bersila yaitu condong ke depan, tegak dan condong ke belakang. Sikap duduk condong ke depan dengan membungkuk akan membuat sudut antara paha dan badan lebih kecil dari 90° , mengakibatkan tulang belakang akan membentuk kurva cembung (*kyphosis*) mengakibatkan naiknya tekanan piringan antar ruas tulang belakang (*intervertebral disc*), Grandjean (1993). Sedangkan sikap duduk tegak memberikan tekanan kompresi yang lebih kecil pada piringan, namun demikian sikap ini membutuhkan adanya kerja statis (*kontraksi*) sejumlah otot untuk mengkompensasi perputaran *pelvis* ke belakang. Akibatnya otot menjadi tegang, lambat laun terjadilah kelelahan pada otot tersebut, Grandjean (1978). Untuk itu diperlukan sandaran punggung yang sesuai pada daerah *lumbar* yang akan dapat membantu memperlambat timbulnya kelelahan serta akan meminimalkan gejala tersebut di atas, dan juga dapat berfungsi untuk menambah kestabilan saat duduk bersila.

Untuk anak-anak usia sekolah SD dan SMP yang sedang dalam pertumbuhan dan perkembangan, hal ini merupakan masalah yang sangat perlu mendapat perhatian. Anak-anak yang bagian tubuhnya sedang berkembang, bila terus-menerus berada pada posisi duduk yang tidak aman dan nyaman maka akan dapat

menyebabkan kesalahan dan cedera pada sejumlah otot-ototnya. Dalam kondisi unik, mungkin dapat terjadi pertumbuhan fisik yang kurang baik. Perkembangan bentuk tulang belakang terutama *lumbar* dimulai ketika anak mulai berjalan tegak, Syaifuddin (1997). Namun demikian perkembangan tulang belakang dapat dipengaruhi oleh kebiasaan di mana duduk membungkuk menyebabkan lumbar kehilangan kemampuan ke posisi *lordosis* (kurva cembung ke depan). Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas maka dirasa perlu merancang suatu alat sejenis kursi, khusus yang dapat menyangga tubuh terutama di daerah punggung bawah (*lumbar*) berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi untuk siswa yang mengandalkan cara belajar dengan posisi duduk bersila.

Mengingat postur duduk bersila sangat berbeda dengan postur duduk di kursi pada umumnya, maka desain sandaran tulang belakang yang ada saat ini tidak dapat diterapkan begitu saja. Untuk mendapatkan desain sandaran tulang belakang khususnya daerah pinggang (*lumbar*) untuk posisi duduk bersila diperlukan pengukuran langsung terhadap tulang belakang anak-anak dengan alat ukur yang dinamakan *sitting machine*.

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang timbul agar komponen-komponen dari sebuah tempat duduk dapat memberikan kenyamanan, adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana bentuk persamaan kurva tulang belakang pada anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak?
- b. Berapa tingkat kekenyalan sandaran punggung yang optimal?
- c. Berapa dimensi alas duduk dan sandaran punggung yang memenuhi ergonomi pemakainya?
- d. Berapa sudut yang dibentuk sandaran punggung dengan bidang horizontal (alas duduk) sehingga memberikan kenyamanan yang optimal?
- e. Berapa derajat kemiringan alas duduk sehingga memberikan kenyamanan optimal?
- f. Bagaimana bentuk alas duduk untuk postur bersila?

- g. Bagaimana kenyamanan yang dirasakan oleh responden terhadap kursi sila yang akan dirancang?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada dan agar penelitian lebih terfokus maka penelitian ini hanya akan membahas mengenai:

- a. Bentuk persamaan kurva tulang belakang pada anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak.
- b. Dimensi alas duduk dan sandaran punggung yang memenuhi ergonomi pemakainya.
- c. Kemiringan alas duduk sehingga memberikan kenyamanan optimal.
- d. Kenyamanan yang dirasakan oleh responden terhadap kursi sila yang akan dirancang.

D. Rumusan Masalah

Setelah diadakan pembatasan, maka masalah yang dapat dirumuskan pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana bentuk persamaan kurva tulang belakang pada anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak?
- b. Berapa dimensi alas duduk dan sandaran punggung yang memenuhi ergonomi pemakainya.
- c. Berapa derajat kemiringan alas duduk sehingga memberikan kenyamanan optimal?
- d. Bagaimana kenyamanan yang dirasakan oleh responden terhadap kursi sila yang akan dirancang?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan beberapa permasalahan yang ada, maka beberapa tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendapatkan:

- a. Persamaan kurva tulang belakang pada tubuh anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak.

- b. Dimensi alas duduk dan sandaran punggung yang memenuhi ergonomi pemakainya
- c. Kemiringan alas duduk sehingga memberikan kenyamanan optimal.
- d. Kenyamanan yang dirasakan oleh responden terhadap kursi sila yang akan dirancang.

F. Kegunaan Penelitian

- a. Sebagai salah satu data dalam mendisain alas duduk dan alat penyangga punggung (*lumbar*) khususnya untuk posisi duduk bersila.
- b. Sebagai bahan perbandingan dalam mendisain kursi-kursi umum.

G. Sistematika Penulisan

Thesis ini tersusun dari beberapa pokok bahasan yang dibuat dalam beberapa bab yaitu:

Bab I. Pendahuluan.

Berisi latar belakang, identifikasi masalah, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan, kegunaan dan sistematika penulisan.

Bab II. Kajian Pustaka.

Berisi uraian tentang teori pendukung seperti teori ergonomi, antropometri, konsep persentil, aspek ortopedi dan fisiologi duduk, tulang belakang, konsep berpikir serta kajian penelitian yang relevan.

Bab III. Metodologi Penelitian.

Berisi uraian tentang *tool* / alat ukur dan proses penyelesaian penelitian mulai dari latar belakang sampai penarikan kesimpulan

Bab IV. Analisis dan Pembahasan.

Berisi data hasil pengujian, pengolahan data dan pembahasan.

Bab V. Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan hasil penelitian

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Ergonomi.

Ergonomi adalah ilmu, teknologi dan seni, atau pendekatan *multidisipliner* untuk menserasikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia, sehingga tercapai kondisi kerja dan lingkungan yang sehat, aman, nyaman dan efisien, juga tercapai produktifitas yang setinggi-tingginya, Manuaba (1998). Ergonomi digunakan oleh berbagai macam ahli seperti ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk industri, fisika, fisioterapi, psikologi dan teknik industri. Ergonomi dikenal juga sebagai *human factor engineering*. Iftikar Z. Sitalaksana dkk (1979), merumuskan ergonomi sebagai “Suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu system kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman dan nyaman. Menurut Chapanis (1985), *human factor / ergonomi* mencakup penelitian dan aplikasi informasi-informasi tentang kebiasaan manusia, kemampuan, keterbatasan dan karakteristik lainnya yang digunakan untuk merancang peralatan, mesin, sistem pekerjaan dan lingkungan kerja agar lebih produktif, lebih aman, lebih *comfortable* serta lebih efektif. Menurut Pheasant (1986), ergonomi adalah aplikasi informasi pengetahuan tentang keinginan manusia pada permasalahan perancangan. Dengan demikian ergonomi adalah dasar pengetahuan yang mencakup data dan metodologi yang menitik beratkan faktor-faktor pengguna dalam perancangan.

Penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktifitas rancang bangun (*design*) ataupun rancang ulang (*redesign*). Hal ini dapat meliputi perangkat keras seperti misalnya perkakas kerja, bangku kerja, kursi dll. Ergonomi juga berperan pula sebagai desain pekerjaan pada suatu organisasi seperti misalnya penentuan jumlah jam istirahat, pembagian waktu kerja dan variasi pekerjaan. Ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan

kesehatan kerja misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka otot manusia, desain stasiun kerja untuk alat peraga, dll. Penerapan faktor ergonomi yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk. Produk-produk tersebut haruslah dapat dengan mudah diterapkan pada sejumlah populasi masyarakat tertentu tanpa mengakibatkan bahaya atau risiko dalam penggunaannya.

2. Antropometri

Antropometri berasal dari kata latin "*anthropos*" (manusia) dan "*metron*" (pengukuran). Antropometri adalah cabang dari ilmu ergonomi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi dan karakteristik tertentu dari tubuh manusia seperti volume, titik berat, perangkat inersia dan masa dari bagian-bagian tubuh (Sanders & Mc Cormick, 1992). Menurut Grandjean (1980), data antropometri digunakan untuk menentukan dimensi tempat kerja, peralatan, perabot rumah tangga dan pakaian sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia serta untuk meyakinkan bahwa ketidaksesuaian antara dimensi peralatan atau produk dengan dimensi pengguna telah terhindarkan dihindarkan.

Terdapat tiga cara dalam melakukan pengukuran ini, yaitu antropometri dinamis, antropometri statis dan antropometri Newtonian. Antropometri statis berkaitan dengan pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan diam seperti dimensi di antara titik pusat persendian. Pengukuran tubuh yang dilakukan dalam keadaan bergerak disebut antropometri dinamis. Bridger (1995) menyebut antropometri dinamis dengan antropometri fungsional. Dimensi dari tubuh yang sedang bergerak bukanlah penjumlahan dari data antropometri statis tubuh yang terlibat. Sebagai contoh jangkauan tangan saat bergerak bukan hanya dibatasi oleh panjang tangan tetapi dipengaruhi juga oleh gerakan bahu, rotasi parsial tubuh, regangan tubuh dan fungsi yang dijalankan oleh lengan. Antropometri Newtonian menurut Bridger (1995) berkaitan dengan kemampuan bagian-bagian tubuh menerima beban luar. Tubuh manusia terdiri dari rangkaian otot dengan kemampuan yang tertentu sehingga seorang perancang harus memperhatikan posisi yang optimal dalam menggunakan suatu peralatan. Jadi

antropometri merupakan ukuran dan proporsi tubuh manusia yang mempunyai manfaat praktis untuk menentukan ukuran tempat duduk, meja kerja, jangkauan, genggam, ruang gerak dan batas-batas gerakan sendi. Jika dikaji mengenai hubungan antara alat, manusia dan pekerjaannya masing-masing, maka data antropometri akan sangat dibutuhkan untuk memperoleh kesesuaian antara ukuran diri mereka dengan alat-alat yang digunakan.

Saat ini masih belum banyak dimanfaatkan ukuran –ukuran antropometri di dalam mendesain alat-alat kerja dan tempat kerja, padahal sesungguhnya antropometri ini sudah dimanfaatkan orang di Bali misalnya, pada saat membangun rumah dan membuat peralatan kerja yaitu dengan menggunakan Asta kosala-kosali dan Asta bumi yang pada prinsipnya hampir sama dengan konsep antropometri (Sutajaya, 2001). Data antropometri yang penting dalam kaitannya dengan mendesain sarana untuk duduk bersila adalah panjang dan lebar paha bersila, tinggi paha bersila serta kurva lengkungan punggung untuk mendesain penyangga punggung.

3. Konsep Persentil

Secara statistik ukuran tubuh manusia pada suatu populasi tertentu akan terkonsentrasi pada suatu nilai tengah dan suatu bagian kecil dari harga ekstrim akan berada di kedua sisi kurva distribusi. Sebagian besar data antropometri dinyatakan dalam bentuk persentil. Satu populasi dibagi dalam seratus kategori prosentase yang diurutkan dari yang terkecil sampai terbesar untuk ukuran tubuh tertentu. Persentil satu dari tinggi tubuh misalnya menunjukkan bahwa 99% dari populasi yang diamati mempunyai tinggi tubuh lebih besar atau sama dengan ukuran tersebut. Dua hal penting yang perlu dipahami yaitu pertama, suatu nilai persentil antropometri pada individu hanya mengacu pada satu ukuran tubuh saja, seperti tinggi tubuh, tinggi duduk. Kedua, tidak ada seseorang yang dapat disebut sebagai persentil ke-95 atau persentil ke-5. Tidak ada orang yang memiliki persentil yang sama pada semua ukuran tubuhnya. Seseorang yang memiliki nilai persentil ke-95 untuk tinggi tubuhnya dapat memiliki tinggi lutut pada persentil ke-40 atau panjang lengan pada persentil ke-60.

4. Konsep Keseimbangan Duduk

Pada saat seseorang berdiri tegak, sebuah garis vertikal akan berada lurus melalui Pusat Berat Gravitasi (PG) tubuh. Namun demikian pada saat tulang belakang berbentuk lurus, garis vertikal tersebut tidak berada tepat melalui tulang belakang, melainkan melalui sisi depan tulang belakang. Akibatnya momen yang terjadi akan menyebabkan tubuh kehilangan keseimbangan dan cenderung jatuh ke depan. Agar keseimbangan dapat tetap terjaga maka diperlukan kerja sejumlah otot serta telapak kaki untuk menahan serta melawan momen yang terjadi.



Gambar 2.1. *Ischial Tuberosities*

(Sumber: Panero, Julius, Martin Zelnik. *Human dimension and interior space- a source book of design reference*, 1980:58).

Fenomena di atas berlaku pula pada saat seseorang duduk. **Tichauer** menyatakan bahwa pada saat duduk, sumbu sistem pendukung merupakan suatu garis dalam bentuk lingkaran datar yang melalui proyeksi titik terendah "*Ischial Tuberosities*" pada permukaan duduk. Secara lebih jelas *ischial tuberosities* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Namun demikian sistem pendukung tersebut tidak stabil bila diperhatikan dari struktur. **Branton** dari hasil observasinya menyatakan bahwa sistem penyangga dua titik yang dibentuk oleh *tuberosities* tidaklah stabil. Alas duduk saja tidak cukup untuk menjaga keseimbangan. Secara teoritis telapak kaki dan punggung harus dapat bersentuhan dengan permukaan lain selain alas duduk agar dapat memperoleh keseimbangan. Berdasarkan hal tersebut dinyatakan bahwa titik PG tubuh berada sekitar 2,5 cm di depan pusat pada saat posisi duduk tegak. **Branton** menganggap bahwa saat tubuh tegak tubuh merupakan satu kesatuan masa yang tidak stabil. Hal ini ditunjang oleh adanya konsep yang menyatakan bahwa secara mekanika pada dasarnya tubuh manusia merupakan suatu sistem pengungkit

(*kantilever*). Jika sistem kesetimbangan ingin dipertahankan maka diperlukan adanya sejumlah usaha internal yaitu kerja sejumlah otot. Adanya sejumlah sikap duduk pada dasarnya merupakan usaha untuk menyeimbangkan beban kepala serta tubuh secara keseluruhan. Melonjorkan kaki ke depan atau menumpangkan sebelah lutut di atas paha lainnya sebagai contoh merupakan usaha untuk memperbesar dasar penyangga tubuh, cenderung mengunci sejumlah sendi yang berkaitan dan mengurangi kerja otot untuk menyeimbangkan tubuh. Postur tubuh lain seperti menyangga dagu dengan tangan atau menyandarkan kepala pada sandaran kepala merupakan usaha tubuh untuk mendapatkan kestabilan, membantu sistem otot dan mengurangi ketidaknyamanan. Perubahan postur tersebut berlangsung tanpa disengaja. Branton menyebut hal ini sebagai '*internal postur program*' yang memungkinkan tubuh menjalankan dua kepentingan sekaligus yaitu kestabilan dan variasi. Dengan berpegang pada kenyataan tersebut, maka hal penting yang harus diperhatikan dalam perancangan tempat duduk adalah memperhatikan kemampuan elemen-elemen kursi untuk membentuk kesetimbangan / kestabilan pada saat orang duduk di atasnya.

4. Tulang Punggung.

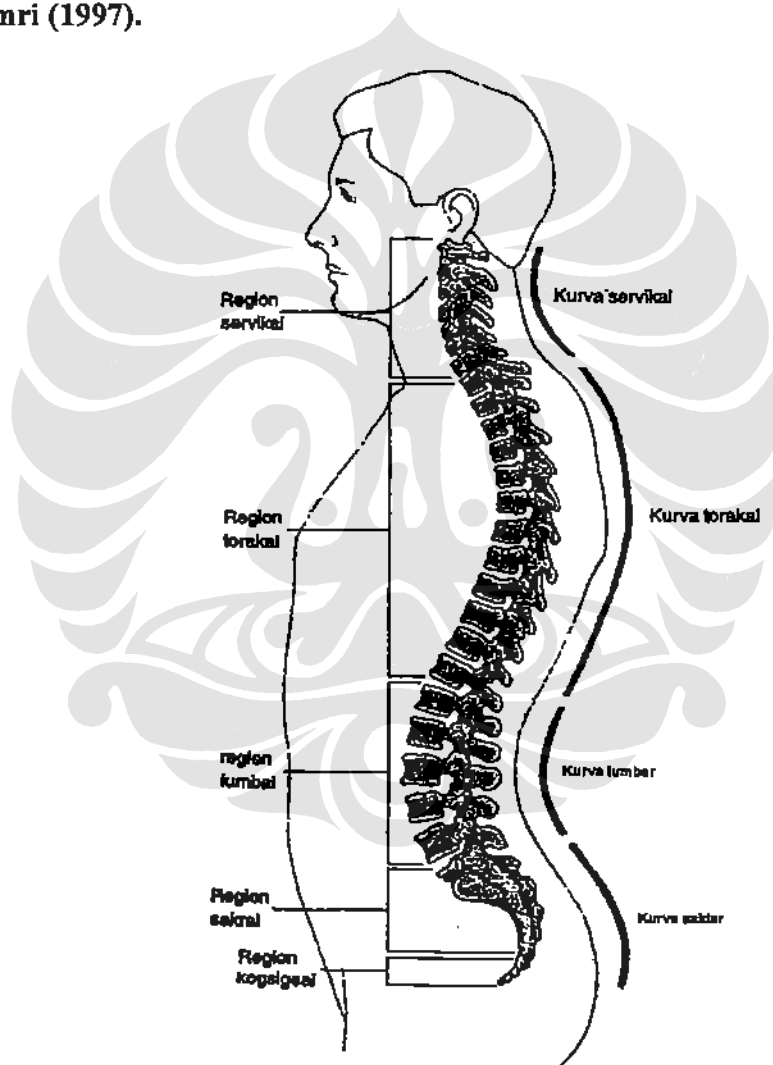
Tulang punggung merupakan suatu keajaiban rekayasa biologis yang memberikan kekuatan dan kemandapan, serta gerak dan kelenturan tubuh. Pada dasarnya, tulang punggung mempunyai tugas utama yaitu, Imri (1997):

- a. Tulang punggung merupakan perancah tubuh utama yang mendukung tengkorak, tempat terpancangnya tulang rusuk, panggul dan tulang bahu.
- b. Tulang punggung menyediakan daerah yang luas dan bertulang untuk menyematkan otot, urat daging serta ikatan tulang yang mengijinkan tubuh bergerak.
- c. Tulang punggung menjadi tempat urat syaraf tulang belakang, yaitu penghubung utama antara otak dengan semua bagian tubuh lainnya.

Pada saat tubuh berdiri tegak, tulang punggung berbentuk hurup S ganda. Tulang punggung terdiri dari 33 ruas tulang kecil pipih yang disebut *vertebra*, yang

tersusun bertumpuk-tumpuk mulai dari leher sampai ke dasar tulang punggung. Ilustrasi tulang punggung dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Tulang punggung dibagi menjadi lima daerah, yaitu tulang punggung tengkuk, tulang punggung dada, tulang punggung bawah (*lumbar*), *sacrum* dan tulang ekor. Bagian tulang punggung bawah (*lumbar*) merupakan bagian yang menanggung beban berat, memungkinkan badan untuk membungkuk dan berputar. Kesalahan dalam membawa beban, kesalahan dalam sikap duduk, sering mengakibatkan gangguan pada bagian ini. Duduk membungkuk dalam waktu lama akan mengakibatkan *kyfosis* yang merupakan salah satu penyebab timbulnya *low back pain*, Imri (1997).



Gambar 2.2. Tulang Belakang Manusia
(Sumber: Syaifuddin, Anatomi Fisiologi, 1992:22)

Unit fungsi dari tulang punggung adalah tulang vertebra yang secara anatomis dibagi menjadi dua bagian, **Baju Santoso (1980)**, yaitu :

1). Bagian depan.

Bagian ini terdiri dari *corpus vertebra* yang dihubungkan satu dengan lainnya oleh *discus intervertebralis*. Bagian ini terutama berfungsi untuk menyangga berat badan.

2). Bagian belakang.

Bagian ini terdiri dari *pedikel*, *prosesus transversus*, *lamina* dan *prosesus spinosus*. Bagian ini penting sekali untuk menghubungkan tulang belakang dari ruas ke ruas. Bagian belakang juga dilengkapi dengan dua pasang *fasies articularis superior* dan *inferior*. Arah bidang dari *fasies articularis* menentukan arah gerakan yang mungkin dilakukan oleh tulang belakang. Bagian ini juga sangat penting dalam menjaga stabilitas tulang belakang secara keseluruhan.

Di dalam perkembangannya mulai dari janin di dalam rahim ibu sampai umur dewasa, tulang punggung mengalami perkembangan dalam arah lengkungannya. Pada waktu masih di dalam rahim, tulang belakang hanya mempunyai satu lengkung ke belakang berbentuk huruf C. Setelah lahir lengkung ini mengalami perubahan yaitu pada waktu anak mulai belajar mengangkat dan menyangga kepalanya serta pada waktu anak mulai belajar duduk. Pada saat-saat ini terjadi perkembangan lengkung kedua di daerah servikal dan lumbar di mana arah cembungannya ke depan, sehingga pada waktu anak mulai berdiri akan terdapat lengkung lordosis di daerah lumbar, lengkung kifosis di daerah torakal. Lengkung ini akan dipertahankan terus sampai dewasa. Keadaan ini menyebabkan kedudukan tulang *Lumbar* ke-5 (L5) terhadap *Sakral* ke-1 (S1) tidak seperti sebuah kotak di atas kotak lainnya, tetapi membentuk sudut miring terhadap horizontal yang besarnya sekitar 30°. Sudut ini dinamakan sudut *lumbosakralis* atau sudut *Ferguson*. Karena adanya faktor berat dan sudut ini maka daerah L5-S1 akan selalu terkena tenaga *shear force* lebih besar daripada tempat lainnya. Makin besar sudut *Ferguson* makin besar pula tenaga yang mengenainya.

Untuk menunjang fungsi utama tulang punggung yaitu menyangga berat badan, maka tulang punggung diperkuat oleh suatu jaringan ikat yang sangat kuat yaitu *ligamentum* dan otot. *Ligamen-ligamen* yang memperkuat tulang punggung dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu:

- 1). *Ligamen intersegmental*, yaitu ligamen yang menghubungkan seluruh panjang tulang punggung dari ujung ke ujung.
- 2). *Ligamen intrasegmental*, yaitu ligamen yang menghubungkan dari satu ruas tulang belakang ke ruas yang berdekatan.
- 3). Ligamen-ligamen yang memperkuat hubungan antara tulang *osipitalis* dengan C1, C1 dengan C2 dan *ligamentum sakroiliaka* di antara tulang *sacrum* dengan tulang pinggul.

Sedangkan otot-otot penting yang menjaga stabilitas tulang belakang adalah:

- 1). Otot-otot dinding perut.
- 2). Otot *ekstensor* tulang punggung.
- 3). Otot *gluteus maksimus*.
- 4). Otot *fleksor* paha.
- 5). Otot *hamstring*.

Arah pergerakan tulang punggung sangat ditentukan oleh arah bidang *fasies artikularisnya*. Tulang *torakal* di mana arah pergerakan bidang *fasies artikularisnya* pada bidang *frontal*, maka gerakan fleksi hampir tidak mungkin dilakukan, apalagi ditambah adanya tulang iga. Sebaliknya pada tulang *lumbal* di mana arah *fasies artikularisnya* terletak pada bidang *sagital*, maka gerakan fleksi-ekstensi adalah gerakan utamanya. Memang gerakan fleksi-ekstensi tubuh pusatnya di sini, terutama antara L5-S1 (75% gerakan terjadi di sini).

Bila ditinjau lebih jauh, gerakan fleksi-ekstensi tulang lumbo-sakral ini secara keseluruhan hanya mencapai 80°, sedangkan kenyataannya tubuh mampu membungkuk ke depan hingga tangan menyentuh lantai. Hal ini dimungkinkan oleh adanya gerakan tulang pinggul terhadap tulang paha pada sendi paha. Gerakan simultan ini disebut irama *lumbal-pelvis*.

Dalam ilmu *kinesiologi* tubuh manusia dikenal istilah titik berat badan atau pusat gravitasi tubuh (PG). Dalam keadaan normal PG terletak 2,5 cm di depan tulang S2. Bila tubuh berdiri tegak dan PG terletak pada tempat normal, maka posisi tegak ini dipertahankan dengan tenaga yang minimal dari otot tubuh. Setiap penyimpangan atau kelainan letak PG akan disertai usaha atau kompensasi tubuh untuk mengembalikannya pada tempat yang normal, tetapi dengan tenaga ekstra. Bila hal ini berlangsung dalam waktu lama akan timbul kelelahan otot-otot tersebut, selanjutnya dapat merupakan sumber *low back pain*.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian terutama yang berkaitan dengan pengukuran antropometri postur duduk di lantai (bersila) sejauh yang diketahui belum ada. Sedangkan penelitian tentang kursi-kursi umum kebanyakan dilakukan di negara barat, maka ukuran-ukuran yang direkomendasikan tidak dapat diterapkan langsung terhadap masyarakat Indonesia karena data antropometri orang Indonesia pasti berbeda dengan data antropometri orang Barat. Disamping itu data antropometri diambil pada posisi duduk di kursi, bukan pada duduk bersila. Namun demikian ada beberapa hal yang mungkin perlu dipertimbangkan, yaitu:

1. Sandaran Punggung.

Penelitian mengenai sandaran punggung untuk kursi-kursi umum sudah banyak dilakukan. Sandaran punggung yang dirancang dengan baik akan berpengaruh besar dalam meningkatkan kenyamanan. Sandaran punggung harus terlebih dahulu mampu menyangga *lumbar*. Bentuk sandaran punggung sedapat mungkin mendekati bentuk (kontur) tulang punggung, khususnya daerah *lumbar*. Keegen (1962) menyarankan agar sandaran punggung berbentuk condong ke muka pada daerah lumbar agar postur *lordosis* dapat tercapai dan membentuk sudut 100° dengan permukaan alas-duduk. Danhaus (1976) mengemukakan tinggi dan lebar sandaran punggung harus disesuaikan dengan keadaan gerak lengan dan pundak, jika banyak gerak yang dilakukan maka dibutuhkan sandaran punggung yang lebih kecil, begitu pula

sebaliknya. Yamaguchi (1970) juga melakukan penelitian mengenai hubungan antara kemiringan alas duduk dan sudut sandaran punggung dengan mengamati gaya-gaya yang terjadi pada piringan antar ruas tulang belakang

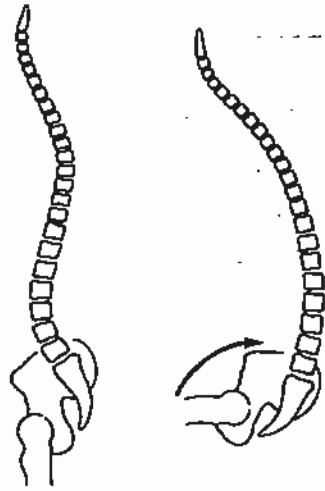
2. Duduk di Lantai.

Homo sapiens mampu melakukan 1000 posisi istirahat yang nyaman Hewes (1957), tetapi dalam kebiasaan sehari-hari hanya sebagian dari jumlah di atas dilakukan karena peradaban, iklim, pakaian dan daerah. Variasi posisi duduk bersila di India sangat banyak. Sen (1984) telah meneliti keuntungan dari sikap duduk di lantai seperti bersila, bersimpuh dst, antara lain:

- a. Rasa tidak nyaman dapat disebabkan oleh perbedaan suhu pada level kepala dengan suhu pada level kaki melebihi 3° . Dengan duduk di lantai perbedaan ini menjadi lebih kecil. Untuk sikap bersimpuh ketidaknyamanan yang disebabkan oleh kemiringan lantai atau alas dapat dihindari.
- b. Laju aliran darah yang kembali dari kaki diperbaiki, sebagai akibatnya akan meningkatkan volume aliran darah untuk pendinginan tubuh.
- c. Keuntungan point b. di atas mengakibatkan varises orang India lebih kecil bila dibandingkan dengan ibu rumah tangga di Inggris.
- d. Duduk jongkok juga digunakan pada WC di India. Jongkok disarankan karena postur ini mendukung daerah *inguinal* pada saat kenaikan tekanan dalam perut.
- e. Posisi istirahat yang diinginkan oleh sendi panggul adalah 45° , bukan 90° sehingga posisi duduk simpuh mengakibatkan otot-otot kaki rileks dan tulang belakang mempunyai kurva cembung ke depan (*lordosis*).
- f. Di industri skala kecil postur berjongkok atau duduk di lantai mungkin menguntungkan secara ergonomi karena dapat terhindar dari kegiatan mengangkat beban berat ke permukaan yang lebih tinggi. Dengan postur ini pula kaki dapat digunakan untuk memegang benda/menahan benda.
- g. Banyak kebebasan untuk mengubah postur tubuh dibandingkan dengan duduk di sebuah kursi.

3. Kurva Tulang Belakang.

Pada saat seseorang berdiri tegak, tulang punggung membentuk kurva hurup S ganda, Imri (1997). Pada posisi duduk tegak yaitu sumbu badan dan paha membentuk sudut 90 derajat, ada beberapa perubahan yang terjadi. Keegen (1992) mengemukakan bahwa sudut 90° yang dibentuk oleh badan dan paha pada dasarnya terdiri atas 60° perputaran sendi pinggul dibantu oleh melurusnya kurva tulang *lumbar*. Perubahan yang terjadi pada saat peralihan dari posisi berdiri ke posisi duduk adalah: tepi atas dari pelvis berputar ke belakang, *sacrum* berputar ke atas dan tulang punggung berubah dari kurva *lordosis* menjadi kurva lurus atau cembung (*kyfosis*). Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.3. Untuk mendapatkan lordosis, seseorang harus duduk dengan punggung tegak. Sikap duduk tegak sangat disarankan oleh ahli ortopaedi karena dengan sikap ini tulang belakang dipertahankan bentuknya berupa hurup S ganda dengan *lordosis* di bagian *lumbar* serta tekanan pada *intervertebral disc* ada pada kondisi minimal, Grandjean (1988). Mandal (1984), menyarankan kursi lebih tinggi dan meja dengan kemiringan lebih besar yang secara otomatis membentuk postur tegak serta mengurangi sikap bungkuk pada tulang belakang. Hal sama juga dapat dicapai pada kursi keseimbangan (*balance seats*) dari Norway, dimana kursi ini memiliki alas duduk miring ke depan sebesar 24° serta penyangga lutut. Kursi ini menyebabkan sikap setengah duduk dan setengah berlutut, sudut yang lebih besar terbentuk di antara tulang paha dengan sumbu badan serta *lordosis* pada lumbar. Untuk mengurangi kelelahan akibat sikap duduk tegak tersebut diperlukan sandaran punggung yang sesuai dengan kurva tulang punggung. Mandal (1991) bahkan mengusulkan alas duduk miring ke depan sampai 15° untuk mendapatkan *lordosis* yang optimal pada saat duduk



Gambar 2.3. Perubahan Kurva *Lumbar* dari Posisi Berdiri ke Posisi Duduk
(Sumber: Sander, *Human dimension in engineering and design*, 1992:439)

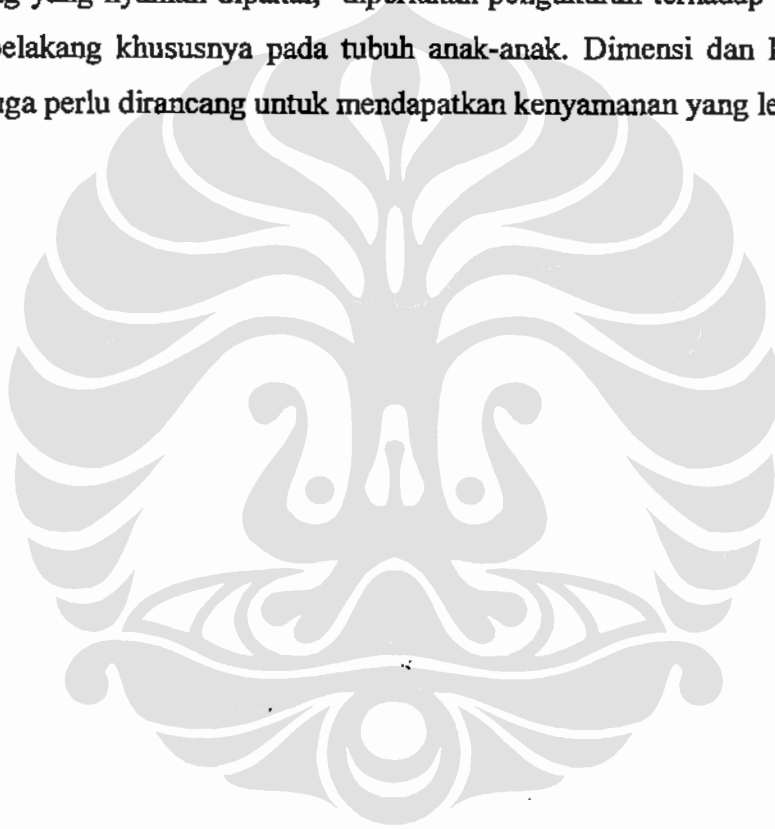
C. Kerangka Berpikir

Duduk merupakan suatu kebutuhan. Hampir separuh dari waktu yang ada dalam satu hari digunakan untuk duduk, baik duduk untuk bekerja, istirahat, bepergian maupun untuk kegiatan lainnya. Sedangkan kegiatan duduk bersila yang sudah dikenal oleh masyarakat Indonesia banyak digunakan pada kegiatan yang bersifat keagamaan maupun kegiatan informal. Pelaku kegiatan duduk di lantai khususnya di Indonesia sangat besar. Menurut data Lembaga Pembinaan Pendidikan Taman Kanak-kanak Al Quran, Badan Koordinasi Pemuda Remaja Masjid Indonesia (LPPTKA-BKPRMI), jumlah santri yang aktif untuk seluruh Indonesia sebanyak empat juta, Lamto (2001). Angka yang lebih besar diperoleh dengan menambahkan jumlah anak-anak dan orang dewasa yang menggunakan postur duduk di lantai dalam menjalankan kegiatannya. Bahkan di daerah Ciganjur Jawa Barat terdapat sekolah yang bernama Sekolah Alam dimana peserta didik yaitu anak-anak berusia Taman Kanak-kanak (TK) sampai Sekolah Dasar (SD) belajar dengan posisi duduk di lantai.

Secara umum kegiatan duduk di lantai atau bersila dapat diasumsikan rata-rata satu jam sehari untuk sembahyang dan untuk kegiatan pertemuan keagamaan dan kegiatan lain yang tidak menyediakan tempat duduk diasumsikan kurang lebih dua jam perminggu. Sedangkan kegiatan belajar bagi anak-anak di TPA yang diselidiki,

dijadualkan tiga kali seminggu masing-masing dua jam tiap pertemuan. Berdasarkan pengamatan di lapangan diketahui bahwa pada saat duduk bersila seseorang cenderung untuk mencari tempat untuk menyandarkan punggungnya. Hal ini berarti duduk bersila sebetulnya memerlukan sandaran punggung.

Untuk anak-anak yang sedang dalam pertumbuhan dan perkembangan hal ini merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian. Anak-anak yang bagian tubuhnya sedang berkembang, bila terus-menerus berada pada posisi duduk yang tidak aman dan nyaman maka akan dapat menyebabkan kesalahan dan cedera pada sejumlah otot-ototnya. Oleh karena itu, untuk mendapatkan rancangan sandaran punggung yang nyaman dipakai, diperlukan pengukuran terhadap kurva lengkung tulang belakang khususnya pada tubuh anak-anak. Dimensi dan kemiringan alas duduk juga perlu dirancang untuk mendapatkan kenyamanan yang lebih tinggi.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kodya Bekasi tepatnya di daerah Perumnas III Bekasi Timur pada bulan Mei 2001 s/d Januari 2002.

B. Populasi dan Sampel Penelitian

Sampel penelitian diambil di daerah Perumnas III Bekasi Timur tepatnya di Kelurahan Aren Jaya RT 006, RW 011. Besarnya sample 30 orang dengan asumsi bahwa data antropometri mengikuti distribusi normal. Pengambilan sampel dilakukan secara acak. Pemilihan tempat ini didasarkan atas kondisi Kota Bekasi saat ini sudah dapat dikatakan sebagai kota metropolitan dengan penduduk sudah heterogen. Dengan demikian pengambilan sampel hanya di satu tempat pun dapat dikatakan sampel acak.

C. Variabel Penelitian.

Penelitian ini hanya membahas mengenai:

1. Bentuk persamaan kurva tulang belakang tubuh anak-anak pada posisi duduk bersila tegak yang berusia antara 8 s/d 13 tahun. Variable bebas adalah titik-titik (ordinat) sepanjang punggung dan variable tidak bebas adalah titik-titik (absis) yang bersesuaian dengan ordinat di atas yang diukur terhadap garis tegak sepanjang punggung.
2. Dimensi khususnya sandaran punggung dengan variabelnya adalah tinggi bagian bawah tulang belikat dan tinggi pusar.
3. Alas duduk dengan variabelnya adalah kemiringan alas duduk. Kemiringan alas duduk dalam penelitian ini ditetapkan tiga macam yaitu alas duduk datar, miring 5° serta miring 10° .

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sesuai waktu dan tempat yang telah ditentukan.

Alat ukur yang digunakan adalah:

1. Meteran logam untuk mengukur data antropometri posisi bersila.
2. *Goniometer* untuk mengukur derajat kemiringan.
3. *Sitting machine* untuk mengukur kelengkungan tulang belakang. Ilustrasi *sitting machine* tertera pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. *Sitting Machine* Versi i Wayan Sukania

E. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara berurutan sebagai berikut:

1. Studi pustaka, studi jurnal penelitian yang relevan dan studi lapangan. Studi pustaka adalah kegiatan mengumpulkan teori dasar pendukung untuk menyelesaikan masalah yang ada. Teori tersebut antara lain teori ergonomi, antropometri, konsep persentil, konsep keseimbangan duduk, tulang punggung. Sedangkan studi penelitian yang relevan adalah kegiatan mengumpulkan jurnal hasil penelitian yang sesuai dengan masalah yang

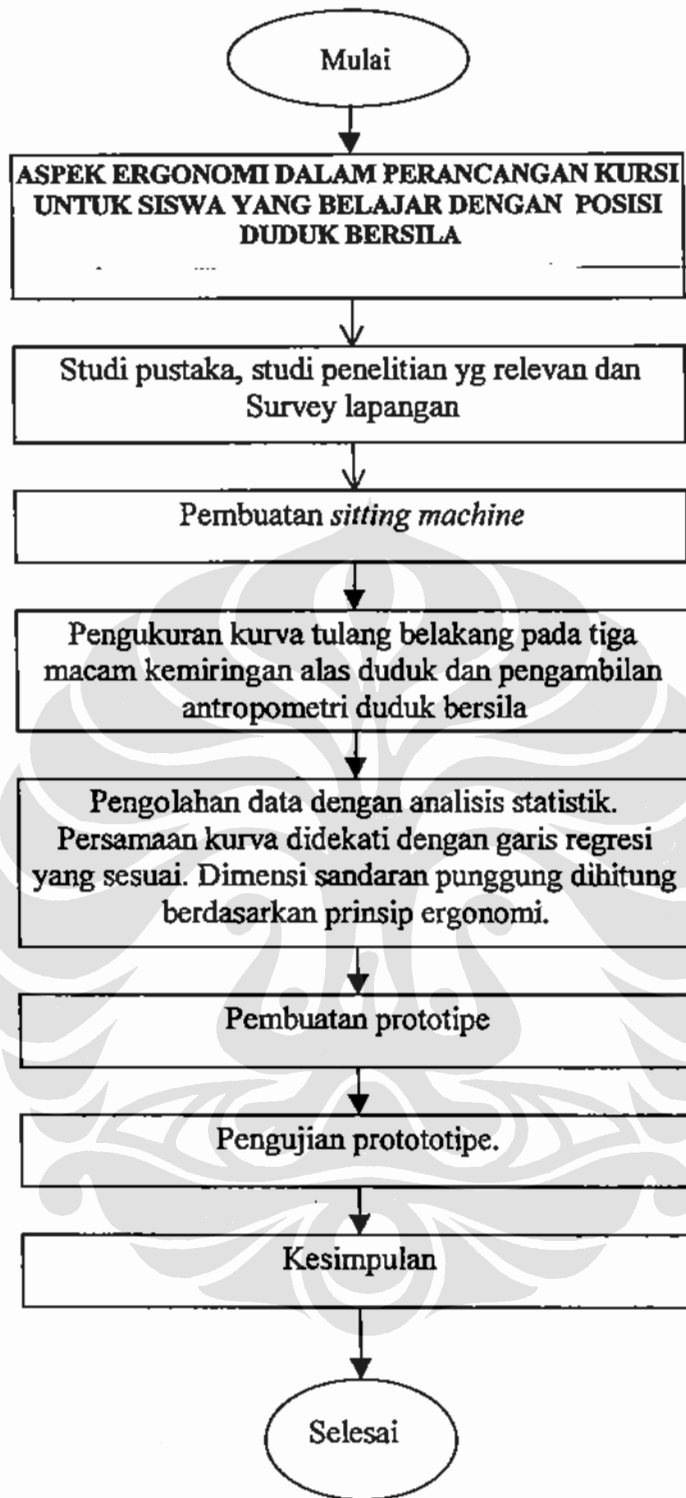
dibahas, yaitu kajian tentang sikap duduk dan akibatnya pada tubuh, sikap duduk di lantai serta kurva tulang belakang.

2. Membuat alat ukur (*sitting machine*) untuk mengukur kelengkungan tulang belakang pada anak-anak. *Sitting machine* adalah sebuah alat ukur yang diciptakan untuk mengukur kurva lengkung tulang belakang. Secara garis besar alat ini terdiri dari balok-balok tipis dengan ketebalan 12 mm yang disusun bertumpuk-tumpuk, dilengkapi dengan skala ukur dalam mm. Sebelum digunakan alat ini dikalibrasi dengan cara menempelkan alat ukur pada bidang rata sehingga diketahui deviasi masing-masing pelat ukur. Deviasi ini digunakan untuk memperoleh angka pengukuran yang lebih tepat dengan tingkat ketelitian 1 mm. Alat ini juga dilengkapi dengan alas duduk yang dapat diatur kemiringannya pada tiga level, yaitu datar, miring 5° dan miring 10°.
3. Pengambilan sampel anak-anak di daerah Perumnas III Bekasi Timur. Sampel adalah anak-anak yang berusia 8-13 tahun dimana tubuh mereka sedang dalam tahap pertumbuhan. Disamping faktor umur, faktor tinggi badan merupakan pertimbangan penting yang diperhatikan. Jadi walaupun umur sampel ada dalam interval di atas, tetapi mempunyai tinggi badan lebih tinggi atau lebih rendah dari batas yang telah ditetapkan, maka sampel tersebut tidak dipilih.
4. Pengambilan data antropometri statis dan data kelengkungan tulang belakang. Data antropometri diambil pada posisi duduk bersila tegak, yaitu lebar duduk bersila, tinggi lutut bersila, jarak pantat ke lutut, jarak pantat ke ujung jari, tinggi pusar, tinggi bagian bawah tulang belikat serta lebar pinggul. Data kelengkungan tulang belakang diambil dengan jalan menempelkan alat ukur pada punggung anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak dengan tiga level kemiringan alas duduk.
5. Mengolah data hasil pengukuran dengan analisis statistik. Seluruh data yang diperoleh terlebih dahulu diuji kenormalannya, selanjutnya dihitung range, rata-rata, standar deviasi. Persamaan kurva tulang belakang akan didekati

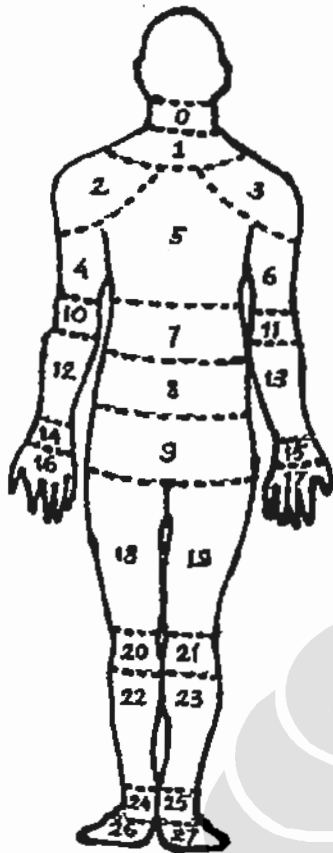
dengan persamaan garis regresi yang sesuai. Sedangkan dimensi kursi sila dihitung berdasarkan prinsip ergonomi.

6. Pembuatan tiga macam prototype. Prototype terbuat dari bahan multiplek 10 mm untuk alas duduk , multiplek 4 mm untuk bidang sandaran punggung serta rangka kayu. Tiga buah mal dibuat sesuai dengan ketiga persamaan kurva yang ada. Mal ini digunakan untuk membuat kurva rangka sandaran punggung. Prototype yang sudah jadi, selanjutnya dikalibrasi dengan menggunakan mal yang ada untuk mengetahui deviasi ukuran antara tempat-tempat pada sandaran punggung dengan mal. Ketelitian diambil 1 mm dengan alasan pertama, mengingat bagian punggung manusia dibungkus oleh jaringan otot dan daging yang mempunyai sifat elastis, sehingga sangat sulit dilakukan pengukuran secara teliti. Alasan kedua, tubuh manusia bukan alat ukur yang teliti sehingga ketelitian 1 mm akan sulit dirasakan. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa terjadi penyimpangan ukuran sandaran dengan malnya terutama pada bagian yang agak lurus (posisi tengah sandaran), tetapi masih dalam ketelitian 1 mm.
7. Pengujian prototype. Pengujian dilakukan dengan jalan meminta responden duduk bersila dengan menggunakan setiap prototype selama kurang lebih satu jam, kemudian responden diminta mengisi kuesioner penilaian komponen kursi dan kenyamanan pada beberapa bagian tubuh. Hasil pengujian ini selanjutnya dianalisis dengan menggunakan statistik. Bentuk kuesioner diilustrasikan pada Tabel 3.1 dan 3.2.
8. Menyimpulkan hasil penelitian dan saran.

Secara lebih lengkap prosedur penelitian seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Metodologi Penelitian



Nama responden:..... L/P, Umur,.....th
Isilah dengan memberikan tanda X pada jawaban saudara

Tabel 3.1 Penilaian Bagian-bagian Kursi

No	Komponen kursi	Penilaian		
		Terlalu besar	Cukup	Terlalu kecil
1.	Tinggi sandaran punggung (5)			
2.	Lebar sandaran punggung			
3.	Lebar sandaran pinggang (7)			
4.	Kelengkungan sandaran pinggang			
5.	Lebar alas duduk			
6.	Kedalaman alas ddk			
7.	Kemiringan alas duduk 0, 5, 10°			

Tabel 3.2 Tes Kenyamanan Penggunaan Kursi

No	Kenyamanan pada bagian tubuh	Penilaian		
		Nyaman	Netral	Tidak nyaman
1.	Punggung (5)			
2.	Pinggang (7)			
3.	Bokong (8)			
4.	Pantat (9)			
5.	Paha (18,19)			
6.	Lutut (20,21)			
7.	Kaki (26,27)			

F. Konsep Rancangan Kursi Sila

Kursi sila yang dirancang merupakan sebuah fasilitas duduk untuk kegiatan duduk di bawah seperti bersila, duduk dengan kaki selonjor maupun duduk bebas. Kursi ini terdiri dari dua bagian yaitu:

1. Alas Duduk.

Alas duduk yang dirancang berbentuk datar seperti yang dianjurkan oleh Konsensus Perkumpulan Ergonomi Internasional dan *The Human Factors Society*. Bentuk ini dipilih mengingat alas duduk datar memberikan

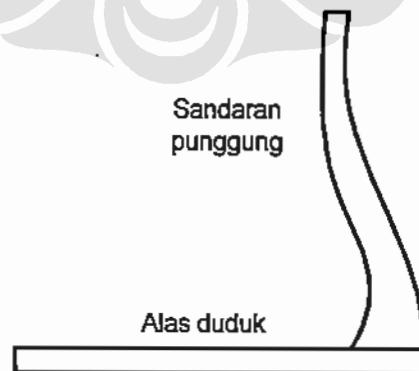
kemungkinan kebebasan gerak selama duduk. Mengingat pada postur duduk bersila ada tiga titik tumpuan (persentuhan) antara tubuh dengan alas duduk, yaitu pantat dan di kedua punggung kaki, maka alas duduk dirancang agar dapat melingkupi ketiga titik tadi. Untuk memberikan kenyamanan yang lebih baik, maka dimensi alas duduk ditentukan berdasarkan antropometri duduk bersila, yaitu:

- a. Jarak lutut ke lutut.
- b. Jarak pantat ke ujung jari kaki.
- c. Lebar pinggul.

Berdasarkan ketiga faktor di atas maka diperoleh alas duduk berbentuk trapezium sama kaki dan agar aman, bagian sudut alas duduk ditumpulkan (*fillet*).

2. Sandaran Punggung.

Bentuk kurva sandaran punggung dirancang berdasarkan hasil pengukuran terhadap kurva lengkung tulang belakang pada tubuh anak-anak yang duduk bersila tegak. Sandaran ini akan menopang punggung dengan baik terutama pada kegiatan yang memerlukan konsentrasi pandangan mata ke depan seperti mendengarkan ceramah, diskusi dll. Tinggi sandaran punggung ditentukan berdasarkan tinggi bagian bawah tulang belikat sedangkan lebarnya ditentukan berdasarkan lebar pinggul. Konsep rancangan kursi sila ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Pandangan Samping Kursi Sila

G. Spesifikasi Kursi Sila

Deskripsi				
Kursi sila ini merupakan suatu fasilitas duduk tanpa kaki yang dapat digunakan untuk kegiatan duduk di bawah seperti bersila, kaki selanjor ke depan maupun duduk bebas. Kurva sandaran punggung dirancang mengikuti lekukan tulang punggung sehingga dapat menopang punggung dengan baik terutama pada kegiatan yang memerlukan konsentrasi pandangan mata ke depan seperti mendengarkan ceramah, diskusi dll.				
Spesifikasi				
Alas duduk	Dimensi	Lebar sisi depan	63 cm	
		Lebar sisi belakang	32 cm	
		Kedalaman alas	56.5 cm	
	Bahan	Multiplek 0.8 cm dibungkus kain jok warna biru		
Kemiringan alas duduk	Kursi I	0°		
	Kursi II	5°		
	Kursi III	10°		
Sandaran punggung	Dimensi	Lebar sandaran	32 cm	
		Tinggi sandaran	40.1 cm	
	Bahan	Multiplek 0.4 cm rangka kayu mahoni		
	Kelengkungan sandaran	Kursi I	$y_1 = 8.10^{-5}x^4 - 0.0035x^3 + 0.0462x^2 - 0.0268x + 0.6371$.	
		Kursi II	$y_2 = 9.10^{-5}x^4 - 0.0036x^3 + 0.0426x^2 - 0.0309x + 0.5936$.	
Kursi III		$y_3 = 7.10^{-5}x^4 + 0.0025x^3 + 0.0245x^2 - 0.0421x + 0.801$.		
Pengguna	Anak-anak berusia 8 s/d 13 tahun dengan antropometri posisi duduk bersila sbb:			
	Jarak lutut ke lutut		63 cm. max	
	Jarak pantat ke ujung jari kaki		56.5 cm. max	
	Lebar pinggul		32 cm. max	
	Tinggi pusar		15.2 cm. min	
	Tinggi bagian bawah tulang belikat		40.1 cm. max	
	Tinggi bahu		50.1 cm. max	

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

A. Deskripsi Data.

1. Antropometri Tubuh Anak-Anak Untuk Perancangan Kursi.

a. Antropometri duduk bersila.

Antropometri duduk bersila adalah ukuran-ukuran tubuh pada saat duduk bersila. Pada penelitian ini diambil 30 orang responden dengan hasil selengkapnya dapat dilihat pada Appendix 1 (A.1), sedangkan analisis statistiknya dimuat pada Appendix 2 (A.2). Statistik data antropometri duduk bersila yang terpenting diilustrasikan pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1. Ringkasan Data Antropometri Duduk Bersila

No	Antropometri	Range Mak-min cm	Rata-rata (cm) $\bar{X}$	Standar deviasi (cm) σ
1.	Jarak lutut-lutut	15	55.18	4.647
2.	Tinggi lutut bersila	12	17.65	3.165
3.	Jarak pantat-lutut	15	43.42	4.913
4.	Jarak pantat-ujung jari	21	42.52	5.426
5.	Tinggi pusar	9	17.68	2.104
6.	Tinggi tulang belikat	10	34.17	3.599
7.	Tinggi bahu	10	43.95	3.747
8.	Lebar pinggul	5	28.20	2.370

b. Antropometri kelengkungan tulang belakang.

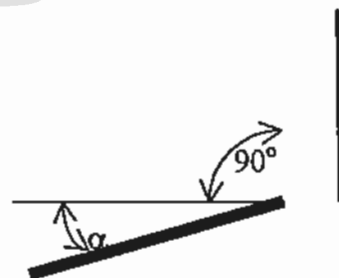
Data antropometri kelengkungan tulang belakang anak-anak pada tiga level kemiringan alas duduk selengkapnya dapat dilihat pada Appendix 3 (A.3) s/d Appendix 5 (A.5). Dengan bantuan statistik diperoleh data ringkasan seperti diilustrasikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Antropometri Kelengkungan Tulang Belakang Anak-anak dengan Tiga Level Kemiringan Alas Duduk

Kemiringan alas duduk	Kemiringan 0°			Kemiringan 5°		Kemiringan 10°	
	TK	Rata-rata	Deviasi standar	Rata-rata	Deviasi standar	Rata-rata	Deviasi standar
		$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ
Ketinggian pada tulang punggung	1	2.7	1.0	2.1	0.9	1.5	0.8
	2	2.0	0.7	1.8	0.7	1.4	0.7
	3	1.5	0.7	1.4	0.6	1.2	0.6
	4	1.1	0.6	1.0	0.5	0.8	0.6
	5	0.8	0.5	0.7	0.4	0.6	0.5
	6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.4
	7	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3
	8	0.3	0.2	0.3	0.2	0.4	0.4
	9	0.4	0.3	0.4	0.3	0.6	0.5
	10	0.6	0.4	0.5	0.4	0.8	0.9
	11	0.8	0.5	0.7	0.6	0.9	0.7
	12	1.1	0.7	1.0	0.7	1.2	0.9
	13	1.0	0.8	0.9	0.9	1.2	1.0
	14	1.3	1.0	1.1	1.0	1.4	1.2
	15	1.4	1.1	1.2	1.1	1.5	1.2
	16	1.7	1.1	1.4	1.2	1.6	1.3
	17	1.8	1.2	1.5	1.3	1.7	1.3
	18	2.0	1.2	1.6	1.3	1.8	1.3
	19	2.3	1.3	1.8	1.4	1.9	1.4
	20	2.5	1.3	1.9	1.4	1.9	1.4
	21	2.7	1.3	2.1	1.4	2.1	1.3
	22	2.8	1.2	2.1	1.4	2.1	1.3
	23	2.8	1.2	2.1	1.4	2.1	1.3
	24	2.8	1.1	2.1	1.4	2.1	1.3
	25	2.8	1.1	2.1	1.4	2.0	1.3
	26	2.9	1.2	2.1	1.4	2.1	1.3
	27	3.1	1.2	2.3	1.4	2.3	1.2
	28	3.1	1.2	2.4	1.4	2.4	1.2
	29	3.3	1.2	2.7	1.3	2.6	1.2

Keterangan:

- 1 TK: Titik Ketinggian pada tulang belakang diukur dari alas duduk
- 2 Interval setiap titik ketinggian 14 mm
- 3 Angka dalam tabel adalah kedalaman tulang punggung yang diukur terhadap referensi 0 mm



Gambar 4.1. Ilustrasi Kemiringan Alas Duduk

2. Data Hasil Pengujian Kursi.

Kegiatan pengujian kursi dilakukan terhadap 40 orang anak-anak selama sepuluh hari, mulai tanggal 23 Desember 2001 s/d 1 Januari 2002. Pengujian dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu penilaian komponen kursi dan pengujian kenyamanan duduk selama kurang lebih 45 menit tiap kursi. Data antropometri responden dan statistik datanya dapat dilihat pada Appendix 6 (A.6) s/d Appendix 9 (A.9). Sedangkan ringkasan data hasil pengujian diilustrasikan pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.3 Ringkasan Hasil Penilaian Komponen Kursi Duduk Bersila
Terhadap 40 Responden

No	Nama Bagian Kursi	Penilaian		
		Terlalu kecil	Cukup	Terlalu Besar
1.	Tinggi sandaran punggung	9	29	2
2.	Lebar sandaran punggung	2	30	8
3.	Lebar sandaran pinggang	2	26	12
4.	Lebar alas duduk	1	26	13
5.	Kedalaman alas duduk	1	26	13
6.	Kelengkungan sandaran K 1	2	32	6
7.	Kelengkungan sandaran K 2	5	32	3
8.	Kelengkungan sandaran K 3	4	30	6
9.	Kemiringan alas duduk 0°	4	36	0
10.	Kemiringan alas duduk 5°	2	34	4
11.	Kemiringan alas duduk 10°	-	20	20

Keterangan:

K1 : Kursi I dengan kemiringan alas duduk 0°.

K2 : Kursi II dengan kemiringan alas duduk 5°.

K3 : Kursi III dengan kemiringan alas duduk 10°.

Tabel 4.4 Ringkasan Hasil Pengujian Kenyamanan Kursi Duduk Bersila Terhadap 40 Responden

No	Nama Bagian Tubuh	Penilaian		
		Tidak Nyaman	Netral	Nyaman
1	Punggung K1	6	13	21
	Punggung K2	6	9	25
	Punggung K3	9	11	20
2	Pinggang K1	4	17	19
	Pinggang K2	10	19	11
	Pinggang K3	7	20	13
3	Bokong K1	4	22	14
	Bokong K2	9	17	14
	Bokong K3	13	18	9
4	Pantat K1	2	11	27
	Pantat K2	4	15	21
	Pantat K3	13	14	13
5	Paha K1	5	22	13
	Paha K2	1	21	18
	Paha K3	5	15	20
6	Lutut K1	7	18	15
	Lutut K2	8	17	15
	Lutut K3	7	16	17
7	Kaki K1	15	14	11
	Kaki K2	14	16	10
	Kaki K3	18	13	9

Keterangan:

K1 : Kursi I dengan kemiringan alas duduk 0° .

K2 : Kursi II dengan kemiringan alas duduk 5° .

K3 : Kursi III dengan kemiringan alas duduk 10° .

B. Analisis Data

1. Beberapa persentil dan nilainya.

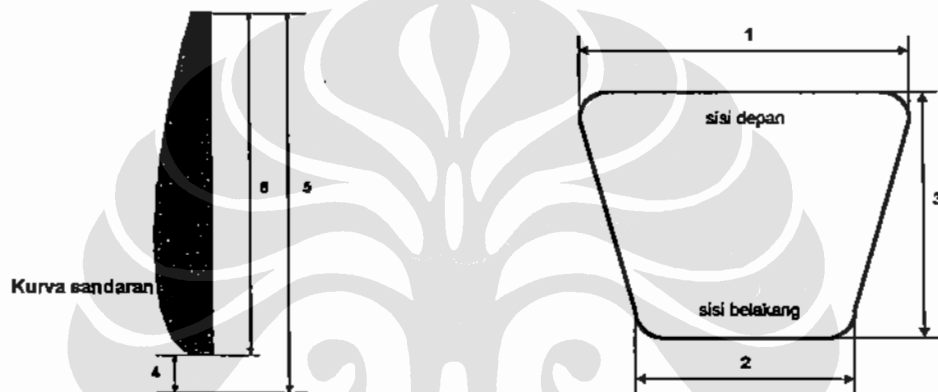
Tabel 4.5. menyatakan hubungan antara persentil dan nilainya yang biasa dipakai dalam perancangan.

Tabel 4.5. Beberapa Persentil dan Nilainya

Persentil ke	Nilai	Persentil ke	Nilai
2.5	$\bar{x} - 1,96.\sigma_x$	50	$\bar{x}$
5	$\bar{x} - 1,645.\sigma_x$	95	$\bar{x} + 1,645.\sigma_x$

2. Perancangan alas duduk.

Alas duduk untuk kursi bersila ini dirancang tiga macam yaitu alas datar, miring ke depan 5° dan 10° , sedangkan sandaran dibuat tegak. Dimensi alas dan tinggi sandaran ditentukan berdasarkan data antropometri anak-anak yang duduk bersila (Tabel 4.1). Hasil perhitungan dinyatakan pada Tabel 4.6.



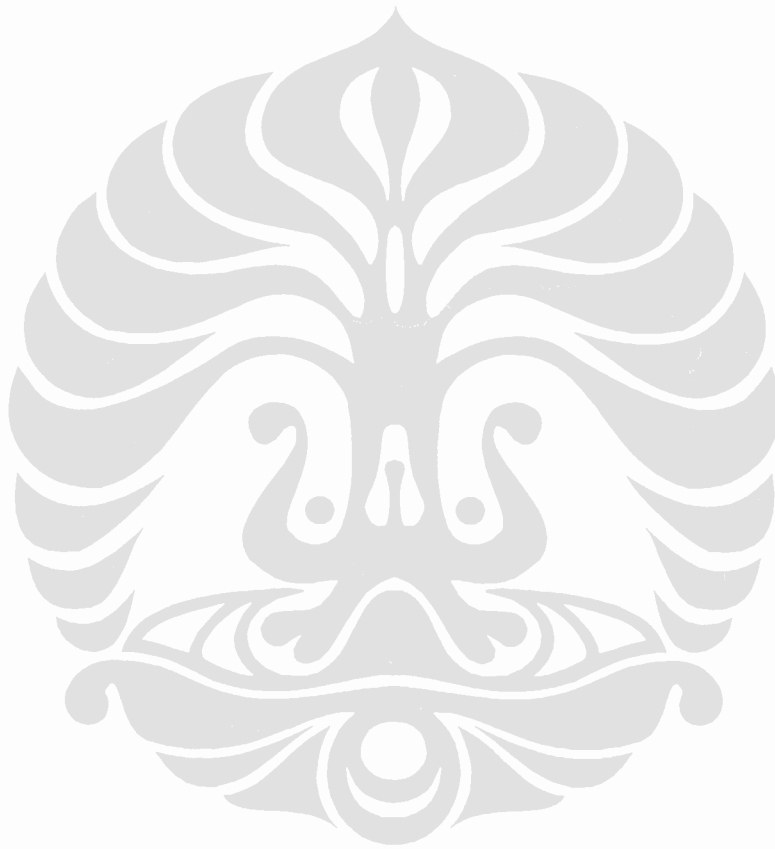
Gambar 4.2. Alas Duduk dan Sandaran Punggung

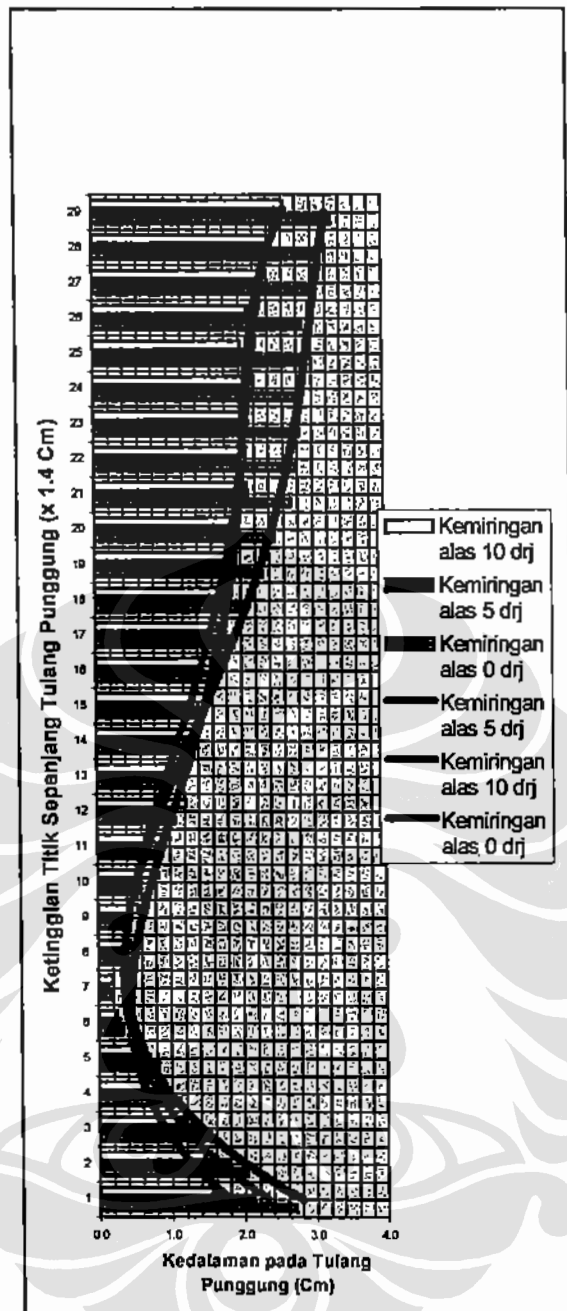
Tabel 4.6. Dimensi Alas Duduk dan Tinggi Sandaran Pinggang

No	Nama ukuran	Ukuran yang dipakai	Nilai Persentil	Kelonggaran (cm)	Dimensi (cm)
1	Lebar sisi depan	Jarak lutut ke lutut	95	0	62.82
2	Lebar sisi belakang	Lebar pinggul	95	0	32.09
3	Kedalaman alas	Jarak pantat ke ujung jari kaki	95	5	56.45
4	Tinggi sisi bagian bawah sandaran	Tinggi pusar	5	0	14.22
5	Tinggi sisi bagian atas sandaran	Tinggi bagian bawah tulang belikat	95	0	40.10
6	Panjang sandaran	5 - 4		0	25.88

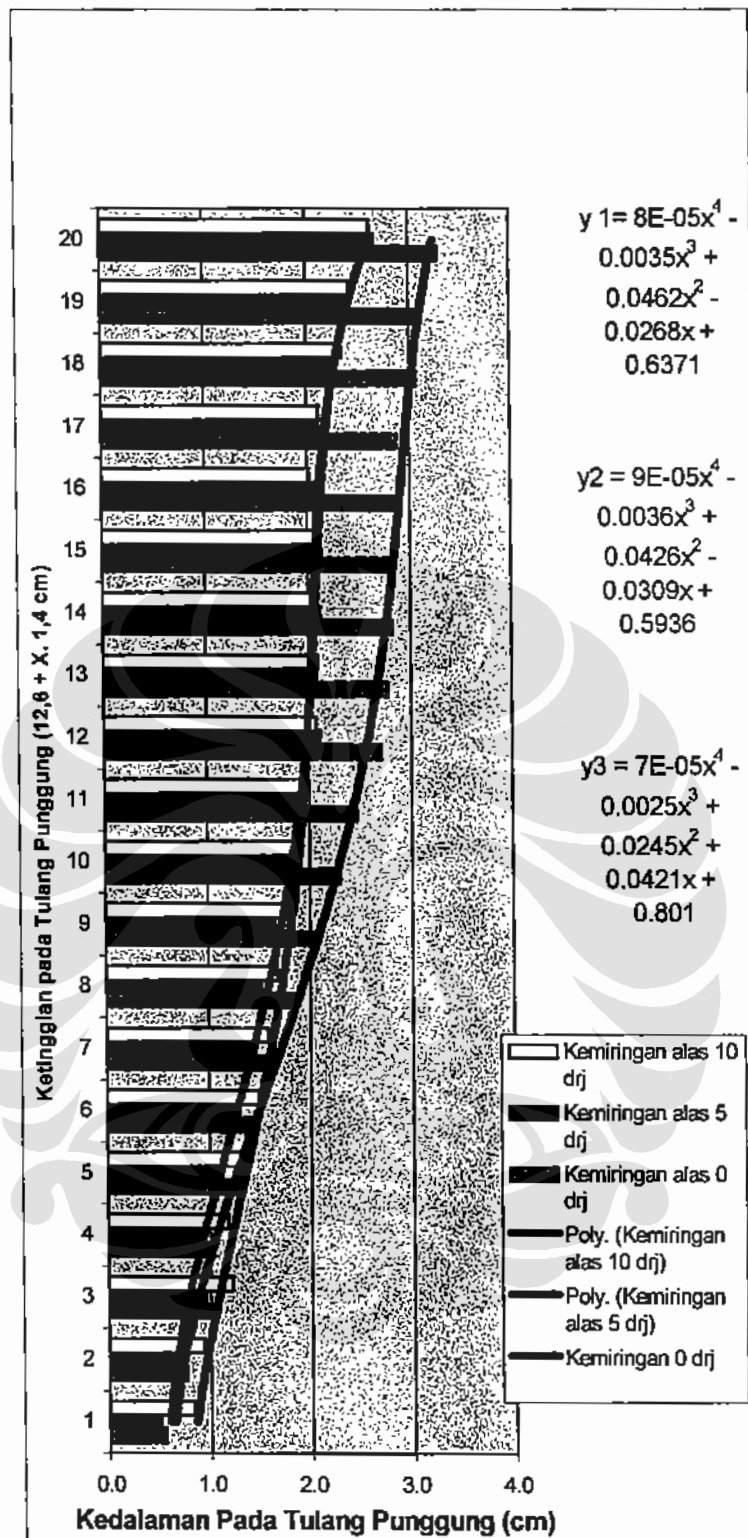
3. Kurva sandaran punggung.

Data ringkasan hasil pengukuran kelengkungan tulang punggung pada anak-anak dengan menggunakan *sitting machine* seperti tertera pada Tabel 4.2, selanjutnya dicari persamaan kurvanya dengan analisis regresi yang sesuai. Gambar 4.3 menunjukkan kurva kelengkungan bagian belakang tubuh anak-anak yang diukur dari alas duduk sampai dengan bagian bawah tulang belikat, sedangkan Gambar 4.4 menunjukkan kurva tulang belakang anak-anak pada posisi duduk bersila yang dihitung menggunakan nilai persentil ke-5 untuk ketinggian pusar dan persentil ke-95 untuk tinggi bagian bawah tulang belikat.





Gambar 4.3. Kurva Kelengkungan Bagian Belakang Tubuh Anak-anak yang Duduk Bersila Diukur dari Alas Duduk sampai Bagian Bawah Tulang Belikat



Gambar 4.4. Kurva Kelengkungan Tulang Belakang Tubuh Anak-anak yang Duduk Bersila Berdasarkan Nilai Persentil ke-5 Tinggi Pusat dan Persentil ke-95 Tinggi Tulang Belikat.

C. Pembahasan.

1. Perancangan Alas Duduk dan Sandaran Punggung.

Sikap duduk tegak sangat disarankan oleh ahli ortopaedi karena dengan sikap ini tulang belakang dipertahankan bentuknya berupa hurup S ganda dengan *lordosis* di bagian *lumbar* serta tekanan pada *intervertebral disc* ada pada kondisi minimal, Grandjean (1988). Mandal (1984), menyarankan kursi lebih tinggi dan meja dengan kemiringan lebih besar yang secara otomatis membentuk postur tegak serta mengurangi sikap bungkuk pada tulang belakang. Hal sama juga dapat dicapai pada kursi keseimbangan (*balance seats*) dari Norway, dimana kursi ini memiliki alas duduk miring ke depan sebesar 24° serta penyangga lutut. Kursi ini menyebabkan sikap setengah duduk dan setengah berlutut, sudut yang lebih besar terbentuk di antara tulang paha dengan sumbu badan serta *lordosis* pada lumbar. Nampak bahwa bagaimana mempertahankan tulang belakang berbentuk hurup S ganda merupakan perhatian penting dalam sikap duduk dan perancangan fasilitas duduk.

Dengan analogi yang sama, duduk bersila yang baik adalah dengan postur tegak, namun demikian sikap ini membutuhkan adanya kerja statis (*kontraksi*) sejumlah otot untuk mengkompensasi perputaran *pelvis* ke belakang. Akibatnya otot menjadi tegang dan lambat laun terjadilah kelelahan pada otot tersebut. Apabila kelelahan otot punggung sudah terjadi sedangkan sikap duduk bersila harus tetap dipertahankan, ada dua hal yang mungkin dilakukan seseorang yaitu menyandarkan punggung ke suatu sandaran atau membungkuk ke depan. Seperti diketahui bahwa duduk membungkuk mengakibatkan *kyfosis* dan apabila dilakukan dalam jangka panjang besar kemungkinan akan menyebabkan gangguan pada tulang belakang.

Untuk memperlambat timbulnya kelelahan tersebut, diperlukan sandaran punggung yang sesuai terutama pada daerah *lumbar*. Sandaran lumbar juga berfungsi menambah kestabilan duduk. Kenyamanan yang lebih tinggi dapat dicapai dengan memperluas bidang kontak antara punggung dengan sandaran. Namun sandaran yang tinggi akan mengurangi kebebasan gerak dan tentu tidak cocok untuk pekerjaan yang memerlukan banyak gerak. Untuk pekerjaan yang

dilakukan dengan gerakan dan waktu terbatas, sandaran punggung yang ideal adalah setinggi jarak antara bagian bawah tulang belikat dan pusar.

Dalam merancang sandaran punggung, ukuran yang biasa dipakai dalam ergonomi adalah pada persentil ke-95 pada ukuran tinggi tulang belikat dan persentil ke-5 tinggi pusar pada posisi duduk, sehingga 95 % populasi yang menggunakan sandaran punggung tersebut dapat menyandarkan punggung dan pinggangnya dengan nyaman. Dari hasil perhitungan diperoleh panjang sandaran punggung 25,88 cm, ketinggian sisi bagian bawah dan atas diukur dari alas duduk masing-masing 14,22 cm dan 40,10 cm. Disamping dimensi, parameter penting lainnya dalam merancang sandaran punggung adalah konturnya harus pas dengan lekukan tulang belakang.

Alas duduk merupakan komponen kursi yang penting. Bentuk alas duduk paling dasar adalah datar. Konsensus Perkumpulan Ergonomi Internasional dan *The Human Factors Society* memberikan aturan bahwa permukaan alas duduk harus datar dan bagian yang menyentuh lutut bagian dalam harus dibuat melengkung (*rounded edge*), Andar Bagus (1998). Alas duduk yang berkontur dapat mendistribusikan beban tubuh pada pantat lebih merata, namun keadaan ini menimbulkan kesulitan gerak dan sikap statis, Sander (1992). Nampak bahwa alas duduk datar merupakan pilihan tepat untuk sikap duduk yang memerlukan banyak gerakan. Hal terpenting dalam perancangan alas duduk adalah bahwa alas duduk terlebih dahulu harus menyangga tulang duduk (*ischial tuberosities*). Untuk mendapatkan kenyamanan yang lebih tinggi alas duduk harus menyangga seluruh daerah duduk (*buttocks*). Pada postur duduk bersila ada tiga titik tumpuan (persentuhan) antara tubuh dengan alas duduk, yaitu pantat dan di kedua punggung kaki. Oleh karena itu alas duduk dirancang agar dapat melingkupi ketiga titik tadi. Hasil perhitungan dimensi alas duduk ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kelengkungan tulang belakang pada tiga posisi alas duduk, yaitu alas duduk datar, alas duduk miring 5° dan 10°. Kontur tubuh bagian belakang digambarkan pada Gambar 4.3, sedangkan kurva tulang belakang yang diukur mulai dari pusar pada persentil ke-5, sampai pada bagian bawah tulang belikat pada persentil ke-95, pada tiga macam kemiringan alas duduk

tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.4. Berdasarkan kurva tersebut diketahui bahwa :

1. Alas duduk yang datar memberikan kecenderungan anak-anak untuk bersila dalam posisi membungkuk ke depan sehingga tulang belakang daerah lumbar cenderung lurus bahkan membentuk kurva cembung ke depan (*kyposis*). Hal ini mungkin dilakukan untuk menambah kestabilan duduk karena dengan badan condong ke depan letak titik berat badan (*center of gravity*) secara otomatis berpindah ke depan.
2. Kemiringan alas duduk 5 derajat terhadap bidang horizontal memberikan sikap duduk yang lebih tegak bila dibandingkan dengan alas duduk dengan kemiringan nol. Tulang belakang daerah lumbar sudah membentuk kurva agak lurus. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kemiringan alas duduk 5 derajat secara orthopaedi lebih baik dari pada alas duduk datar.
3. Pada kemiringan alas duduk 10 derajat, diperoleh sikap duduk yang paling tegak. Kurva tulang belakang daerah lumbar sudah membentuk lordosis (cembung ke depan). Duduk bersila tegak dengan alas duduk miring 10 derajat berarti sudut yang dibentuk oleh sumbu badan dengan tulang paha lebih besar dari 90 derajat (maksimal 100 derajat). Menurut Andar (1998), postur rileks tubuh terutama sudut yang dibentuk oleh tulang paha dengan sumbu badan adalah kurang lebih 128 derajat pada kondisi tanpa gravitasi. Pada sudut tersebut diperoleh relaksasi yang alami sehingga kelelahan otot terjadi setelah waktu yang cukup lama. Namun alas duduk yang terlalu miring ke depan memungkinkan seseorang meluncur ke depan sehingga perlu penyangga lutut, Grandjean (1993). Sikap duduk sehingga daerah lumbar membentuk kurva lordosis sangat disarankan mengingat kebaikan ini seperti yang sudah diterangkan di bagian teori.

2. Penilaian Komponen Kursi dan Uji Kenyamanan Duduk.

Penilaian komponen kursi adalah penilaian terhadap dimensi alas duduk, dimensi sandaran punggung beserta kelengkungannya. Dimensi alas duduk yaitu lebar alas duduk, kedalaman alas duduk dan kemiringan alas duduk. Dimensi

sandaran punggung yaitu tinggi sandaran, lebar sandaran dan kurva kelengkungan sandaran. Pengujian ini menggunakan tiga macam model di mana perbedaannya terletak pada kemiringan alas duduk dan kurva kelengkungan sandaran punggungnya. Selanjutnya model dinamakan:

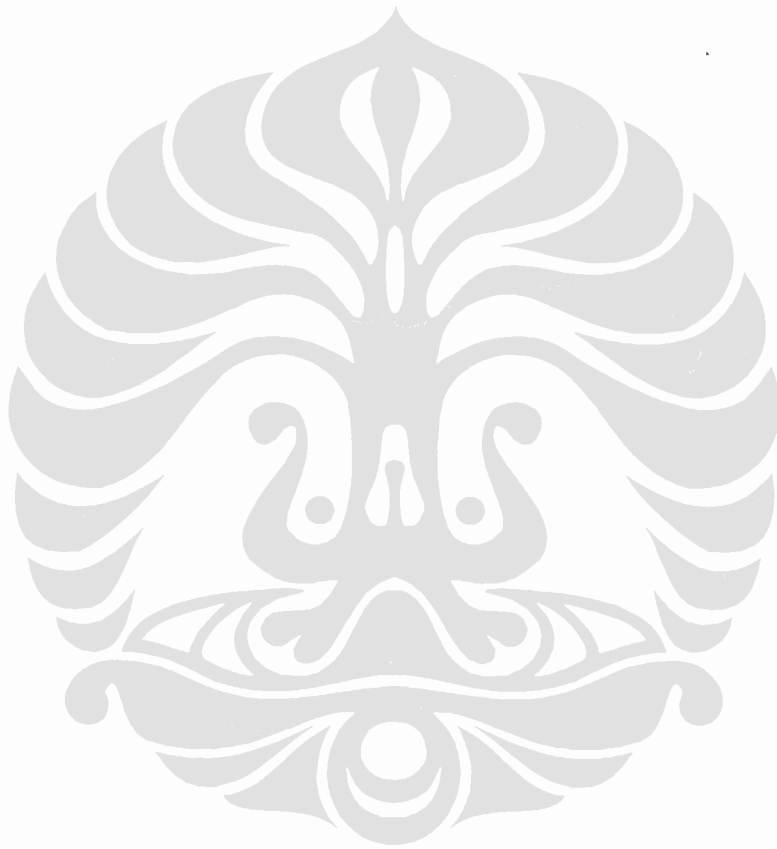
- a. Kursi I (K I) dengan kemiringan alas duduk 0 derajat terhadap bidang horizontal.
- b. Kursi II (K II) dengan kemiringan alas duduk 5 derajat terhadap bidang horizontal.
- c. Kursi III (K III) dengan kemiringan alas duduk 10 derajat terhadap bidang horizontal.

Hasil penilaian yang dilakukan oleh 40 orang responden (Tabel 4.3) menunjukkan bahwa secara umum sekitar 70 % responden menjawab cukup terhadap dimensi tinggi sandaran punggung, lebar sandaran punggung, lebar sandaran pinggang, lebar alas duduk, kedalaman alas duduk, kelengkungan sandaran K I, K II dan K III. Uji *chisquare*, Appendix 10 (A.10) juga menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dari jumlah frekuensi jawaban terhadap tiga pilihan jawaban yang disediakan terhadap komponen kursi di atas. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dimensi komponen kursi dari tiga kursi yang ada di atas telah sesuai dengan *antropometri* pengguna atau dikatakan ergonomis.

Penilaian terhadap kemiringan alas duduk menunjukkan bahwa sekitar 87% responden menjawab cukup terhadap kemiringan K I dan K II, sedangkan terhadap kemiringan alas duduk K III 50% responden menjawab cukup dan 50% menjawab terlalu besar. Hasil ini menunjukkan bahwa kemiringan K I dan K II memberikan kenyamanan yang lebih baik dibandingkan dengan K III. Untuk mengetahui kemiringan alas duduk yang terbaik, maka dilakukan uji anova, Appendix 12 (A. 12). Analisis menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata 5% dari kemiringan K I dan K II. Sedangkan antara kemiringan K III dengan K I dan K II terdapat perbedaan yang signifikan. Dapat disimpulkan bahwa kemiringan alas duduk 0° dan 5° memberikan kenyamanan yang sama atau kemiringan alas duduk yang optimal adalah 0° sampai 5° miring ke depan.

Uji kenyamanan duduk menunjukkan bahwa lebih dari 75% jawaban responden adalah netral dan nyaman pada punggung K I dan K II, pinggang K I dan K III, bokong K I, pantat K I dan K II, paha K I, K II dan K III. Uji *chisquare*, Appendix 10 (A.10) juga menunjukkan adanya perbedaan yang nyata dari jumlah frekuensi jawaban terhadap tiga pilihan jawaban yang disediakan terhadap tingkat kenyamanan bagian-bagian tubuh pada ketiga model kursi. Hasil ini menunjukkan bahwa dimensi komponen model kursi tersebut telah memberikan perasaan nyaman ketika digunakan. Hal ini logis karena dimensi model kursi diperoleh dari hasil pengukuran antropometri dari sebagian anak-anak yang diuji. Sedangkan jawaban responden tersebar secara merata di ketiga jawaban yang diberikan pada kenyamanan punggung K III, kenyamanan pinggang K II, kenyamanan bokong K II dan K III, kenyamanan pantat K III, kenyamanan lutut dan kaki pada ketiga model. Uji *chisquare*, Appendix 10 (A.10) juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata dari ketiga jawaban yang diberikan. Hal ini menunjukkan bahwa kursi dengan alas duduk miring sebesar sepuluh derajat mengakibatkan pantat cenderung merosot ke depan dan akhirnya juga mengurangi kenyamanan pada punggung dan pinggang. Kekurangan ini mungkin dapat diatasi dengan menambahkan penyangga lutut sehingga tidak diperlukan kerja otot-otot untuk mempertahankan posisi atau sikap duduk. Ketidaknyamanan pada kaki terutama punggung kaki dan lutut merupakan hal logis karena pada posisi duduk bersila lutut ditekuk sedemikian rupa sehingga pada kondisi ini mudah sekali terjadi gangguan sirkulasi darah pada lipatan lutut. Punggung kaki yang menekan ke alas duduk dapat menimbulkan metabolisme anaerob lebih lama terjadi sehingga terjadi penumpukan asam laktat di otot betis dan dapat mengakibatkan keluhan rasa tebal dan nyeri. Demikian juga terjadi bendungan pada pembuluh darah sehingga terjadi hambatan aliran darah menuju ke otot. Hal ini mengakibatkan otot kekurangan makanan dan bendungan pada pembuluh darah balik dapat mempercepat proses terjadinya varises. Penekanan juga terjadi pada saraf di kaki yang dapat mengakibatkan terganggunya impuls saraf dari pre sinap ke post sinap. Transmisi impuls akan terganggu sehingga mengakibatkan rasa kesemutan dan tebal.

Untuk mengetahui secara umum prototip mana dari ketiga prototip yang memberikan kenyamanan yang paling baik, maka dilakukan uji anova, Appendix 13 (A.13). Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga model kursi tidak berbeda secara signifikan pada tingkat keyakinan 95%. Dengan kata lain ketiga model kursi memberikan kenyamanan yang sama kepada responden.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka kesimpulan yang bisa ditarik pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persamaan kelengkungan sandaran atau kurva kelengkungan tulang belakang anak-anak yang duduk pada posisi bersila tegak adalah:
 - a. $y_1 = 8.10^{-5}x^4 - 0.0035x^3 + 0.0462x^2 - 0.0268x + 0.6371$.
 - b. $y_2 = 9.10^{-5}x^4 - 0.0036x^3 + 0.0426x^2 - 0.0309x + 0.5936$.
 - c. $y_3 = 7.10^{-5}x^4 + 0.0025x^3 + 0.0245x^2 - 0.0421x + 0.801$.
2. Kursi sila yang memenuhi ergonomi pemakainya dengan dimensi; kedalaman alas duduk 56 cm, lebar sisi depan 63 cm, lebar sisi belakang 32 cm dan tinggi sandaran punggung 40 cm.
3. Kemiringan alas duduk yang memberikan kenyamanan optimal adalah 0° sampai 5° miring ke depan.
4. Uji kenyamanan terhadap 40 orang responden menunjukkan bahwa ketiga jenis prototip memberikan rasa kenyamanan yang sama.

B. Saran-saran.

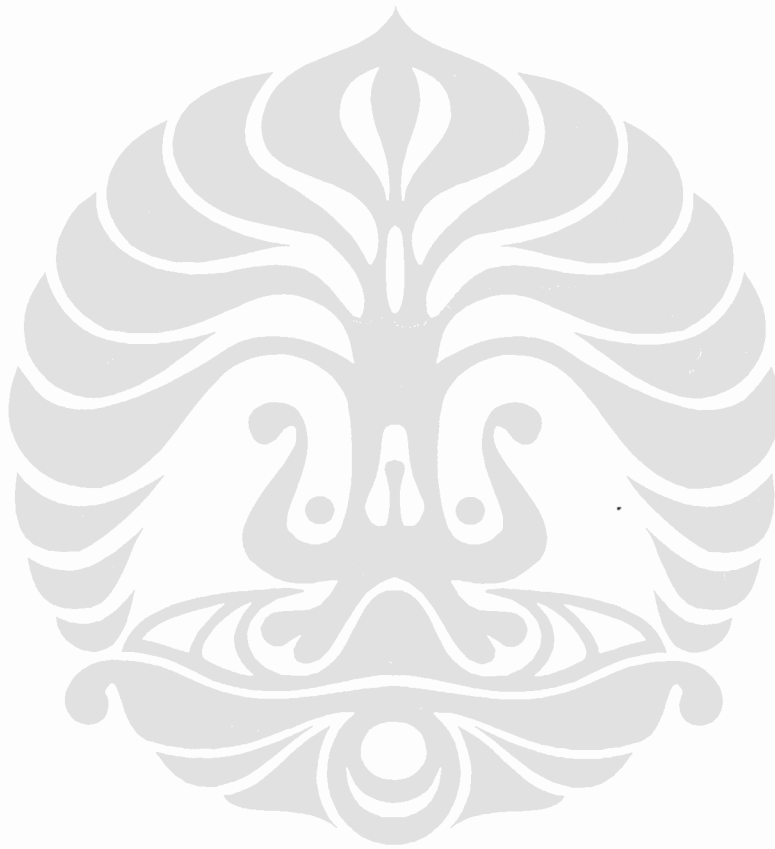
Beberapa saran yang dapat disampaikan demi kesempurnaan penelitian ini adalah :

1. Sandaran punggung dan alas duduk hendaknya dilapisi busa untuk menghindari kontak langsung antara bagian-bagian tubuh dengan bahan kursi yang biasanya terbuat dari bahan yang keras.
2. Kemiringan alas duduk dapat dicapai dengan melapisi alas duduk dengan lapisan / busa yang berbentuk baji, sehingga ketika diduduki busa akan membentuk kontur sesuai dengan kontur bagian bawah tubuh. Hal ini akan mengurangi kecenderungan pantat merosot ke depan.
3. Untuk pengujian yang lebih baik, keluhan subyektif dapat dilengkapi dengan pengujian kelelahan otot

DAFTAR PUSTAKA.

1. American Academy of Orthopaedic Surgeons, *Joint motion-Method of measuring and recording*, Churchill Livingstone, London, Melbourne and New York. 1988
2. Andar Bagus Sriwarno " Pengantar studi perancangan tempat duduk" Diklat Kuliah, Penerbit ITB.
3. Bridger,R.S., *Introduction to ergonomics*, International Ed., Mc Graw Hill, Singapore,1995.
4. Baju Santoso, *Patokinesiologi dari sindroma nyeri punggung bawah serta hubungannya dengan pengobatan fisik dan latihan*, makalah simposium "Low Back Pain" Surabaya, 1980.
5. Dominica Maria Ratna Tungga Dewa, Ifikar Z. Sitalaksana, *Analisa ergonomi tentang kerja pembatik pada industri batik tulis*, Seminar Nasional Ergonomi 2000.
6. Gradjean, Etienne, *Fitting the task to the man - A text book of occupational ergonomics* 4th ed., Taylor & Francis, London, 1993.
7. Gandjean Etienne, *ergonomic of the home*, Taylor Prancis Ltd London. 1978.
8. I Wayan Sukania, *Aspek ergonomi dalam perancangan kursi untuk siswa yang belajar dengan posisi duduk bersila*, Proseeding Seminar QIR UI, 2001.
9. I Wayan Sukania, *Aspek ergonomi dalam perancangan kursi*, Makalah Seminar Nasional Ergonomi dan Fisiologi Olah raga, Denpasar Bali, Juli 2001.
10. Imrie David, *Mengatasi nyeri punggung - Kesehatan populer*, Arcan, Jakarta. 1991
11. Linda Theresia, *Perancangan kursi yang ergonomis bagi anak-anak sekolah dasar di Indonesia*, Tesis Megister, ITB, 1997
12. Lamto Widodo, *Pengaruh penggunaan dampar ergonomis terhadap produktifitas dan performansi kerja santri taman pendidikan al-quran- studi kasus di perumahan darsana indah tangerang*, Makalah Seminar Nasional Ergonomi, Surabaya, 2000.
13. Lamto Widodo, *Analisis perbedaan kinerja santri Taman Pendidikan Al Quran antara posisi duduk simpuh dan duduk bersila*, Makalah Jurnal Poros vol. 4.No. 4, Jurusan Teknik Mesin Universitas Tarumanagara, 2001.
14. Manuaba, *Bunga rampai ergonomi, vol 1*, Program Studi Ergonomi Fisiologi Kerja Universitas Udayana, Denpasar, 1998.
15. Panero, Julius, Martin Zelnik. *Human dimension and interior space- a source book of design reference* Standarts Whitney Library of Design, USA.1980.
16. Rabindra Nat Sen, *The ergonomic society*, Jurnal Ergonomic Volume 24 No. 10, 1984.
17. Syaifuddin, *Anatomi fisiologi*, Edisi kedua, Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta.1997.

18. Sander Mark S, McCormick Ernest.J, *Human factors in engineering and design*, McGraw-Hill Inc,1992
19. Sutaaksana Iftikar Z, Jann Hidajat Tjakraatmaja "*Ergonomi dalam rancang bangun, kasus kursi penumpang kereta api*", Makalah Tutorial Pertemuan Ergonomi Nasional Bandung, 1987.



Appendix 1. Data Antropometri Responden untuk Perancangan Kursi Duduk Bersila

No	Nama	Umur (th)	Antropometri (cm)							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Agam	12	57.0	20.5	49.0	49.0	15.5	35.0	46.5	28.0
2	Andri	13	59.0	19.5	52.0	50.0	16.5	39.0	46.0	28.4
3	Angel	13	59.0	12.5	50.5	48.0	17.0	36.0	47.0	30.9
4	Anis	10	53.5	19.0	45.0	47.0	18.5	31.5	42.0	28.3
5	Ayu	11	54.0	18.0	48.0	54.0	21.0	36.0	44.5	31.9
6	Ayu	13	54.0	19.0	47.0	46.0	19.0	39.0	47.0	32.0
7	Cucky	9	46.0	19.0	32.0	37.0	13.0	30.0	39.5	26.9
8	Deby	9	48.0	23.0	40.0	33.0	15.0	30.0	38.5	24.8
9	Efin	11	55.0	21.0	39.0	37.0	19.0	37.0	47.0	25.9
10	Emy	11	58.0	20.0	45.0	40.5	19.5	34.0	49.0	32.5
11	Fajar	9	50.5	18.0	35.0	35.0	16.5	30.0	43.0	28.3
12	Farah	9	58.0	15.0	36.0	38.0	17.5	33.0	41.5	27.2
13	Febri	10	50.5	18.0	41.0	43.0	15.0	32.0	43.0	26.0
14	Indah	11	63.0	13.0	41.0	37.0	18.0	36.0	46.0	32.0
15	Ipul	11	51.0	20.5	41.0	42.0	16.5	32.0	41.5	25.6
16	Iyang	12	58.5	22.0	45.0	45.0	16.5	35.0	45.0	27.1
17	Jesan	10	55.5	14.0	44.0	47.0	19.0	28.0	38.5	26.7
18	Konde	10	47.0	17.5	38.5	39.0	17.0	30.5	42.0	25.5
19	Mita	11	63.0	19.5	46.0	44.0	21.0	39.0	46.0	28.6
20	Nurul	12	54.5	21.0	46.0	51.0	20.0	37.0	50.0	32.0
21	Opan	11	59.0	18.0	41.0	41.0	17.0	35.0	46.0	28.1
22	Opik	12	57.0	20.0	47.5	45.0	21.5	34.0	47.5	31.3
23	Putra	10	49.0	14.0	37.0	35.0	14.0	45.0	32.0	24.9
24	Leo	12	60.0	19.0	47.0	38.0	18.0	33.0	46.0	29.3
25	Rio	11	60.0	11.0	46.0	39.0	20.0	30.0	42.0	30.0
26	Tias	9	61.0	15.0	45.0	42.0	18.5	35.0	45.0	30.2
27	Tuti	12	54.5	18.5	44.5	35.0	18.5	35.0	47.5	31.5
28	Nita	9	51.0	19.0	46.0	48.0	20.0	33.0	42.0	27.9
29	Uti	9	51.0	19.0	46.0	48.0	20.0	33.0	42.0	28.8
30	Yogo	10	50.0	12.5	37.0	42.0	15.0	29.0	40.0	24.6

Keterangan:

- | | | | |
|---|-------------------------|---|-----------------------|
| 1 | Jarak lutut-lutut | 5 | Tinggi pusar |
| 2 | Tinggi lutut bersila | 6 | Tinggi tulang belikat |
| 3 | Jarak pantat-lutut | 7 | Tinggi bahu |
| 4 | Jarak pantat-ujung jari | 8 | Lebar pinggul |

Appendix.2. Analisis Statistik Antropometri Tubuh Anak-Anak untuk Perancangan Kursi Duduk Bersila

		Umur responden	Jarak lutut-lutut	Tinggi lutut bersila	Jarak pantat-lutut	Jarak pantat-ujung jari	Tinggi pusar	Tinggi tulang belikat	Tinggi bahu	Lebar pinggul
N	Valid	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		10.733	54.917	17.867	43.267	42.517	17.783	34.067	43.783	28.507
Median		11.000	54.750	19.000	45.000	42.000	18.000	34.000	44.750	28.300
Mode		11.0	51.0	19.0	46.0	35.0	16.5	35.0	42.0	32.0
Std. Deviation		1.311	4.729	3.076	4.842	5.519	2.176	3.650	3.782	2.459
Variance		1.720	22.364	9.464	23.444	30.457	4.736	13.323	14.305	6.048
Skewness		.139	-.121	-.723	-.486	.142	-.276	.787	-.993	.108
Std. Error of Skewness		.427	.427	.427	.427	.427	.427	.427	.427	.427
Kurtosis		-1.048	-.939	-.322	-.336	-.916	-.566	1.350	1.762	-1.162
Std. Error of Kurtosis		.833	.833	.833	.833	.833	.833	.833	.833	.833
Range		4.0	17.0	12.0	20.0	21.0	8.5	17.0	18.0	7.9
Minimum		9.0	46.0	11.0	32.0	33.0	13.0	28.0	32.0	24.6
Maximum		13.0	63.0	23.0	52.0	54.0	21.5	45.0	50.0	32.5
Sum		322.0	1647.5	536.0	1298.0	1275.5	533.5	1022.0	1313.5	855.2

Appendix 4. Ringkasan Antropometri Kelengkungan Tulang Belakang pada Posisi Duduk Bersila pada Alas Duduk Miring Lima Derajat.

Appendix 4. Ringkasan Antropometri Kelengkapan Tulang belakang pada Posisi Duduk Bersedia pada Posisi Duduk																																
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Keterangan:

- 1 TK: Titik Ketinggian pada tulang belakang diukur dari alas duduk
- 2 Interval setiap titik ketinggian 14 mm
- 3 Angka dalam tabel adalah kedalaman tulang punggung yang diukur terhadap referensi 0 mm

Appendix 5 Rincasan Antropometri Kelendungan Tulang Punggung pada Posisi Duduk Bersila dengan Kemiringan Alas Duduk Sepuluh Derajat

Appendix b. Ringkasan Antropometri Kelengkapan Tulang Punggung pada Pustak Dukung Berdiri dengan Noninjury																																	
NOMOR RESPONDEN																																	
TK	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	X	σ	
1	2	1.1	1.3	1.1	0.9	3.8	2.2	1.9	2.4	1.2	2	1	1	1.3	2	2.5	2	1	2	2.2	1.2	1.8	1.2	0.9	0.8	0.5	2.8	1.6	1.5	0.8	1.5	0.8	
2	2.1	0.9	1.1	1.4	0.4	3.9	1.9	2	2.1	1	1.8	1.1	1.1	1	1.5	2.7	1.8	0.8	2	1.7	1.1	1.8	1.3	1.1	0.9	0.4	2.4	1.3	1.2	0.7	1.4	0.7	
3	1.8	0.6	0.7	1.4	1.8	3.3	1.4	1.9	1.1	0.7	1.2	1	0.8	0.8	1.3	2.3	1.4	0.5	1.8	1	0.7	1.4	1	1	0.8	0.2	1.7	0.6	0.4	1.2	0.6	0.6	
4	1.1	0.3	0.6	1.3	1.8	2.8	0.8	1.5	0.8	0.3	0.7	0.8	0.6	0.5	0.9	1.5	1	0.2	1.6	0.7	0.4	1.2	0.6	0.8	0.5	0.3	1	0.1	0	0.2	0.8	0.6	
5	0.6	0.1	0.5	1.1	0.1	2.2	0.4	1.1	0.6	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.5	0.7	0.7	0	1.5	0.8	0.3	1.1	1	0.5	0.3	0.4	0.5	0.1	0	0.2	0.6	0.5	
6	0	0	0.2	0.9	0	1.5	0.2	0.5	0.3	0	0.3	0	0.1	0	0	0.1	0.2	0	1.1	0.3	0	0.7	0.5	0.2	0	0	0.1	0.1	0	0	0.2	0.4	
7	0.8	0.2	0	0.7	0	1.3	0	0.3	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0.1	0.3	0.8	0	0	0.2	0	0	0.1	0.4	0.5	0	-0.1	0	0.2	0.3	
8	1	0.6	0.3	0.7	0.1	1.6	0.3	0.2	0.2	0.5	0.4	0.3	1.6	0.2	0.4	0.6	0	0.5	1.2	0.1	0.1	0	0.3	0.5	0.8	0.9	0.6	0.1	-0.1	0.4	0.4	0.4	
8	1.1	1.1	0.6	0.4	0.9	1.4	0.3	0	0.2	0.6	0.6	0.2	2.2	0.4	0.6	0.5	0.1	0.8	1.2	0.1	0.2	0.1	0.6	0.8	0.8	1	0.4	0.2	0.1	0.8	0.6	0.5	
10	0.9	1.7	0.7	0	0.9	0.8	0.2	0.3	0	0.9	1.1	0	2.7	0.9	0.8	0.3	0.3	1.3	1.1	0.4	0.3	0.7	0.7	0.7	0.8	1.4	0.1	0.3	0.2	4.7	0.8	0.9	
11	0.9	2.5	1.2	0	1	0.8	0.3	0.3	0	0.9	1.5	0.5	3	1.5	1	0.3	0.6	1.7	1.5	0.5	1	0.8	0.9	0.9	0.8	1.6	0	0.4	0.3	2	0.8	0.7	
12	1.1	3.3	1.5	0.8	1.4	0.6	0.5	0.4	0.2	1.3	1.7	0.8	3.7	1.7	1.3	0.3	0.8	2.1	1.7	0.8	1.3	0.8	1.2	1.1	0.8	2.1	0.2	0.6	0.5	2.6	1.2	0.9	
13	1	3.6	1.4	0.5	1.4	0.2	0.4	0.2	0.2	1.4	1.7	0.7	4	1.9	1.2	0.1	0.6	2.2	1.5	0.6	1.2	0.7	1.2	0.9	0.7	2.6	0	0.4	0.3	2.7	1.2	1	
14	1.2	4.2	1.4	0.4	1.7	0.1	0.6	0.4	0.3	1.7	1.8	1	4.5	2.6	1.6	0.3	0.7	2.6	1.4	0.7	1.3	0.7	1.3	0.8	0.8	3	0.4	0.4	0.3	3	1.4	1.2	
15	1.3	4.2	1.3	0.4	1.9	0	0.8	0.7	0.4	1.7	1.7	1.3	4.8	3	1.7	0.6	0.8	2.8	1.3	0.7	1.4	0.8	1.5	0.9	0.9	3	0.3	0.6	0.4	0.3	3.3	1.5	1.2
16	1.4	4.2	1.1	0.4	2.1	0.1	1	0.8	0.4	1.9	1.7	1.5	5.1	3.3	1.9	0.8	0.9	3	1.2	0.7	1.5	0.9	1.8	0.9	1	3.6	0.7	0.3	0.2	3.5	1.6	1.3	
17	1.5	4.2	1	0.4	2.3	0.1	1.2	0.9	0.5	2	1.6	1.8	5.2	3.6	2.1	1	1	3.3	1.1	0.7	1.5	1	1.7	1	1.1	3.8	0.8	0.3	0.2	3.7	1.7	1.3	
18	1.5	4.2	0.9	0.5	2.6	0.2	1.3	1	0.6	2.1	1.6	2.1	5.3	3.8	2.5	1.3	1.1	3.3	1	0.8	1.5	1.1	1.8	1.1	1.3	3.8	1	0.4	0.3	3.8	1.8	1.3	
19	1.5	4.2	0.9	0.6	2.9	0.3	1.4	1.2	0.9	2.1	1.5	2.5	5.3	4	2.8	1.5	1.1	3.5	0	0.8	1.5	1.3	1.9	1.1	1.5	3.9	1.1	0.6	0.5	4	1.9	1.4	
20	1.5	4.2	0.9	0.5	2.9	0.6	1.4	1.4	1	2.1	1.5	2.8	5.4	4.2	3	1.8	1	3.4	0	0.7	1.4	1.3	1.8	1.2	1.6	4	1.2	0.7	0.6	4.1	1.9	1.4	
21	1.5	4.3	1.1	0.8	3.1	0.8	1.6	1.5	1.4	2.1	1.6	3	5.4	4.4	3.3	2.1	1	3.7	0.1	1.1	1.6	1.6	1.9	1.3	1.8	4.2	1.3	1	0.9	4.2	2.1	1.3	
22	1.4	4.2	1.1	0.7	3.2	0.8	1.6	1.6	1.5	1.9	1.5	3	5.4	4.3	3.2	2.3	0.8	3.5	0.9	0.9	1.4	1.6	1.7	1.2	1.7	4	1.2	1.1	1	4.2	2.1	1.3	
23	1	4.2	1.2	0.8	3.4	0.8	1.7	1.7	1.6	1.9	1.4	3	5.3	4.4	3.2	2.3	0.7	3.5	1	1	1.3	1.6	1.6	1.2	1.8	3.9	1.2	1.2	1.1	4.2	2.1	1.3	
24	0.9	4.2	1.3	0.8	3.4	0.8	1.8	1.8	1.6	1.8	1.3	3	5.1	4.3	3.1	2.3	0.6	3.5	0.9	0.9	1.1	1.5	1.4	1	1.7	3.8	1.3	1.3	1.2	4.2	2.1	1.3	
25	0.7	4.2	1.4	1	3.4	0.9	1.9	1.9	1.7	1.8	1.2	3	5	4.2	3	2.3	0.5	3.5	0.9	0.8	0.9	1.5	1.3	0.9	1.1	3.7	1.3	1.3	1.2	4.2	2	1.3	
26	0.5	4.1	1.3	1.4	3.7	1.1	2.2	2.5	1.8	1.9	1.4	3.1	5	4.1	3.2	2.3	0.5	3.7	0.9	0.8	0.9	1.5	1.4	0.9	1.7	3.4	1.4	1.5	1.4	4.2	2.1	1.3	
27	0.5	4.2	1.6	1.8	4	1.7	2.4	3	2.1	2.2	1.7	3.4	5.3	4.2	3.6	2.6	0.6	3.9	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.2	1.8	3.5	1.7	1.8	1.8	4.3	2.3	1.2	
28	0.3	4.1	1.9	2.1	4	1.6	2.5	3.4	2.3	2.3	1.9	3.6	5.2	4.1	3.5	2.7	0.7	4	1.3	1	1.1	1.7	1.5	1.2	1.7	3.5	1.7	2	1.9	4.2	2.4	1.2	
29	0.3	4.2	2.5	2.6	4.3	2	2.8	3.6	2.7	2.6	2.1	3.9	5.3	4.1	3.8	2.9	0.8	4.1	1.5	1.3	1.3	1.9	1.8	1.5	1.7	3.8	2	2.2	2.1	4.3	2.6	1.2	

Keterangan:

- 1 TK: Titik Ketinggian pada tulang belakang diukur dari alas duduk
- 2 Interval setiap titik ketinggian 14 mm
- 3 Angka dalam tabel adalah kedalaman tulang punggung yang diukur terhadap referensi 0 mm

**Appendix 6. Nama, Umur, Tinggi Badan dan Lebar Pinggul
Responden Uji Kenyamanan Duduk Bersila**

No	Nama responden	Umur (th)	Tinggi badan (cm)	Lebar pinggul (cm)
1.	Adit	11	126.00	20.50
2.	Agam	12	144.50	23.50
3.	Andreas	10	137.00	21.50
4.	Angga	14	153.00	20.00
5.	Ayu	11	146.00	24.50
6.	Celif	10	137.00	23.50
7.	Clarisa	7	120.00	19.00
8.	Dani	13	149.50	23.00
9.	Deby	9	124.00	19.00
10.	Dina	13	152.50	24.00
11.	Efin	11	141.00	18.00
12.	Emy	11	146.50	24.00
13.	Farah	9	134.50	19.50
14.	Febry	10	129.00	20.00
15.	Indah	11	143.00	22.00
16.	Ipul	11	131.00	19.50
17.	Iyan	8	125.00	21.00
18.	Iyang	12	144.50	21.50
19.	Jason	10	132.00	20.50
20.	Jujun	13	189.50	22.00
21.	Kiki	8	128.50	21.00
22.	Kiki	13	146.00	22.00
23.	Lucky	9	122.00	18.50
24.	Lutvy	12	137.00	22.00
25.	Mita	11	137.00	21.50
26.	Nita	9	139.50	25.00
27.	Nur	14	153.50	26.00
28.	Nurul	12	150.00	24.00
29.	Opik	12	141.00	23.00
30.	Puji	7	118.00	20.00
31.	Putra	10	136.50	19.00
32.	Roby	15	152.00	22.00
33.	Tama	13	151.00	22.00
34.	Tia	7	122.00	18.00
35.	Tito	14	147.50	24.00
36.	Tuti	12	145.00	20.50
37.	Ucha	7	124.00	19.00
38.	Utiek	9	139.00	21.00
39.	Wisnu	13	169.00	26.00
40.	Yogo	10	124.50	20.00

Appendix 7. Statistik Umur, Tinggi badan dan Lebar Pinggul Responden Uji Kenyamanan Duduk Bersila

			Statistic	Std. Error
Umur Responden	Mean		10.83	.34
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10.14	
		Upper Bound	11.51	
	5% Trimmed Mean		10.83	
	Median		11.00	
	Variance		4.610	
	Std. Deviation		2.15	
	Minimum		7	
	Maximum		15	
	Range		8	
	Interquartile Range		3.75	
	Skewness		-.170	.374
	Kurtosis		-.717	.733
Tinggi Badan	Mean		139.7125	2.2189
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	135.2243	
		Upper Bound	144.2007	
	5% Trimmed Mean		138.6667	
	Median		139.2500	
	Variance		196.947	
	Std. Deviation		14.0338	
	Minimum		118.00	
	Maximum		189.50	
	Range		71.50	
	Interquartile Range		18.6250	
	Skewness		1.099	.374
	Kurtosis		2.855	.733
Lebar Pinggul	Mean		21.5250	.3397
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	20.8380	
		Upper Bound	22.2120	
	5% Trimmed Mean		21.4722	
	Median		21.5000	
	Variance		4.615	
	Std. Deviation		2.1482	
	Minimum		18.00	
	Maximum		26.00	
	Range		8.00	
	Interquartile Range		3.3750	
	Skewness		.317	.374
	Kurtosis		-.675	.733

Appendix 8. Tests of Normality Antropometri Duduk Bersila

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Umur responden	.147	30	.096	.898	30	.010
Jarak lutut-lutut	.130	30	.200	.961	30	.418
Tinggi lutut bersila	.217	30	.001	.914	30	.023
Jarak pantat-lutut	.173	30	.022	.956	30	.344
Jarak pantat-ujung jari	.105	30	.200	.967	30	.495
Tinggi pusar	.096	30	.200	.971	30	.595
Tinggi tulang belikat	.099	30	.200	.951	30	.268
Tinggi bahu	.154	30	.066	.931	30	.068
Lebar pinggul	.105	30	.200	.936	30	.087

Appendix 9. Tests of Normality Umur, Tinggi Badan dan Lebar pinggul Responden Uji Kenyamanan Duduk Bersila

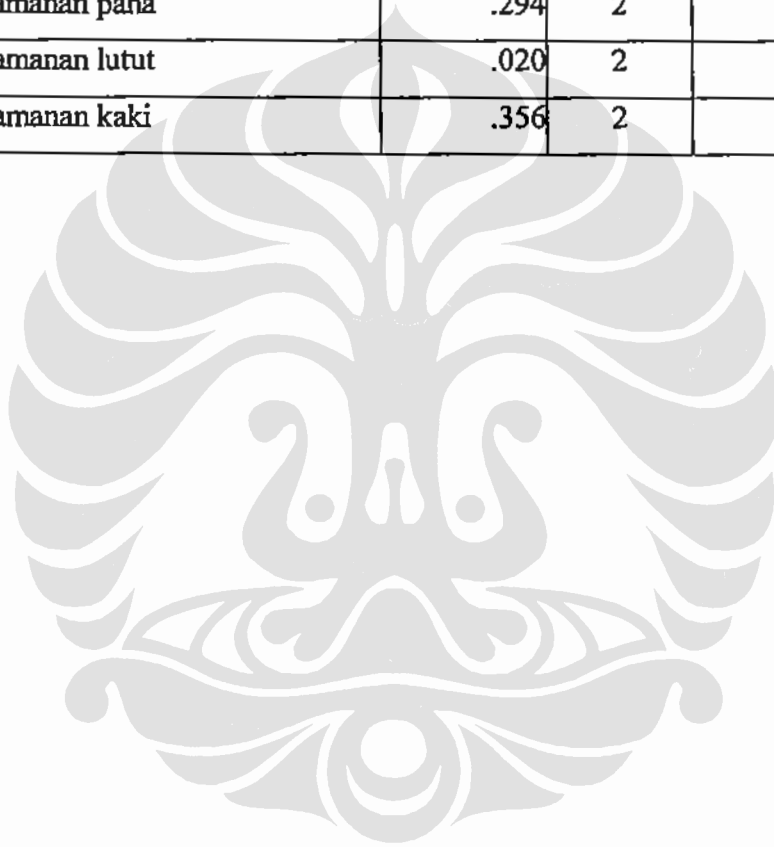
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Umur responden	.108	40	.200	.952	40	.147
Tinggi badan	.113	40	.200	.923	40	.015
Lebar pinggul	.113	40	.200	.957	40	.238

**Appendix 10. Uji Chi Square Komponen Kursi dan Kenyamanan
Penggunaan Tiap Kursi**

	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
Tinggi sandaran punggung	29.450	2	.000
Lebar sandaran punggung	32.600	2	.000
Lebar sandaran pinggang	21.800	2	.000
Kelengkungan sandaran punggung K I	39.800	2	.000
Kelengkungan sandaran punggung K II	37.538	2	.000
Kelengkungan sandaran punggung K III	31.400	2	.000
Lebar alas duduk	23.450	2	.000
Kedalaman alas duduk	23.450	2	.000
Kemiringan alas duduk K I	25.600	1	.000
Kemiringan alas duduk K II	48.200	2	.000
Kemiringan alas duduk K III	.000	1	1.000
Kenyamanan punggung. K I	8.450	2	.015
Kenyamanan punggung. K II	15.650	2	.000
Kenyamanan punggung. K III	5.150	2	.076
Kenyamanan pinggang K I	9.950	2	.007
Kenyamanan pinggang K II	3.650	2	.161
Kenyamanan pinggang K III	6.350	2	.042
Kenyamanan bokong K I	12.200	2	.002
Kenyamanan bokong K II	2.450	2	.294
Kenyamanan bokong K III	3.050	2	.218
Kenyamanan pantat K I	24.050	2	.000
Kenyamanan pantat K II	11.150	2	.004
Kenyamanan pantat K III	.050	2	.975
Kenyamanan paha K I	10.850	2	.004
Kenyamanan paha K II	17.450	2	.000
Kenyamanan paha K III	8.750	2	.013
Kenyamanan lutut K I	4.850	2	.088
Kenyamanan lutut K II	3.350	2	.187
Kenyamanan lutut K III	4.550	2	.103
Kenyamanan kaki K I	.650	2	.723
Kenyamanan kaki K II	1.400	2	.497
Kenyamanan kaki K III	3.050	2	.218

Appenddix 11. Uji Chi Square Komponen Kursi dan Kenyamanan Penggunaan
Antara Ketiga Kursi

	Chi-Square	df	Asymp. Sig.
Kelengkungan sandaran Kursi	.128	2	.938
Kemiringan alas duduk	5.067	2	.079
Kenyamanan punggung	.182	2	.913
Kenyamanan pinggang	.000	2	1.000
Kenyamanan bokong	1.298	2	.523
Kenyamanan pantat	2.040	2	.361
Kenyamanan paha	.294	2	.863
Kenyamanan lutut	.020	2	.990
Kenyamanan kaki	.356	2	.837



Appendix 12. Uji Anova Kemiringan Alas Duduk Prototip

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	40	.90	.30	4.80E-02	.80	1.00	0	1
2	40	1.05	.39	6.15E-02	.93	1.17	0	2
3	40	1.50	.51	8.01E-02	1.34	1.66	1	2
Total	120	1.15	.48	4.37E-02	1.06	1.24	0	2

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
22.915	2	117	.000

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.800	2	3.900	23.400	.000
Within Groups	19.500	117	.167		
Total	27.300	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: sektor

			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) jenis kursi	(J) jenis kursi				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	-.15	9.13E-02	.103	-.33	3.08E-02
		3	-.60	9.13E-02	.000	-.78	-.42
	2	1	.15	9.13E-02	.103	-3.08E-02	.33
		3	-.45	9.13E-02	.000	-.63	-.27
	3	1	.60	9.13E-02	.000	.42	.78
		2	.45	9.13E-02	.000	.27	.63
Bonferroni	1	2	-.15	9.13E-02	.309	-.37	7.17E-02
		3	-.60	9.13E-02	.000	-.82	-.38
	2	1	.15	9.13E-02	.309	-7.17E-02	.37
		3	-.45	9.13E-02	.000	-.67	-.23
	3	1	.60	9.13E-02	.000	.38	.82
		2	.45	9.13E-02	.000	.23	.67

Appendix 12. Uji Anova Kemiringan Alas Duduk Prototip (lanjutan).

Homogeneous Subsets

	jenis kursi	N	Subset for alpha = .05	
			1	2
Duncan	1	40	.90	
	2	40	1.05	
	3	40		1.50
	Sig.		.103	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 40.000.

Appendix 13. Uji Anova Kenyamanan Penggunaan Prototip

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	40	8.93	2.60	.41	8.09	9.76	3	13
2	39	8.62	2.58	.41	7.78	9.45	2	14
3	40	7.73	3.05	.48	6.75	8.70	1	13
Total	119	8.42	2.78	.25	7.92	8.92	1	14

Test of Homogeneity of Variances

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.068	2	116	.347

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.011	2	15.505	2.044	.134
Within Groups	879.981	116	7.586		
Total	910.992	118			

Appendix 13. Uji Anova Kenyamanan Penggunaan Prototip (lanjutan).

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: sekor

	(I) jenis kursi	(J) jenis kursi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	.31	.62	.618	-.92	1.54
		3	1.20	.62	.054	-1.98E-02	2.42
	2	1	-.31	.62	.618	-1.54	.92
		3	.89	.62	.154	-.34	2.12
	3	1	-1.20	.62	.054	-2.42	1.98E-02
		2	-.89	.62	.154	-2.12	.34
Bonferroni	1	2	.31	.62	1.000	-1.20	1.82
		3	1.20	.62	.161	-.30	2.70
	2	1	-.31	.62	1.000	-1.82	1.20
		3	.89	.62	.461	-.62	2.40
	3	1	-1.20	.62	.161	-2.70	.30
		2	-.89	.62	.461	-2.40	.62

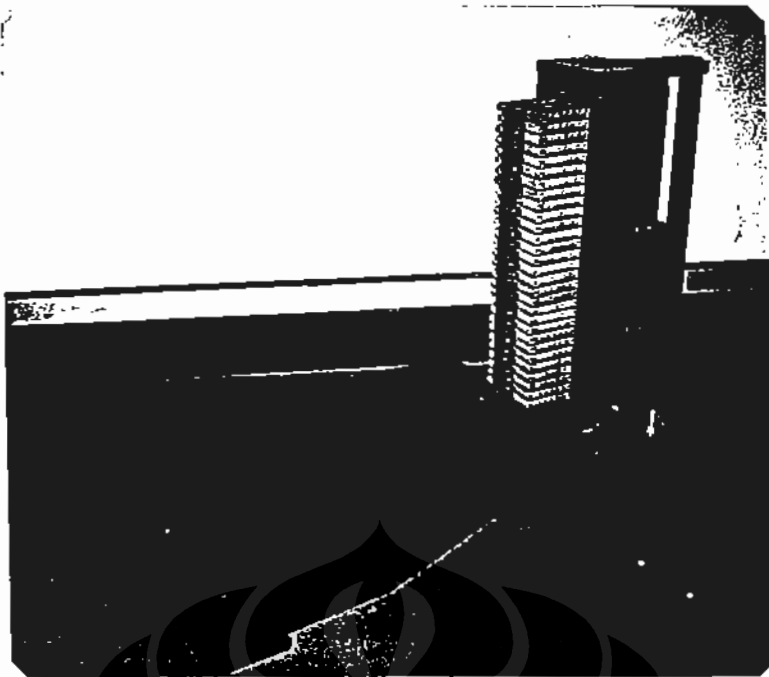
Homogeneous Subsets

	jenis kursi	N	Subset for alpha = .05
Duncan			1
	3	40	7.73
	2	39	8.62
	1	40	8.93
	Sig.		.068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 39.661.

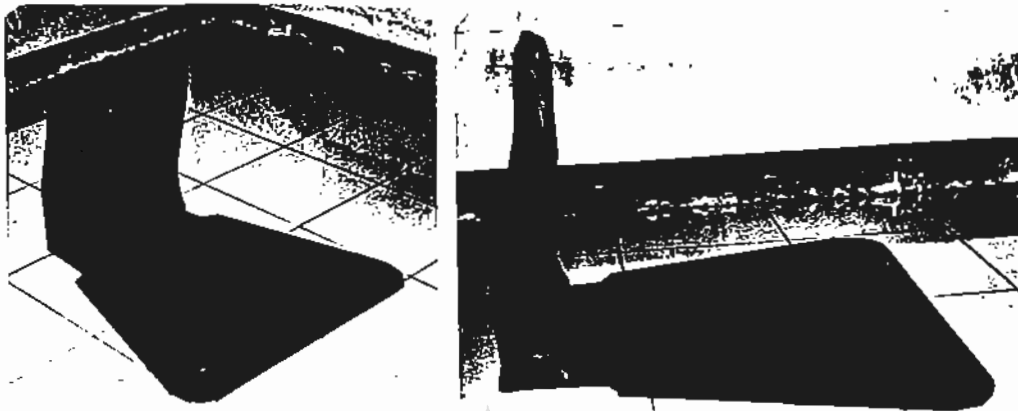
b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.



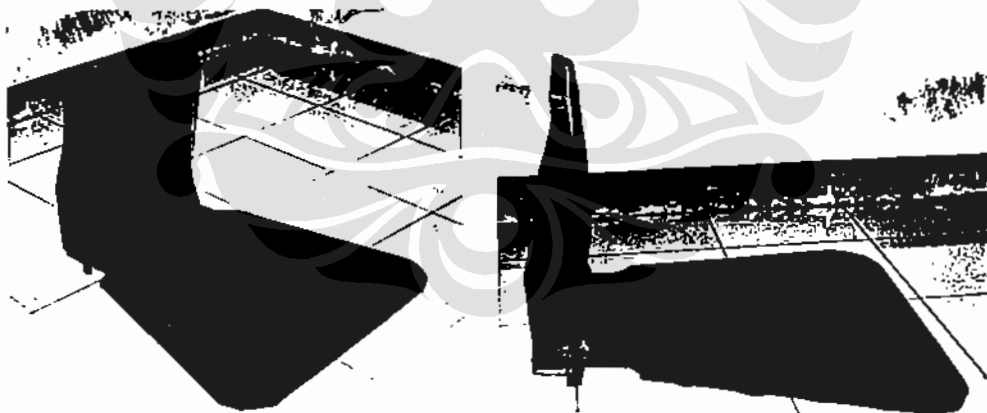
Gambar A 1. *Sitting Machine* versi i Wayan Sukania



Gambar A.2. Pengukuran Kurva Tulang Belakang Anak-Anak



Gambar A.3. Kursi I dengan Alas Duduk Datar.



Gambar A.4. Kursi II dengan Alas Duduk Miring 5° ke Depan



Gambar A.5. Kursi III dengan Alas Duduk Miring 10^0 ke Depan



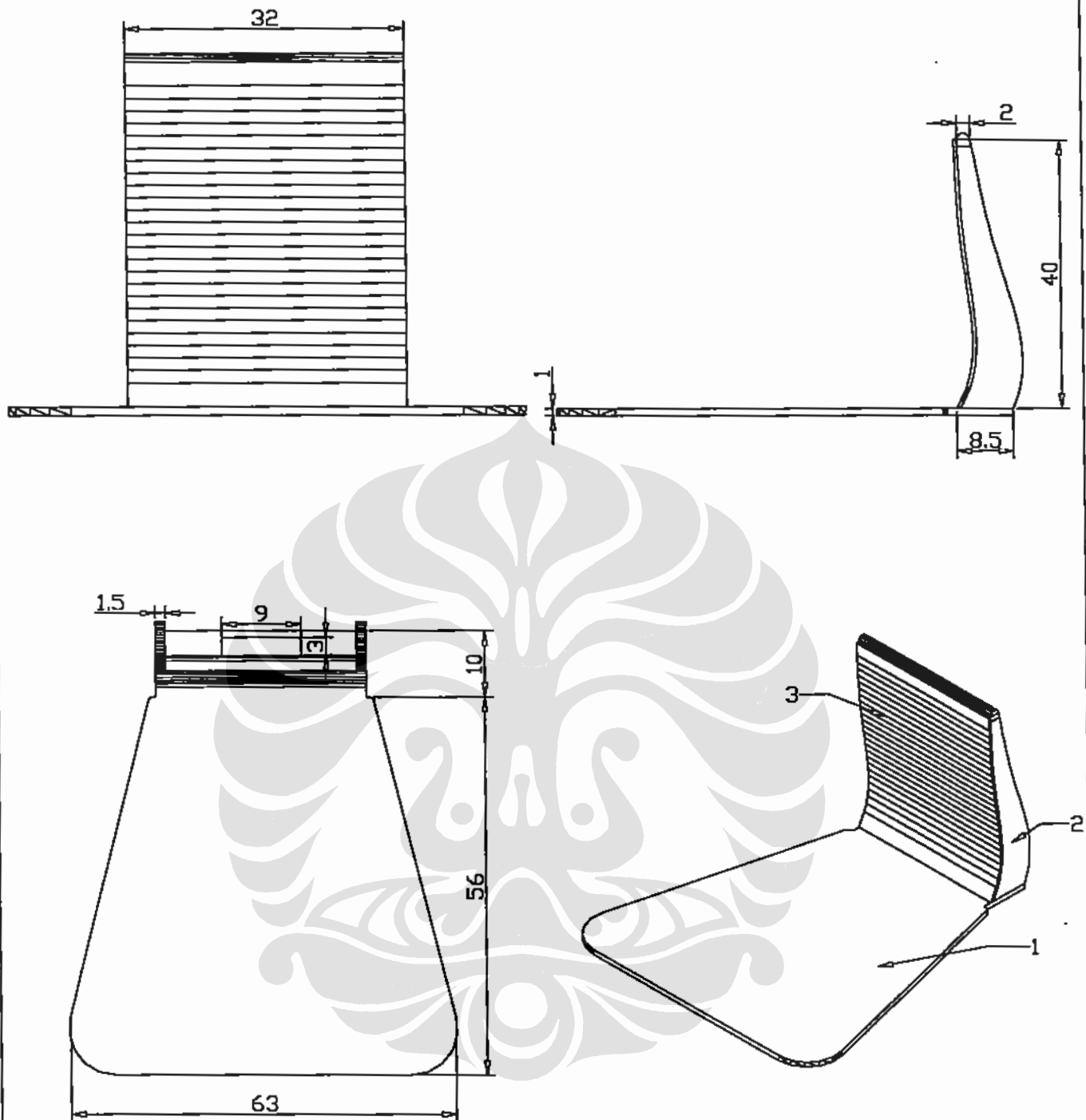
Gambar A.6. Kursi I, Kursi II dan Kursi III.



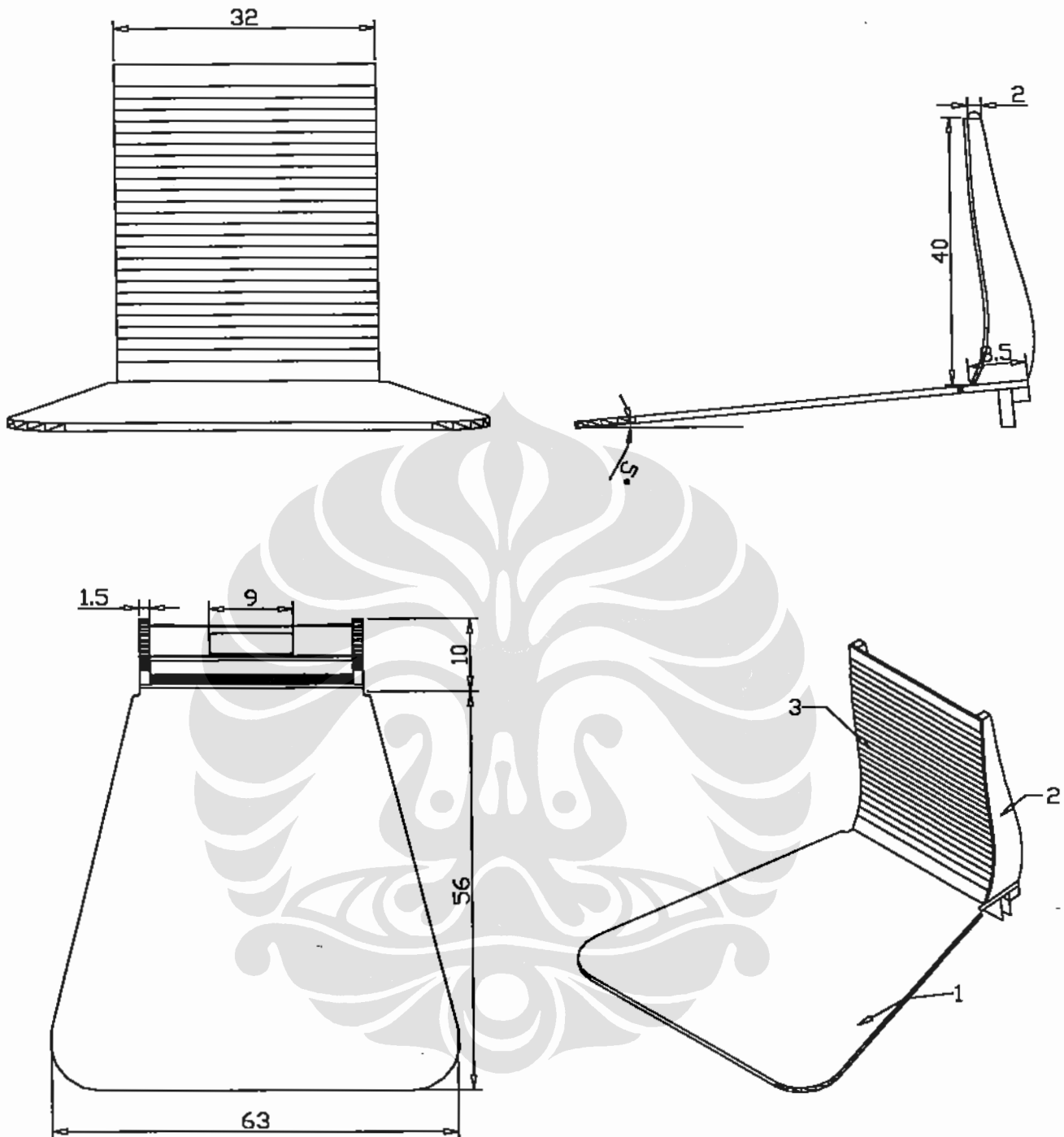
Gambar A.7. Photo Kegiatan Pengujian



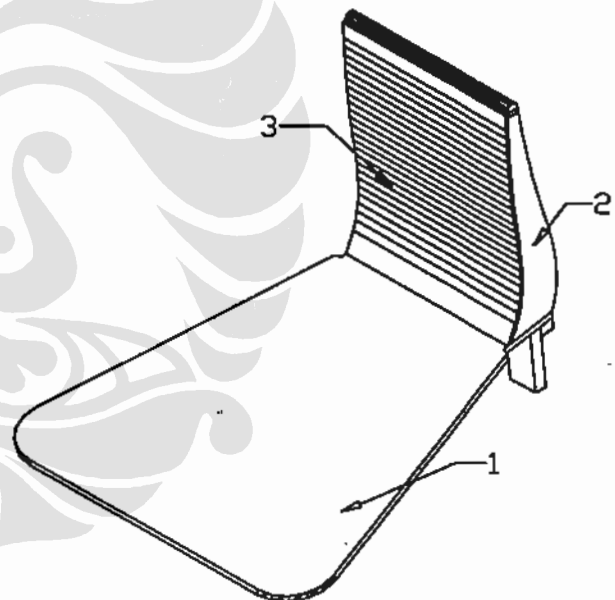
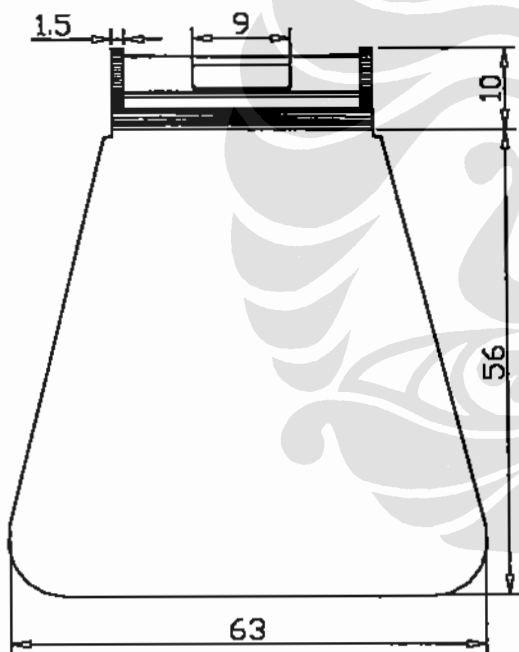
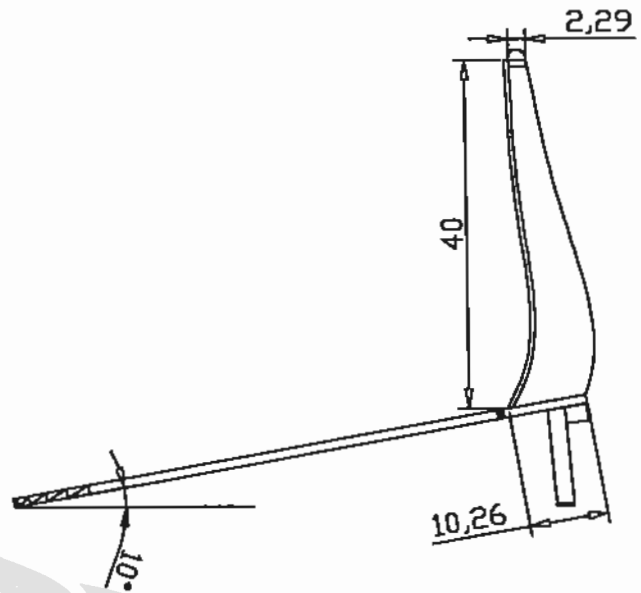
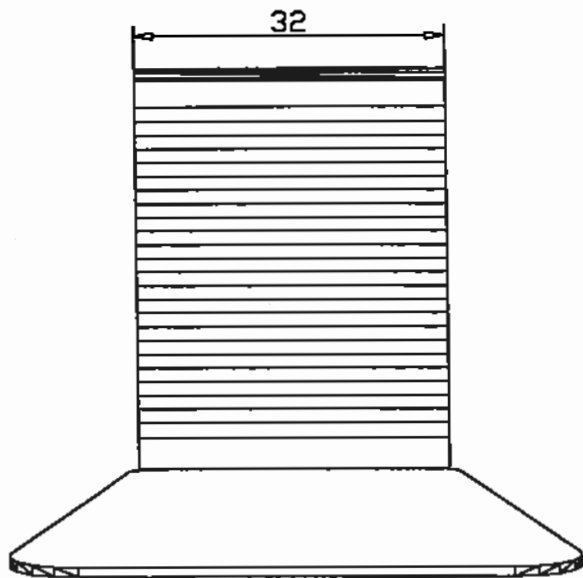
Gambar A.8. Photo Kegiatan Pengujian



3	1	Sandaran punggung			Multilek 4 mm	
2	1	Rangka sandaran			Kayu	
1	1	Alas duduk			Multilek 10 mm	
Itemref	Quantity	Title/Name			Materials	
Designed by I WAYAN S		Checked by	Approved by - date	File name	Date	Scale
PPS-BIT / PTPP UI				KURSI_SILA_I		
DRAWING_NUMBER					Edition	Sheet



3	1	Sandaran punggung			Multilek 4 mm	
2	1	Rangka sandaran			Kayu	
1	1	Alas duduk			Multilek 10 mm	
Itemref	Quantity	Title/Name			Materials	
Designed by IWAYANSUKANIA		Checked by -	Approved by - date -	File name -	Date JANUARI2002	Scale -
PPS-BIT/P TPP-UI				KURSI_SILA_II		
				DRAWING_NUMBER	Edition -	Sheet -



3	1	Sandaran punggung			Multiplek 4 mm	
2	1	Rangka sandaran			Kayu	
1	1	Alas duduk			Multiplek 10 mm	
Itemref	Quantity	Title/Name			Materials	
Designed by DESIGNED_BY		Checked by CHECKED_BY	Approved by - date APPROVED_BY_DATE	File name FILENAME	Date DATE	Scale SCALE
PPS-BIT/PTPP-UI				KURSI_SILA_III		
				DRAWING_NUMBER		Edition -