

## **TUGAS AKHIR**

# **PERANCANGAN ULANG ALAT MUSIK CELLO UNTUK MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PERFORMA DALAM BERMAIN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1  
Teknik Industri**



Oleh

**Nama : Dista Sudaryatno Nugroho**

**No. Mahasiswa : 06 522 180**

**PRODI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2011**

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## PERANCANGAN ULANG ALAT MUSIK CELLO UNTUK MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PERFORMA DALAM BERMAIN



Oleh

Nama : Dista Sudaryatno Nugroho

No. Mahasiswa: 06 522 180

Yogyakarta, Mei 2011

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'DR. Ir. Hari Purnomo, MT', written over a horizontal line.

(DR. Ir. Hari Purnomo, MT)

## PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti bahwa pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Dista Sudaryatno Nugroho

**PERANCANGAN ULANG ALAT MUSIK CELLO UNTUK  
MENINGKATKAN KENYAMANAN DAN PERFORMA DALAM  
BERMAIN**

**TUGAS AKHIR**

Oleh

**Nama : Dista Sudaryatno Nugroho**

**NIM : 06 522 180**

**Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji Sebagai  
Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1**

**Teknik Industri**

Yogyakarta, Mei 2011

**Tim Penguji**

DR. Ir.Hari Purnomo, MT

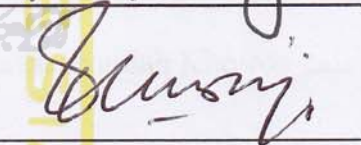
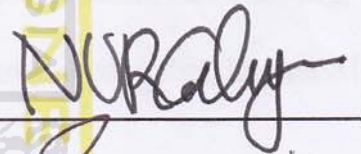
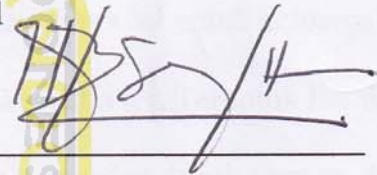
Ketua

Winda Nur Cahyo, ST. MT

Anggota I

Ir. Sunaryo, MP

Anggota II



**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri**

**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**(Drs. M. Ibnu Mastur, MSIE)**

**6/6 2011**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan penuh cinta dan keikhlasan kupersembahkan karya ini untuk keluargaku yang memberikan perhatian serta kasihsayangnya selama ini. Teruntuk Ibu dan Bapak, serta adikku terimakasih atas untaian do'a, nasehat, kasih sayang, dan semangat yang diberikan. Sungguh aku mencintai kalian karena Allah.

Jazakumullah Khoiron katsiron

## MOTTO

“Maha suci Allah yang di tangan-Nya, segala kerajaan dan Dia mahakuasa atas segala sesuatu, yang menjadikan mati dan hidup, untuk menguji siapa diantara kalian yang terbaik amalnya. Dan Dia maha perkasa lagi maha pengampun. Yang telah menciptakan tujuh lapis langit...”

(Terjemahan QS. Al-Mulk: 01 – 03)

“ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Al-Baqarah : 286)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, dan sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(Al-Insyirah : 05 - 06)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayahnya. Sholawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Perancangan Ulang Alat Musik Cello Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dan Performa Dalam Bermain.**

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dan juga sebagai sarana untuk mempraktekkan secara langsung ilmu dan teori yang telah diperoleh selama menjalani masa studi di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Prodi Teknik Industri serta pengurus Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Ibu, Bapak dan adik atas segala doa, semangat, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.
5. Bapak Hartono, selaku Ketua De Java Orkestra Solo yang telah membantu kelancaran penelitian.
6. Laboratorium APK & E dan seluruh asisten yang memberi dukungan dan membantu jalannya penelitian.

7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Dan semoga Allah SWT memberikan ridha dan membalas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

*Wassalamu 'alaikum Wr. Wb*



Yogyakarta, Mei 2011

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGAKUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Desain Produk.....	7
2.2 Sejarah Cello.....	8
2.3 Jenis- Jenis Cello.....	10
2.4 Ergonomi.....	12
2.5 Seleksi Konsep.....	15
2.6 Antropometri.....	16
2.7 <i>Carpal Tunnel Syndrome</i> .....	18
2.8 <i>Computer Aided Design</i> .....	19

2.9 Uji Normalitas Dan Uji Beda.....	19
--------------------------------------	----

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Subjek Penelitian.....	22
3.2 Objek Penelitian.....	22
3.3 Variabel Penelitian.....	22
3.4 Alat Penelitian.....	23
3.5 Prosedur Penelitian.....	23
3.5.1 Perisapan.....	23
3.5.2 Perancangan Produk.....	24
3.5.3 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan.....	24
3.5.4 Penetapan Spesifikasi Produk.....	24
3.5.5 Penyusunan Konsep.....	24
3.5.6 Konsep Desain.....	26
3.5.7 Pemilihan Konsep.....	26
3.5.8 Pengujian Konsep.....	27
3.6 Pengolahan Data.....	27
3.6.1 Uji Normalitas.....	27
3.6.2 Uji Beda.....	28
3.7 Rancangan Penelitian.....	29

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1 Pengumpulan Data .....	31
4.1.1 Desain Cello Lama .....	31
4.2 Konsep Perancangan.....	32
4.2.1 Perancangan Produk.....	32
4.2.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen.....	34
4.2.3 Spesifikasi Produk.....	34
4.2.4 Penyusunan Konsep .....	38
4.2.5 Seleksi Konsep.....	52

4.2.6 Pengujian Konsep .....	56
4.3 Tahap perancangan .....	57
4.3.1 Data Antropometri .....	57
4.3.2 Karakteristik Subyek.....	60
4.3.3 Uji Normalitas.....	61
4.3.4 Uji T Terhadap Keluhan Tangan.....	62
4.3.5 Peningkatan kualitas suara.....	62

## **BAB V PEMBAHASAN**

5.1 Karakteristik Subjek .....	64
5.2 Proses Perancangan .....	64
5.3 Antropometri Desain Cello Baru .....	67
5.4 Uji Normalitas .....	68
5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Tangan .....	68
5.6 Peningkatan Kualitas Suara.....	69

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan .....	71
6.2 Saran .....	71

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perancangan Cello .....	33
Tabel 4.2 Hirarki Kebutuhan dengan Derajat Kepentingan .....	35
Tabel 4.3 Daftar Metrik.....	36
Tabel 4.4 Spesifikasi Akhir.....	38
Tabel 4.5 Penyaringan Konsep.....	53
Tabel 4.6 Penilaian Konsep.....	55
Tabel 4.7 Persentil Segmen Tubuh.....	58
Tabel 4.8 Deskripsi Subjek.....	60
Tabel 4.9 Rerata, Simpangan Baku dan Uji Normalitas.....	61
Tabel 4.10 Rerata, Beda Rerata, dan Uji T antara Kelompok Kontrol dan eksperimen.....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cello Gesek.....	11
Gambar 2.2 Cello Betot.....	12
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Desain Cello Lama.....	31
Gambar 4.2 Metrik Kebutuhan.....	37
Gambar 4.3 Diagram Fungsi.....	39
Gambar 4.4 Diagram Subfungsi .....	40
Gambar 4.5 Pohon Klasifikasi .....	42
Gambar 4.6 Konsep A.....	43
Gambar 4.7 Desain A.....	44
Gambar 4.8 Konsep B.....	45
Gambar 4.9 Desain B.....	46
Gambar 4.10 Konsep C.....	47
Gambar 4.11 Desain C.....	48
Gambar 4.12 Konsep D.....	49
Gambar 4.13 Desain D.....	50
Gambar 4.14 Konsep E.....	51
Gambar 4.15 Desain E.....	52
Gambar 4.16 Desain Cello Dari Depan.....	57
Gambar 4.17 Desain Cello Dari Samping.....	57
Gambar 5.1 Grafik Beda Keluhan Tangan.....	69
Gambar 5.2 Perbandingan Suara Cello Baru Terhadap Cello Lama.....	70

## ABSTRAK

*Perkembangan musik di Indonesia sangatlah pesat. Musik etnik maupun modern mulai disukai semua lapisan masyarakat. Keroncong merupakan salah satu aliran musik yang lahir di Indonesia. Musik ini terdiri dari beberapa alat yang dimainkan secara bersama-sama. Salah satu alat tersebut adalah cello. Cello adalah alat musik yang berasal dari eropa. Di negara asalnya, alat ini dimainkan secara gesek. Kemudian pada tahun 1934 alat ini masuk di Indonesia dan dimainkan dengan dipetik oleh Tjok Shinsu. Dengan adanya perbedaan cara bermain, maka desain body juga harus disesuaikan. Dengan metode seleksi konsep dan partisipatori, peneliti akan mencari konsep desain yang dipilih oleh pengguna cello untuk mencari kenyamanan dalam bermain. Dari 5 konsep yang diajukan oleh peneliti kepada pemain cello, terpilih konsep B untuk diteruskan dalam produksi produk. Dengan spesifikasi produk yaitu body kombinasi, kaki terbuat dari besi, karet pada ujung kaki dan neck yang lebih kecil dapat meningkatkan kenyamanan dan teknik dalam bermain. Dari data antropometri dapat diketahui panjang cello 115 cm, lebar cello 43 cm dan tebal neck 4 cm. Selain itu, dari cello baru diketahui adanya penurunan keluhan tangan sebesar 10,07 dan suara yang dihasilkan cello baru lebih baik dibandingkan dengan cello lama.*

*Kata Kunci: Cello, Keluhan Tangan, Seleksi Konsep, Ergonomi Partisipatori*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Cello adalah alat musik yang sering dimainkan pada pertunjukan musik orkestra, Jawa dan keroncong. Alat ini mempunyai bentuk dan suara yang sangat unik. Bentuknya seperti biola tapi dalam ukuran yang sangat besar. Alat ini dapat mengeluarkan suara bass dan sekaligus bisa menjadi gendang dalam pertunjukan musik keroncong dan Jawa. Alat ini dapat dimainkan dalam aliran musik apapun. Harga di pasaran juga cukup mahal karena alat ini tergolong alat musik yang elegan dengan peminat dari kalangan muda hingga tua.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap beberapa pemain cello dalam group orkes yang ada di Solo, desain cello yang ada dipasaran saat ini kurang memuaskan. Desain lama dengan bentuk klasik masih sering digunakan oleh pengrajin alat musik ini. Dari desain lama tersebut, pemain merasa tidak nyaman karena ukuran dan bentuknya yang kurang sesuai. Selain itu, pemain juga tidak dapat maksimal dalam memainkan cello karena tidak bisa bermain hingga grip paling bawah. Kenyamanan alat yang digunakan dalam bermain sangat menentukan baik buruknya kualitas yang disajikan oleh pemain.

Untuk mendapatkan suatu rancangan yang optimum, konsep ergonomi sangat dibutuhkan. Ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja seperti desain sistem kerja

untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka otot manusia (Nurmianto, 1995). Berdasarkan data antropometri dapat ditentukan dimensi atau ukuran alat kerja sehingga tercipta keharmonisan antara alat dan pemakainya (Grandjean, 1986).

Sebelumnya Pawitra (2009) telah melakukan penelitian tentang perancangan ulang gitar jazz dengan menggunakan metode QFD. Selain itu, penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Titan Era Yuda (2006) juga telah merancang ulang gitar elektrik berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi. Menurutnya, kemampuan memainkan gitar dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantara faktor tersebut adalah kenyamanan pemain dalam memainkan gitar. Ketidaknyamanan itu muncul ketika orang Indonesia memainkan gitar yang dibuat sesuai dengan dimensi tubuh dimana gitar berasal yaitu Amerika.

Penelitian sebelumnya, belum pernah dilakukan penelitian tentang desain ulang alat musik cello yang sesuai dengan spesifikasi pemain agar mereka merasa lebih nyaman dalam bermain. Jika pemain sudah merasa nyaman, maka kualitas permainan yang ditunjukkannya semakin baik. Melihat permasalahan tersebut, penelitian ini mengambil judul “ Perancangan Ulang Alat Musik Cello Untuk Meningkatkan Kenyamanan Dan Performa Dalam Bermain”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alternatif desain cello manakah yang diinginkan konsumen berdasarkan metode pemilihan konsep?



2. Bagaimana perbandingan kenyamanan alat hasil rancangan ulang dengan alat lama sebelum dirancang?

### **1.3 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilakukan sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik. Beberapa hal yang menjadi batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian dilakukan pada lingkup kesenian
2. Untuk mendapatkan spesifikasi bass cello yang diinginkan, maka dalam perancangan ini memakai seleksi konsep .
3. Faktor biaya dalam perancangan bass cello ditekankan pada proses biaya pembuatan alat.
4. Responden yang dipilih adalah anggota dari group musik ataupun orkestra.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut:

1. Dapat membuat produk bass cello yang sesuai dengan aspirasi konsumen dengan pertimbangan antropometri.
2. Diketuinya perbandingan kenyamanan yang meningkat antara produk baru dan produk lama.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Bagi Penulis

Untuk menambah wawasan dan pengetahuan tentang pengaruh perubahan alat kerja terhadap keluhan subjektif, kelelahan dan produktivitas seseorang serta mendapatkan gambaran sesungguhnya antara teori yang didapatkan dengan fakta di lapangan.

### 2. Bagi Institusi

Diharapkan dapat menjadi masukan dan evaluasi bagi pengrajin alat musik cello untuk meningkatkan produktivitas.

### 3. Bagi Masyarakat Umum

Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi para pembaca. Selain itu dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya mengingat masih banyaknya faktor-faktor yang belum termasuk dalam penelitian ini.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terstruktur, tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab Tinjauan Pustaka berisi uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan. Di samping itu juga berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian, dasar-dasar teori untuk mendukung kajian yang akan dilakukan.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ketiga ini menguraikan bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai dan sesuai dengan bagan alir yang telah dibuat.

## **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Bab ini menguraikan data-data yang dihasilkan selama penelitian dan pengolahan data tersebut dengan metode yang telah ditentukan hasil analisis.

## **BAB V PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil penelitian berupa tabel hasil pengolahan data, grafik, persamaan atau model serta analisis yang menyangkut penjelasan teoritis secara kualitatif, kuantitatif maupun statistik dari hasil penelitian dan kajian untuk menjawab tujuan penelitian.

## **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian serta pembahasan untuk membuktikan hipotesis atau menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti dalam bidang yang sejenis, yang ingin melanjutkan dan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **2.1 Desain Produk**

Desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik. Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan sistem ( Ulrich dan Eppinger, 2004). Metode untuk menetapkan desain produk terdiri beberapa tahap, yaitu:

- a. Membuat skema produk.
- b. Mengelompokan elemen-elemen yang terdapat pada skema.
- c. Membuat rancangan geometris yang masih kasar.

Proses pengembangan konsep menurut (Ulrich and Eppinger, 2001) mencakup kegiatan-kegiatan yaitu: Identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing, pembuatan prototipe.

Suatu desain akan diwujudkan kedalam suatu gambar teknik / kerja. Gambar teknik tersebut akan memberikan penjelasan mengenai produk yang dirancang dan bermanfaat didalam proses analisa manufakturing yang meliputi: bentuk dan dimensi fisik dari komponen, material yang digunakan, teknik atau proses pembuatannya dan toleransi yang dikehendaki (Kinasih, 2009).

Adapun langkah-langkah dalam mendesain system kerja adalah sebagai berikut (Tayyari, F, *et al.*, 1997) ; (1)Menentukan tujuan maksudnya adalah output yang ingin di capai harus telah terdefinisi, (2)Menentukan input yang dibutuhkan untuk menghasilkan output, seperti apakah itu bahannya, kemampuan kerjanya, dan sumber daya lainnya, (3)Mendeskripsikan proses, maksudnya proses harus digambarkan bagaimana input dapat dikonversi menjadi output, (4)Alokasi fungsi semua tugas dan fungsi harus bisa di identifikasi untuk mencapai tujuan, (5) Desain interface desain antara operator dan komponen system lain seperti mesin, alat kerja, stasiun kerja, dan faktor lingkungan untuk tercapai peningkatan secara optimal performasi dan mengurangi kesalahan.

Menurut Dwiningsih, (2007) Perusahaan menghasilkan output untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen akan kepuasan, sehingga output yang dihasilkan seharusnya dapat memuaskan konsumen. Oleh karena itu produk bisa diartikan sebagai kepuasan yang ditawarkan produsen (perusahaan) kepada konsumen. Untuk dapat mencapai maksud tersebut maka sudah selayaknya perusahaan memfokuskan diri pada pengembangan keunggulan bersaing melalui strategi bisnis, diantaranya pembedaan (diferensiasi), biaya rendah (kepemimpinan biaya) , respon cepat (rapid respon) atau konmbinasi diantaranya ketiga strategi tersebut.

## **2.2 Sejarah Cello**

Cello merupakan instrumen string dengan range yang paling lengkap karena bisa mencakup nada-nada yang terdapat pada bass, cello, viola dan violin.

Nama cello adalah singkatan dari kata dalam bahasa Italia *violoncello*, yang berarti "violone kecil". *Violone* adalah sebuah instrumen yang kuno, sebuah viol besar, yang mirip dengan bass modern.

Cello paling erat terkait dengan musik klasik Eropa. Ia adalah bagian dari orkestra standar dan memberikan suara bas dalam sebuah kuartet gesek, serta bagian dari banyak kelompok musik kamar. Sejumlah besar concerto dan sonata telah digubah untuknya. Alat musik ini kurang lazim dalam musik pop, namun kadang-kadang ditampilkan dalam rekaman-rekaman pop dan rock.

Di antara karya-karya Barok yang paling terkenal untuk cello adalah karya J. S. Bach *Unaccompanied Suites for Cello*, yang biasanya dikenal sebagai Bach Cello Suites. Sebuah contoh lagu era klasik adalah karya Haydn *Cello Concerto #1 in C major*. Repertoar standar era romantik termasuk *Cello Concerto in B minor* oleh Antonín Dvořák, *Cello Concerto in E minor* oleh Elgar, dan dua sonata oleh Brahms. Komposisi-komposisi modern dari awal abad ke-20 termasuk sonata-sonata cello tanpa iringan oleh Paul Hindemith (opus 25) dan Zoltán Kodály (opus 8). Rekaman-rekaman di dalam genre Avant Garde telah menghidupkan kembali keluwesan alat musik ini. Contohnya adalah *Night of the Four Moons* oleh George Crumb.

Pada tahun 1934 Gitar tersebut diganti oleh Cello yang dipetik secara pizzicato yaitu teknik memetik alat musik gesek dengan menggunakan jari, oleh Tjok Shinsu. Alat musik Cello yang di negeri asalnya merupakan alat musik gesek tersebut, oleh orang Indonesia dirubah menjadi alat musik petik yang kini dikenal

sebagai “cello keroncong”. Memang ada teknik pizzicato dalam bermain cello gesek, tetapi uniknya “cello keroncong” dipetik tidak hanya dengan ibu jari saja tetapi juga menggunakan telunjuk atau jari tengah, bahkan kadang badan cello juga dipukul untuk menimbulkan efek suara tertentu. Dibawah ini adalah gambar cello gesek dan gambar cello petik.

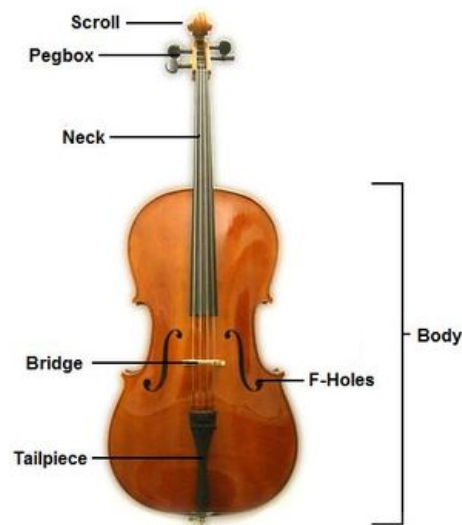
### **2.3 Jenis – Jenis Cello**

Untuk saat ini, cello dibagi menjadi 2 jenis. Pembagian ini sesuai dengan cara memainkannya. Kedua jenis cello itu adalah :

#### **1. Cello gesek**

Alat musik ini dimainkan dengan cara digesek menggunakan stick yang terbuat dari ekor kuda. Pada awalnya, alat musik ini diciptakan untuk dimainkan secara gesek karena cello biasa dimainkan dalam musik klasik dan orchestra di Negara asalnya yaitu Benua Eropa. Kesan megah terdengar saat alat musik ini dimainkan. Suaranya seperti biola namun mempunyai range suara lebih banyak.





Gambar 2.1 Gambar cello gesek

## 2. Cello Betot ( Cello Keroncong )

Cello jenis ini sering disebut cello keroncong karena pada awalnya alat ini dimainkan pada musik keroncong. Cara memainkan alat ini adalah dengan cara dipetik ( dibetot). Awal mula alat ini dimainkan secara petik adalah ketika Tjok Shinsu pada tahun 1934 mengubah cara memainkan dengan teknik pizzicato. Alat jenis ini di petik tidak hanya dengan ibu jari, tetapi memaki jari tengah atau telunjuk. Terkadang badan alat ini juga dipukul untuk mengeluarkan efek suara seperti gendang.



Gambar 2.2. Gambar cello petik

Dilihat sepintas memang tidak ada perbedaan yang mendalam pada kedua alat musik tersebut. Perbedaan kedua cello itu terdapat pada jumlah dawai dan bahan dawai. Cello gesek menggunakan dawai yang terbuat dari bahan sintetis yang dibungkus dengan gulungan logam, sedangkan cello petik menggunakan dawai dari nilon.

#### **2.4 Ergonomi**

Ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitan dengan prestasi tentang hubungan optimal antara para pekerja dan lingkungan kerja (Tayyari, 1997). Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (kerja) dan *Nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi,

fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan perancangan atau desain (Nurmianto, 1995).

Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin ilmu yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. *Human engineering* (Ergonomi) didefinisikan sebagai perancangan *man machine – interface* sehingga pekerja dan mesin bisa berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia mesin yang terpadu, Grandjean (1986). Ergonomi adalah kajian ilmu yang memanfaatkan informasi tentang kemampuan, kebolehan dan batasan manusia untuk mendesain alat, mesin, sistem, tugas dan lingkungan demi berfungsinya manusia secara efektif, aman, nyaman, dan produktif. Tujuannya adalah untuk kesejahteraan fisik dan mental dengan mencegah cedera dan munculnya penyakit akibat kerja, menurunkan beban fisik dan mental, serta mempromosikan kerja dan kepuasan kerja. (Osborne, 1982) dan (Pulat, 1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu:

1. Memberikan kenyamanan

Dalam penerapan ergonomi akan dipelajari cara-cara penyesuaian pekerjaan, alat kerja dan lingkungan kerja dengan manusia, dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia itu sehingga tercapai suatu keserasian antara manusia dan pekerjaannya yang akan meningkatkan kenyamanan kerja dan produktivitas kerja.

2. Kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal

Ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal artinya sangat berperan

dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri kerja untuk alat peraga *visual* (*Visual display unit*). Hal itu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar didapat optimasi dalam proses *transfer* informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisien kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat.

### 3. Efisiensi kerja

Penting dalam penyesuaian antara peralatan kerja dengan kondisi tenaga kerja yang menggunakan. Kondisi tenaga kerja ini bukan saja aspek fisiknya (ukuran anggota tubuh: tangan, kaki, tinggi badan) tetapi juga kemampuan intelektual atau berpikirnya. Cara meletakkan dan penggunaan mesin otomatis dan komputerisasi di suatu pabrik misalnya, harus disesuaikan dengan tenaga kerja yang akan mengoperasikan mesin tersebut, baik dari segi tinggi badan dan kemampuannya. Dalam kaitannya efisiensi yang ingin dicapai oleh ergonomi adalah mencegah kelelahan tenaga kerja yang menggunakan alat-alat tersebut, apabila peralatan kerja dan manusia atau tenaga kerja tersebut sudah cocok maka kelelahan dapat dicegah dan hasilnya lebih efisien, sehingga akan meningkatkan efisien kerja yang akan meningkatkan produktivitas kerja, sehingga yang terpenting yakni bagaimana mengatur cara atau metode kerja sehingga meskipun hanya

dengan menggunakan anggota tubuh saja pekerjaan itu dapat terselesaikan dengan efisien tanpa menimbulkan kelelahan.

Penerapan ergonomi lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk yang dengan mudah diterapkan pada sejumlah populasi masyarakat tanpa menyebabkan resiko dalam penggunaannya (Nurmianto, 1995).

## 2.5 Seleksi Konsep

Seleksi konsep menurut (Ulrich and Eppinger, 2001) merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain, membandingkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep, dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan, pengujian, dan pengembangan selanjutnya. Pemilihan konsep merupakan kegiatan dimana berbagai konsep dianalisis dan secara berturut-turut dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini biasanya membutuhkan beberapa iterasi dan mungkin diajukannya tambahan penyusunan dan perbaikan konsep. Tahapan proses dalam seleksi konsep yaitu:

### a. Penyaringan konsep (*concept screening*)

Tujuan dari penyaringan konsep adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan membandingkan konsep satu dengan konsep yang lainnya. Penyaringan konsep menggunakan sistem perbandingan kasar untuk mempersempit kisaran konsep yang dipertimbangkan.

b. Penilaian Konsep (concept scoring)

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Pada tahap ini, diberikan bobot kepentingan relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai.

## 2.6 Antropometri

Istilah *anthropometri* berasal dari kata “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran (Sritomo, 1995). Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas digunakan untuk pertimbangan ergonomis dalam suatu perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas merupakan faktor yang penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Setiap desain produk, baik produk yang sederhana maupun produk yang sangat kompleks, harus berpedoman kepada antropometri pemakainya.

Antropometri menurut (Nurmianto, 1995) adalah suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia, ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain. Penerapan data antropometri akan dapat dilakukan jika tersedia nilai rata-rata dan standar deviasi dari suatu distribusi normal.

Antropometri dibagi atas dua bagian, yaitu (Wignjosoebroto,1995); (1) Antropometri statis, yaitu pengukuran dilakukan pada tubuh manusia yang berada pada posisi diam dan (2) Antropometri dinamis, yaitu dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

Ada 3 filosofi dasar untuk suatu desain yang digunakan oleh ahli-ahli ergonomi sebagai data antropometri yang diaplikasikan (Sutalaksana, 1979), yaitu:

1. Perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.  
Prinsip ini memungkinkan fasilitas yang dirancang dapat dipakai dengan nyaman oleh sebagian besar orang (minimal 95 % dari pemakai dapat menggunakannya), Agar memenuhi sasaran, maka digunakan persentil besar (90-th, 95-th, atau 99-th *percentile*) atau persentil kecil (1-th, 5-th, atau 10-th *percentile*). Contoh: penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi dari pintu darurat.
2. Perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu.  
Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan, prinsip ini digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa digunakan dengan nyaman oleh semua yang mungkin memerlukannya. Contoh: perancangan kursi mobil yang letaknya bisa digeser maju atau mundur, dan sudut sandarannyapun bisa dirubah-rubah.
3. Perancangan produk dengan ukuran rata-rata.

Prinsip ini hanya digunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Contoh: desain fasilitas umum seperti toilet umum, kursi tunggu, dan lainnya.

## 2.7 *Carpal Tunnel Syndrome*

CTS (*Carpal Tunnel Syndrome*) merupakan gangguan yang mengenai daerah tangan dan pergelangan tangan yang ditandai dengan beberapa gejala seperti kesemutan, nyeri, kekakuan dan penurunan sensitivitas terhadap sentuhan terutama di daerah perjalanan *nervus medianus* (tiga jari pertama). Faktor-faktor risiko yang juga berhubungan dengan pekerjaan tangan berulang sehingga meningkatkan risiko terjadinya CTS adalah lama melakukan pekerjaan, kurangnya perubahan jenis tugas (tidak adanya rotasi tugas) dan kurangnya istirahat, minimal 15% dari waktu kerja per hari. Berbagai pekerja yang telah diteliti melakukan pekerjaan yang tergolong berulang antara lain: pekerja perakitan alat-alat otomotif, pekerja supermarket atau toko grosir yang bertugas memasang label, pekerja pada industri makanan dan buah-buahan, tukang asah, tukang potong, juru masak hotel dan restoran, pekerja di industri kulit, pembuat sepatu, tukang seterika/petugas laundry, pekerja di industri pakaian termasuk penjahit, pembuat topi, tukang pintal/tenun, tukang cat, pekerja perkebunan dan banyak lagi lainnya. Pekerja wanita mempunyai risiko terjadinya CTS lebih tinggi dibanding pekerja laki-laki mengingat tugas-tugas tangan *repetitive* dan *sedentary* lebih sering dilakukan oleh pekerja wanita. Untuk bisa melakukan pengendalian



yang efektif terhadap penyakit ini harus menyertakan semua komponen dari unsur-unsur pelaksan *higene industri* (industrial higienis).

## 2.8 Computer Aided Design ( CAD )

Perancangan dengan bantuan computer (CAD) adalah penggunaan computer untuk merancang produk secara interaktif dan menyiapkan dokumentasi teknis. CAD secara umum masih digunakan untuk membuat gambaran kasar dan gambar tiga dimensi. CAD menjadikan perancang menghemat waktu dan uang dengan memperpendek siklus pengembangan hampir semua produk (Heizer and Render, 2005).

## 2.9 Uji Normalitas dan Uji Beda

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu dengan menguji nilai probabilitas dari skor total yang didapat dalam penelitian. Uji normalitas dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

### a. Menentukan hipotesis

$H_0$  : Skor bobot berdistribusi normal

$H_1$  : Skor bobot tidak berdistribusi normal

### b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan  $df=n-1$

Membandingkan probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas  $> 0.05$ , maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak

Karakteristik dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

1. Membentuk kurva lonceng dan memiliki satu puncak yang terletak tepat di tengah distribusi.
2. Rata-rata hitung, median, dan modus dari distribusi adalah sama dan terletak di puncak kurva.
3. Setengah daerah di bawah kurva berada di atas titik tengah, dan setengah daerah lainnya terletak di bawahnya.
4. Data menyebar disekitar garis lurus.

Uji beda digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi bila datanya berbentuk ordinal. Sebelum dilakukan uji beda, terlebih dahulu dilakukan uji normal untuk mengetahui distribusi data, apabila data berdistribusi normal maka digunakan uji t, tetapi apabila data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Wilcoxon* (Walpole dan Myres, 1986). Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan uji statistik parametrik *compare mean* dengan *Paired Sampled T-Test*.

Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test) antara lain :

1. Hipotesis :

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 =$  Tidak ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian.

$H_1: \mu_0 > \mu_1 =$  Ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian

2. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi ( $\alpha$ ) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan  $df=n-1$

3. Membandingkan besar probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas ( $sig$ )  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima

Jika probabilitas ( $sig$ )  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian pada penelitian ini adalah para pemain cello. Subjek penelitian dipilih berdasarkan jenis kelamin, umur, pekerjaan, dan nama dengan teknik pemilihan secara acak sederhana (Hadi, 1995). Penelitian ini dilakukan di sekolah musik, group- group orchestra, dan group keroncong.

#### **3.2 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini dilakukan dengan merujuk kepada bentuk dan ukuran dari cello. Dimensi dari cello akan sangat menentukan kepresisian dari alat yang akan dibuat, demi terwujudnya sebuah fungsi tambahan yang akan di angkat di dalam penelitian ini.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas bertindak sebagai input penelitian yaitu desain cello awal yang telah ada dan sering dipakai musisi. Sedangkan variabel tergantung bertindak sebagai *output* penelitian adalah suara dan bentuk cello hasil perancangan yang dapat meningkatkan kenyamanan dalam bermain.

### 3.4 Alat yang digunakan

Dalam penelitian ini alat yang digunakan yaitu:

1. Kuesioner tangan (*Carpal Tunnel*) digunakan untuk mengukur besarnya keluhan muskuloskeletal di daerah tangan.
2. Desain cello yang digunakan saat ini.
3. Kuisisioner keinginan konsumen untuk mengetahui apa yang diinginkan konsumen untuk desain cello yang baru.
4. Kuisisioner yang berisi tentang tingkat kepentingan responden, pertanyaan yang diajukan merupakan atribut desain dan responden hanya dapat menilai yang paling penting untuk dilakukan pengembangan pada produk.
5. Kuisisioner *screening* dan *scoring* yang digunakan untuk penyeleksian konsep.

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan penelitian sebelum proses penelitian berlangsung yaitu:

1. Mencari group orchestra dan keroncong yang akan dijadikan subjek penelitian
2. Membuat kuisisioner pendahuluan yang berisi keinginan pemain untuk mendapatkan cello dengan kenyamanan yang lebih baik.

### **3.5.2 Tahap Perancangan Produk**

Perencanaan produk dibuat berdasarkan data pendahuluan yang telah dikumpulkan menggunakan kuisioner dan wawancara terhadap beberapa orang pemain cello di beberapa group orkestra. Perencanaan cello digunakan untuk mengetahui deskripsi cello yang akan dirancang.

### **3.5.3 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan**

Identifikasi pelanggan yaitu untuk memahami kebutuhan pelanggan dengan mengumpulkan data mentah dari pelanggan berupa wawancara terhadap keinginan dan keluhan kepada pemain cello. Objek tersebut terdiri dari pemain cello yang ada dalam beberapa group orkestra. Hasil wawancara akan diolah untuk menentukan solusi yang dibutuhkan dalam perancangan cello.

### **3.5.4 Penetapan Spesifikasi Produk**

Spesifikasi merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu: (1).Menyiapkan hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan, dengan penyebaran kuisioner kepentingan responden terhadap cello, (2).Membuat matrik kebutuhan, dengan pengisian nilai kepentingan pada daftar matrik dilakukan dengan membulatkan rata-rata jumlah kepentingan kebutuhan yang mempengaruhi matrik, (3).Spesifikasi akhir cello, diketahui daftar matrik cello untuk pemain cello pada musik keroncong maka dapat dibuat spesifikasi akhir

cello tersebut. Nilai dari spesifikasi akhir ini akan dijadikan acuan data antropometri yang akan diambil dan menjadi acuan dalam perancangan cello.

### **3.5.5 Penyusunan Konsep**

Sasaran penyusunan konsep adalah menggali lebih jauh area konsep-konsep produk yang mungkin sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penyusunan konsep dibuat dari tahap sebelumnya yaitu penetapan spesifikasi target. Penyusunan konsep digunakan untuk menentukan cello yang dapat memenuhi kebutuhan dari pemain. Langkah dalam penyusunan konsep yaitu memperjelas masalah, pencarian eksternal, membuat pohon klasifikasi, dan membuat tabel komposisi konsep

#### **a. Memperjelas Masalah**

Pada tahap ini dijelaskan bagaimana alur proses penggunaan cello pada pemakai, serta digambarkan diagram dekomposisi fungsi dan subfungsi cello.

#### **b. Pencarian Eksternal**

Pencarian eksternal pada tahap ini digunakan untuk penentuan komponen tambahan pada perancangan cello dilakukan dengan konsultasi pakar. Konsultasi dilakukan dengan ketua Orkes Keroncong, ahli ergonomi, dan ahli teknik.

#### **c. Pohon Klasifikasi Konsep**

Pohon klasifikasi digunakan untuk memisahkan keseluruhan komponen sesuai penempatannya menurut para pakar.

d. Tabel Kombinasi Konsep

Pada perancangan cello terdapat  $n$  kombinasi konsep yang mungkin sesuai dengan kombonasi cabang dari pohon klasifikasi.

### 3.5.6 Konsep Desain

Konsep produk merupakan gambaran secara ringkas bagaimana produk yang dibuat dapat memuaskan kebutuhan pelanggan. Dalam suatu konsep ditampilkan dalam bentuk gambar beserta keterangan secara ringkas. Dalam perancangan cello dimensi antropometri yang digunakan adalah panjang telapak tangan ( Ptk), lebar bahu ( Lbh), panjang jari telunjuk ( Ptl), panjang jari tengah ( Ptn), panjang jari manis (Ptm), panjang kelinking (Pkl).

### 3.5.7 Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep merupakan kegiatan dimana berbagai konsep dianalisis dan secara berturut-turut dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini biasanya membutuhkan beberapa iterasi dan mungkin diajukannya tambahan penyusunan dan perbaikan konsep. Tahapan proses dalam seleksi konsep yaitu:

a. Penyaringan konsep (*concept screening*)

Tujuan dari penyaringan konsep adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan membandingkan konsep satu dengan konsep yang lainnya. Penyaringan konsep menggunakan sistem perbandingan kasar



untuk mempersempit kisaran konsep yang dipertimbangkan. Dalam penelitian ini,  $n$  konsep masing-masing akan dibandingkan. Nilai relatif “lebih baik” (+), “sama dengan” (0), “lebih buruk” (-) diletakkan di tiap sel matriks untuk memperlihatkan bagaimana tiap konsep dinilai terhadap konsep referensi untuk kriteria tertentu

b. Penilaian Konsep (concept scoring)

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Pada tahap ini, diberikan bobot kepentingan relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai.

### 3.5.8 Pengujian Konsep

Pada tahap ini, konsep yang terpilih diuji untuk mengetahui apakah kebutuhan pelanggan telah terpenuhi, dan mengidentifikasi beberapa kelemahan yang harus diperbaiki selama proses pengembangan selanjutnya. Tahap ini dilakukan dengan metode wawancara kepada pemain cello, ahli ergonomi, ahli teknik. Selanjutnya adalah penyampaian konsep dilakukan dengan uraian verbal berupa paragraf singkat berisi ringkasan konsep produk, dan sketsa produk.

### 3.6 Tahap Pengolahan Data

#### 3.6.1 Uji Normalitas

Data penilaian terhadap kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dilakukan uji normalitas dengan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Aspek keluhan tangan kelompok kontrol.

$H_0$  : Skor bobot keluhan tangan kelompok kontrol berdistribusi normal.

$H_1$  : Skor bobot keluhan tangan kelompok kontrol tidak berdistribusi normal.

- b. Aspek keluhan tangan kelompok eksperimen.

$H_0$  : Skor bobot keluhan tangan kelompok eksperimen berdistribusi normal.

$H_1$  : Skor bobot keluhan tangan kelompok eksperimen tidak berdistribusi normal.

#### 3.6.2 Uji Beda

Uji terhadap penurunan keluhan tangan, pada kelompok kontrol dan eksperimen menggunakan uji beda dua kelompok berpasangan dengan taraf signifikansi ( $\alpha=0.05$ ). Jika data berdistribusi normal, maka digunakan uji t berpasangan. Jika data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji *Wilcoxon*.

### 1. Uji Terhadap Penurunan Keluhan Tangan

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

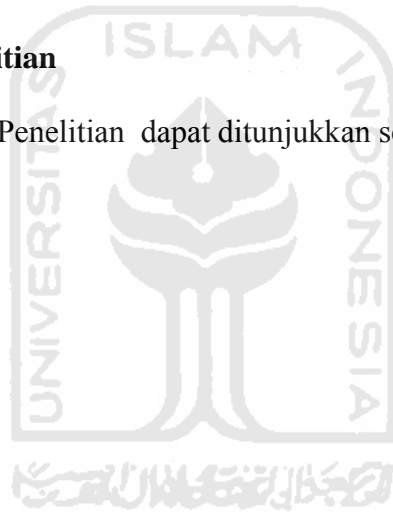
Tidak ada perbedaan penurunan keluhan tangan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

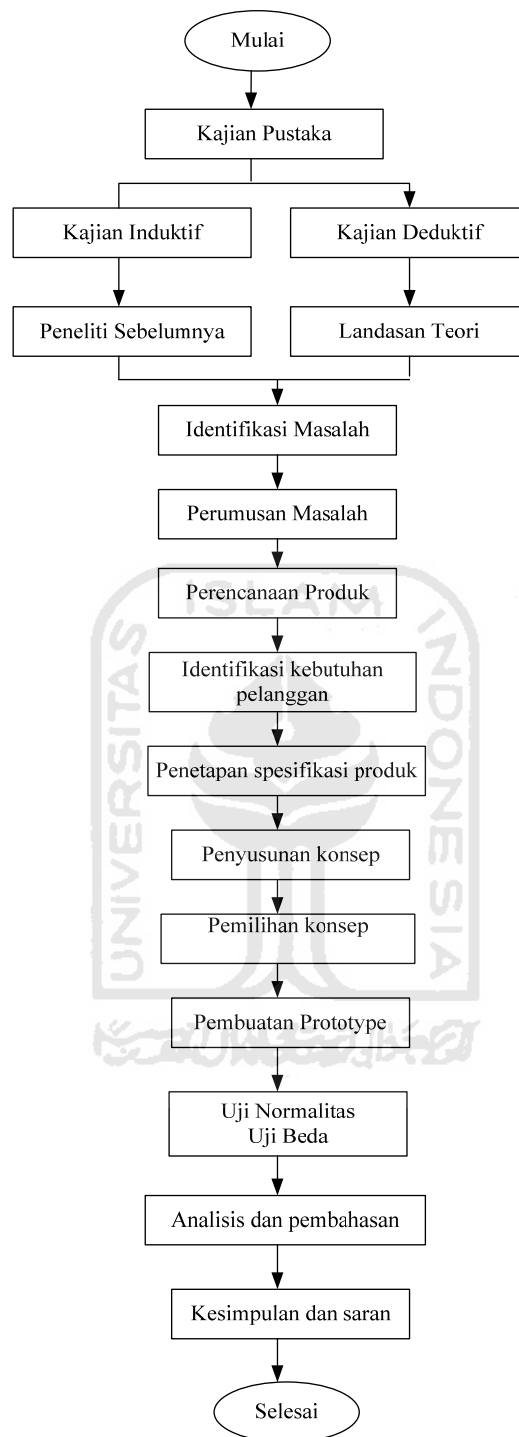
$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan penurunan keluhan tangan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

### 3.7 Rancangan Penelitian

Adapun flowchart Penelitian dapat ditunjukkan seperti Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Flowchart Penelitian.

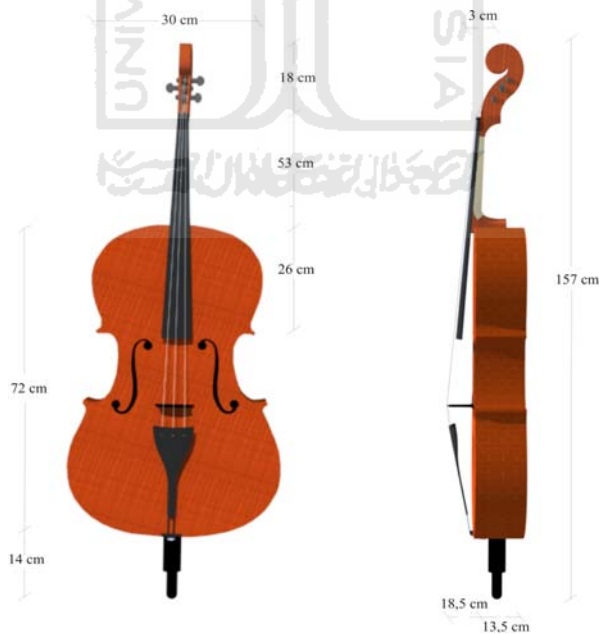
## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam alternatif desain cello yaitu desain cello lama, keluhan pada tangan pengguna cello lama dan dimensi antropometri untuk patokan pengukuran alat. Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara terhadap beberapa pemain cello yang ada dalam group orkestra maupun keroncong yang ada di Jogjakarta dan di Surakarta.

##### 4.1.1 Desain Cello lama



Gambar 4.1

Gambar 4.1 adalah gambar cello lama yang biasa dimainkan oleh pemain dalam group keroncong. Tidak ada variasi lain untuk bentuk cello. Dengan body klasik seperti gambar diatas, membuat pemain tidak dapat bermain cello hingga neck yang letaknya masuk kedalam body. Ukuran neck masih terlalu besar sehingga sering terasa sakit pada otot ibu jari dan pergelangan tangan atas. Kaki cello terbuat dari kayu dan tidak dapat diatur, sehingga pemain cello tidak dapat mencari posisi nyaman dalam bermain dan juga kaki cello licin saat dimainkan.

Pada cello lama, ukuran panjang body cello adalah 72 cm, lebar body 30 cm. Untuk panjang neck adalah 79 cm dengan rincian panjang neck bebas 53 cm dan panjang neck masuk 26 cm. Panjang kepala cello untuk menyetel suara 18 cm dan panjang kaki cello adalah 14 cm. Sedangkan untuk tebal body cello adalah 13,5 cm dan tebal neck adalah 3 cm.

## **4.2 Konsep Perancangan**

Konsep perancangan dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai kebutuhan pemain cello yang kemudian diwujudkan dalam spesifikasi produk hingga muncul satu konsep perancangan yang akan dijadikan acuan dalam perancangan cello tersebut. Konsep perancangan pada penelitian ini (Ulrich, 2001) ada 6 tahapan yang meliputi fase 0 (1 tahapan) sampai fase 1 (5 tahapan).

### **4.2.1 Perencanaan Produk**

Perencanaan produk dibuat berdasarkan data pendahuluan yang telah dikumpulkan menggunakan kuisisioner dan wawancara terhadap beberapa orang

pemain cello di group orkestra yang ada di Jogjakarta dan di Surakarta. Perencanaan perancangan cello digunakan untuk mengetahui deskripsi cello yang akan dirancang.

Tabel 4.1 Perancangan Cello

Pernyataan Misi: Perancangan Cello	
Uraian Produk	Berupa alat musik yang pada awalnya dimainkan dengan cara digesek kemudian di Indonesia dimainkan secara dipetik untuk musik keroncong, dengan kriteria kenyamanan, fleksibel, dan estetika.
Sasaran Produk	Pemain cello di group keroncong dan orchestra
Stakeholder	- Pemain cello
Asumsi-asumsi	- Data antropometri yang diambil yaitu pemain cello dan data orang normal yang dapat mewakili. - Pemain cello bermain dalam posisi duduk diatas kursi
Batasan	- Perhitungan mekanik tidak dilakukan - Pengambilan data antropometri dilakukan terhadap pemain cello. - Percentile yang digunakan yaitu 5%, 50%, dan 95%.

#### 4.2.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Wawancara dan penyebaran kuisisioner juga dilakukan untuk mengetahui keinginan pemain cello yang selanjutnya dijadikan pertimbangan dalam perancangan. Keinginan pemain cello tersebut yaitu:

- a. Cello nyaman saat digunakan
- b. Cello dapat fleksibel dalam penyimpanannya
- c. Kaki cello terbuat dari besi dan karet agar tidak licin saat dimainkan
- d. Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek
- e. Bentuk body elegan dan klasik yang dapat mendukung teknik bermain
- f. Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan
- g. Bentuk menarik
- h. Suara bagus dan empuk.

#### 4.2.3 Spesifikasi Produk

Spesifikasi merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu menyiapkan hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan, kemudian membuat matrik kebutuhan. Dari matrik kebutuhan maka dapat dibuat spesifikasi produk dengan matrik dan ukuran matriknya.



#### 4.2.3.1 Hirarki Kebutuhan Dengan Derajat Kepentingan

Hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan diperoleh dengan penyebaran kuisioner menggunakan skala *absolute importance* (1,2,3,4,5) untuk menilai tingkat kepentingannya.

Tabel 4.2 Hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan

No	Kebutuhan	Kepentingan
1	Cello nyaman saat digunakan	4.92
2	Cello dapat fleksibel dalam penyimpanannya	4.57
3	Kaki cello tidak licin saat dimainkan	4.78
4	Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek	4.92
5	Bentuk body yang dapat mendukung teknik dalam bermain	4.78
6	Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan	4.71
7	Bentuk menarik	4.92
8	Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk	5
9	Aksesoris tali untuk bermain cello dengan digendong	4.57

Berdasarkan derajat kepentingan yang didapat, maka kebutuhan cello yang akan masuk dalam kriteria pengembangan adalah :

- a. Cello nyaman saat digunakan
- b. Kaki cello terbuat dari besi dan karet agar tidak licin saat dimainkan
- c. Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek
- d. Bentuk body elegan dan klasik yang dapat mendukung teknik bermain
- e. Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan

- f. Bentuk menarik
- g. Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk

#### 4.2.3.2 Mempersiapkan Daftar Matrik

Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan derajat kepentingannya maka dapat dibuat daftar matrik dan satuan matrik. Matrik yang baik adalah yang dapat merefleksikan secara langsung nilai produk yang memuaskan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan dan matrik merupakan inti dari proses penetapan spesifikasi (Ullrich, 2001). Daftar matrik untuk perancangan cello dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.3 Daftar Matrik

No Matrik	Kebutuhan	Matrik	Kepentingan	Satuan
1	1,4,5	Kesesuaian dengan antropometri	4,8	Cm
2	1,2	Kaki cello terbuat dari besi	4,85	Subj
3	1,2,4,5	Mudah dalam penggunaan	4,75	Subj
4	2,3,7	Kualitas bahan	4,9	Subj
5	1,4,5	Neck mudah digenggam	4,8	Cm
6	6	Bentuk dan warna menarik	4,92	Subj
7	3,7	Bahan sengon	4,96	Subj

Pengisian nilai kepentingan pada daftar metrik dilakukan dengan membulatkan rata-rata jumlah kepentingan kebutuhan yang mempengaruhi

matrik, misal untuk matrik “kesesuaian antropometri” nilai kepentingan didapatkan dari rata-rata nilai kebutuhan 1,5,dan 6. Maka didapatkan nilai kepentingan metrik sebesar 4,8. Begitu seterusnya untuk metrik lainnya.

Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan daftar matrik maka dapat dihasilkan matrik kebutuhan seperti gambar 4.3. Lingkaran hitam pada matrik kebutuhan pada gambar tersebut menjelaskan hubungan antara kebutuhan dan matrik untuk memenuhi kebutuhan tersebut misalnya untuk kebutuhan “cello nyaman saat digunakan”, maka matrik untuk kebutuhan tersebut adalah kesesuaian dengan antropometri, kaki cello terbuat dari besi, mudah dalam penggunaan, dan neck mudah digenggam.

		1	2	3	4	5	6	7
		Kesesuaian dengan antropometri						
		Kaki cello terbuat dari besi						
		Mudah dalam penggunaan						
		Kualitas bahan						
		Neck mudah digenggam						
		Bentuk dan warna menarik						
		Bahan sengon						
1	Cello nyaman saat digunakan	●	●	●		●		
2	Kaki cello terbuat dari besi dan karet agar tidak licin		●	●	●			
3	Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek				●			●
4	Bentuk body elegan dan klasik yang dapat	●		●		●		
5	Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman	●		●		●		
6	Bentuk menarik						●	
7	Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk				●			●

Gambar 4.2 Matrik Kebutuhan

#### 4.2.3.3 Spesifikasi Akhir Cello

Setelah diketahui daftar matrik cello maka dapat dibuat spesifikasi akhir cello tersebut. Nilai dari spesifikasi akhir ini akan dijadikan acuan data antropometri yang akan diambil dan menjadi acuan dalam perancangan cello.

Tabel 4.4 Spesifikasi Akhir

No	Matrik	Nilai	Keterangan
1	Kesesuaian dengan antropometri	Dimensi yang dibutuhkan dalam perancangan sesuai ukuran tubuh	Nilai didapatkan setelah mengukur antropometri (tahap perancangan)
2	Kaki cello terbuat dari besi	Kualitas besi yang digunakan untuk kaki cello	Besi yang digunakan menggunakan besi yang tidak mudah berkarat dan tidak mudah bengkok
3	Mudah dalam penyimpanan	Kaki cello dapat dipendekkan	Kaki cello dapat di panjang pendekkan sehingga dapat lebih mudah disimpan
4	Mudah dalam penggunaan	Dapat digunakan dengan mudah	Dalam penggunaannya cello dapat disesuaikan ketinggiannya, dan dapat dimainkan dengan mudah
5	Kualitas bahan	Bahan terbuat dari kayu dan besi yang kuat	Body kayu terbuat dari kayu dan kaki cello terbuat dari besi
6	Mudah untuk dirawat	Mudah dalam perawatan	
7	Neck mudah digenggam	Ukuran neck sesuai dengan dimensi tangan	Dimensi pada telapak tangan menjadi pertimbangan ukuran neck
8	Bentuk dan warna menarik	Sesuai perkembangan zaman	Bentuk didapatkan setelah pengukuran antropometri (tahap perancangan)
9	Bahan kayu sengon	Terbuat dari kayu sengon yang baik	Bahan sesuai keinginan pengguna untuk mendukung suara yang dihasilkan

#### 4.2.4 Penyusunan Konsep

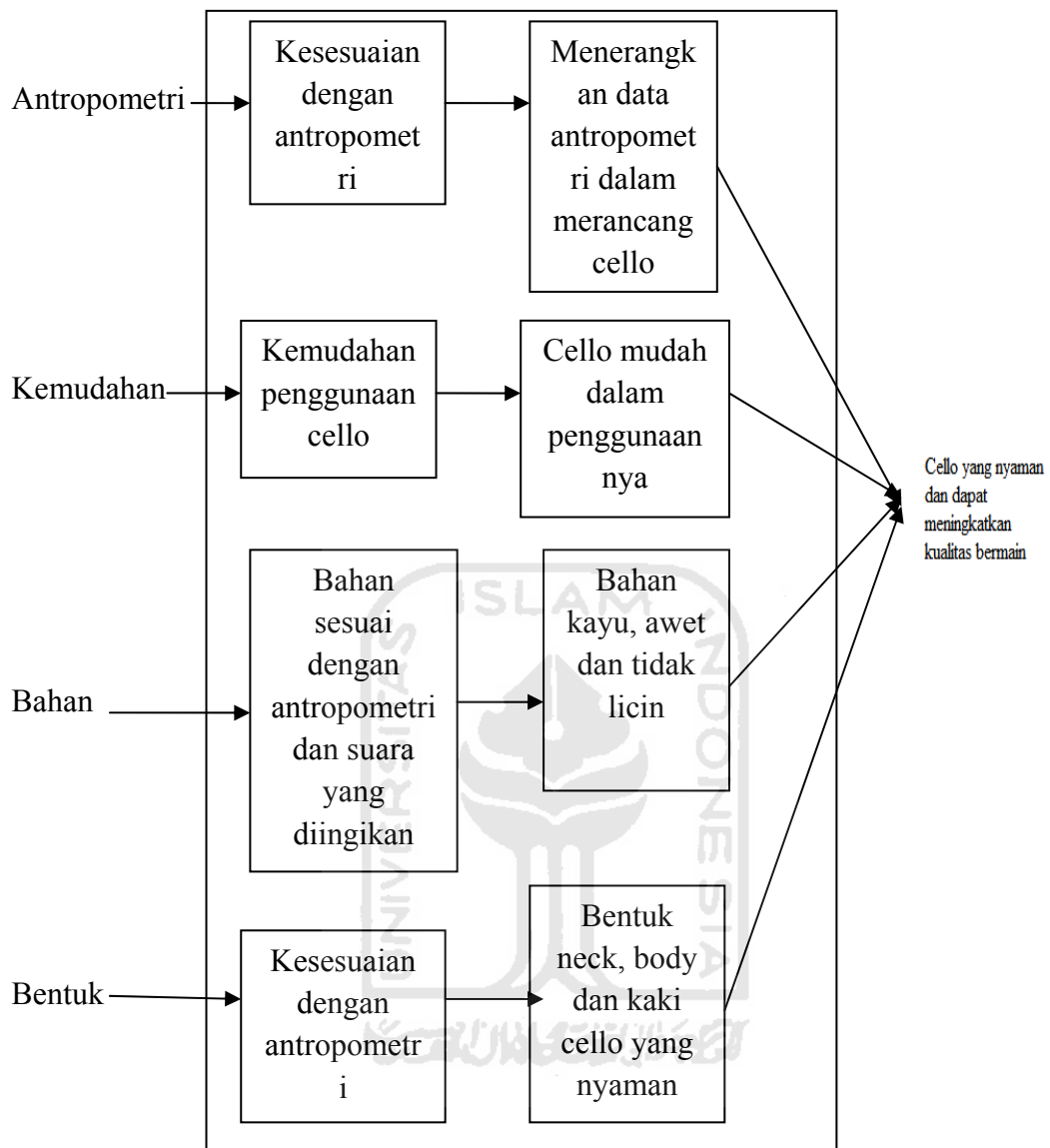
Konsep produk merupakan gambaran secara ringkas bagaimana produk yang dibuat dapat memuaskan kebutuhan pemain cello. Penyusunan konsep dibuat berdasarkan tahap sebelumnya yaitu spesifikasi produk. Penyusunan konsep digunakan untuk menentukan cello yang sesuai dengan kenyamanan, fleksibel, dan estetika. Berikut adalah langkah penyusunan konsep:

##### 4.2.2.1 Memperjelas Masalah

Pada tahap ini dijelaskan bagaimana alur proses desain cello yang nyaman dan fleksibel untuk digunakan sebagai alat musik yang dimainkan secara dipetik. Pada tahap ini digambarkan diagram dekomposisi fungsi dan cello sebagai alat musik.



Gambar 4.3 Diagram Fungsi



Gambar 4.4 Diagram subfungsi

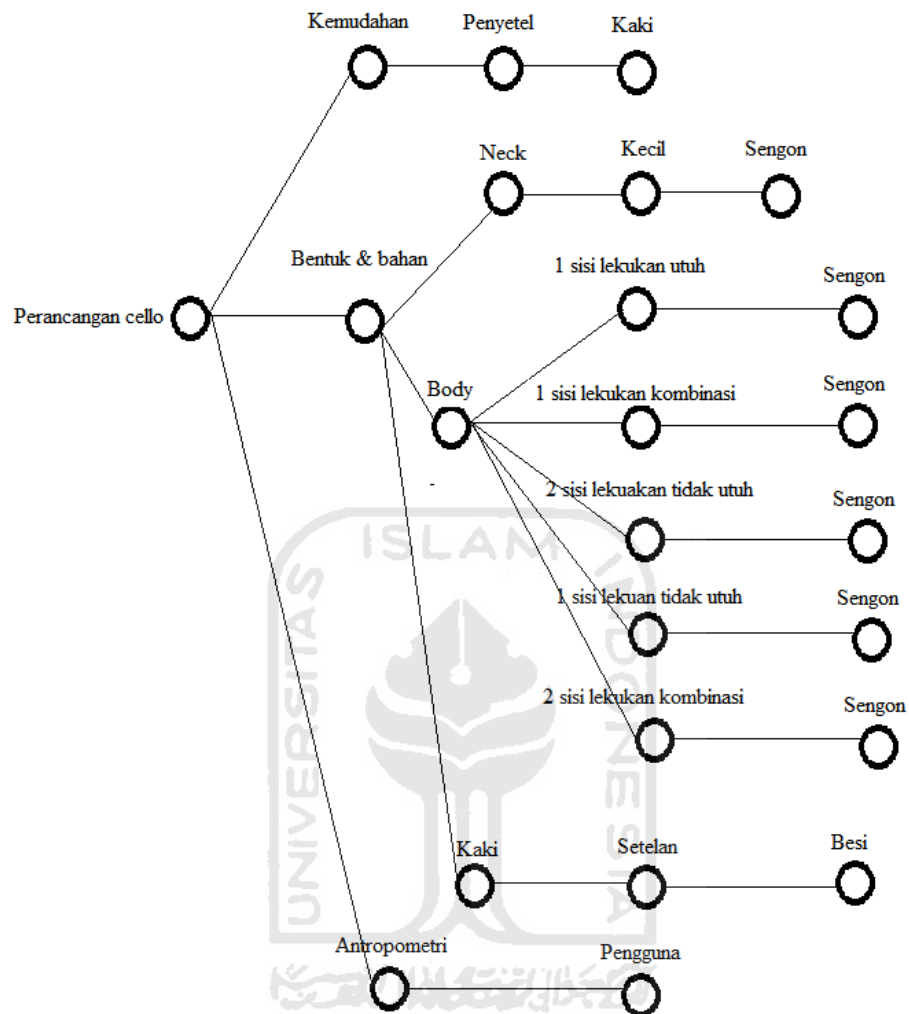
#### 4.2.2.2 Pencarian Secara Eksternal

Pencarian eksternal bertujuan untuk menemukan pemecahan masalah dan submasalah yang ditemukan pada tahap memperjelas masalah (Ulrich, 2001). Pencarian eksternal untuk perancangan cello dilakukan dengan cara konsultasi pemain- pemain cello. Hasil dari konsultasi yaitu cello yang baik harus memiliki

body yang mendukung teknik bermain. Selain itu, body yang dirubah harus dapat menghasilkan suara yang sama atau lebih baik dari sebelumnya. Dengan berubahnya bentuk body, maka ruangan kosong didalam body juga berkurang. Oleh karena itu, dibutuhkan modifikasi khusus untuk menghasilkan suara yang tetap bagus. Kaki cello yang dapat diatur dengan menggunakan besi dan karet, dapat disesuaikan dengan tinggi duduk pemain saat bermain. Neck yang dkecilkan juga dapat mendukung teknik bermain karena dengan adanya neck yang mudah digenggam, maka pemain dapat dengan lincah memainkan not dalam cello dan tidak perlu merasa nyeri pada tangan.

#### **4.2.2.3 Pohon Klasifikasi Konsep**

Pohon klasifikasi konsep digunakan untuk memisahkan keseluruhan penyelesaian yang mungkin menjadi beberapa kelas berbeda yang akan memudahkan perbandingan dan pemangkasan. Pohon klasifikasi dibawah ini sesuai dengan saran pakar dan pengguna cello.



Gambar 4.5 Pohon Klasifikasi

#### 4.2.2.4 Tabel Kombinasi Konsep

Tabel kombinasi konsep menyediakan sebuah cara untuk mempertimbangkan kombinasi solusi secara sistematis (Ulrich, 2001). Setelah melakukan diskusi yang mengacu pada konsep maka penelitian ini diperoleh 5 kombinasi konsep yaitu konsep A, B, C, D, E.



## Konsep A

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep A sebagai berikut:

Perancangan cello	Bentuk	Bahan	Objek
Kemudahan	Penyetel	Besi	Kaki
Neck	Kecil	Sengon	
Body	1 lekukan utuh 1 lekukan kombinasi 2 lekukan tidak utuh 1 lekukan tidak utuh 2 lekukan kombinasi	Sengon	
Kaki	Setelan	Besi	
Antropometri			Pengguna

Gambar 4.6 Konsep A

Pada konsep A, pemilihan cello adalah terdapat kemudahan yaitu penyetel dari besi, kemudian body lekukan utuh dengan bahan dari sengon. Kaki cello dapat diatur dan terbuat dari besi.



Gambar 4.7 Desain A

Konsep B

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep B sebagai berikut:

Perancangan cello	Bentuk	Bahan	Objek
Kemudahan	Penyetel	Besi	Kaki
Neck	Kecil	Sengon	
Body	1 lekukan utuh 1 lekukan kombinasi 2 lekukan tidak utuh 1 lekukan tidak utuh 2 lekukan kombinasi	Sengon	
Kaki	Setelan	Besi	
Antropometri			Pengguna

Gambar 4.8 Konsep B

Pada konsep B, pemilihan cello adalah terdapat kemudahan yaitu penyetel dari besi, kemudian body lekukan kombinasi dengan bahan dari sengon. Kaki cello dapat diatur dan terbuat dari besi.



Gambar 4.9 Desain B

Konsep C

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep C sebagai berikut:

Perancangan cello	Bentuk	Bahan	Objek
Kemudahan	Penyetel	Besi	Kaki
Neck	Kecil	Sengon	
Body	1 lekukan utuh 1 lekukan kombinasi 2 lekukan tidak utuh 1 lekukan tidak utuh 2 lekukan kombinasi	Sengon	
Kaki	Setelan	Besi	
Antropometri			Pengguna

Gambar 4.10 Konsep C

Pada konsep C, pemilihan cello adalah terdapat kemudahan yaitu penyetel dari besi, kemudian body 2 lekukan tidak utuh dengan bahan dari sengon. Kaki cello dapat diatur dan terbuat dari besi.



Gambar 4.11 Desain C

#### Konsep D

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep D sebagai berikut:

Perancangan cello	Bentuk	Bahan	Objek
Kemudahan	Penyetel	Besi	Kaki
Neck	Kecil	Sengon	
Body	1 lekukan utuh 1 lekukan kombinasi 2 lekukan tidak utuh 1 lekukan tidak utuh 2 lekukan kombinasi	Sengon	
Kaki	Setelan	Besi	
Antropometri			Pengguna

Gambar 4.12 Konsep D

Pada konsep D, pemilihan cello adalah terdapat kemudahan yaitu penyetel dari besi, kemudian body 1 lekukan tidak utuh dengan bahan dari sengon. Kaki cello dapat diatur dan terbuat dari besi.



Gambar 4.13 Desain D

Konsep E

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep E sebagai berikut:



Perancangan cello	Bentuk	Bahan	Objek
Kemudahan	Penyetel	Besi	Kaki
Neck	Kecil	Sengon	
Body	1 lekukan utuh 1 lekukan kombinasi 2 lekukan tidak utuh 1 lekukan tidak utuh 2 lekukan kombinasi	Sengon	
Kaki	Setelan	Besi	
Antropometri			Pengguna

Gambar 4.14 Konsep E

Pada konsep D, pemilihan cello adalah terdapat kemudahan yaitu penyetel dari besi, kemudian body 2 lekukan kombinasi dengan bahan dari sengan. Kaki cello dapat diatur dan terbuat dari besi.



Gambar 4.15 Desain E

#### 4.2.5 Seleksi Konsep

Tujuan dari penyeleksian konsep adalah untuk memperkecil jumlah konsep. Pada seleksi konsep ada 2 tahap yaitu penyaringan konsep (*concept screening*) dan penilaian konsep (*concept scoring*). Dalam penyeleksian konsep ini yang membuat keputusan adalah beberapa orang pemain cello, ketua Yayasan Mandiri, dan ahli teknik.

#### 4.2.5.1 Penyaringan Konsep (*concept screening*)

Penyaringan konsep didasarkan pada metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh dan sering disebut seleksi konsep Pugh (Pugh, 1990). Penyaringan konsep bertujuan untuk mempersempit alternatif konsep dan mempermudah pemilihan konsep yang akan dikembangkan. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan cara membandingkan konsep satu dengan yang lainnya. Kriteria seleksi dituliskan sepanjang sisi kiri matriks penyaringan Tabel 4.5. Kriteria dipilih berdasar kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi. Nilai relatif “lebih baik” (+), “sama dengan” (0), “lebih buruk” (-) diletakkan di tiap sel matriks untuk memperlihatkan bagaimana tiap konsep dinilai terhadap konsep referensi untuk kriteria tertentu. Nilai relatif (+) digunakan apabila alat hasil rancangan lebih baik dari alat lama. Nilai relatif (0) digunakan jika alat hasil rancangan sama dengan alat lama dan nilai relatif (-) digunakan jika alat hasil rancangan lebih buruk dari alat sebelum dirancang. Dari penyebaran kuisisioner, maka 5 konsep yang dibuat dapat dipersempit menjadi 3 konsep yaitu konsep B, D dan E.

Tabel 4.5 Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep				
	A	B	C	D	E
Kenyamanan Penggunaan	-	+	-	+	+
Ukuran neck lebih kecil	+	+	0	0	+
Bahan dari kayu	0	0	0	0	0
Bentuk body ergonomis	-	+	-	-	+
Aksesoris tali	+	+	+	+	+
Mudah disimpan	-	+	-	+	-
Kaki cello tidak licin	+	+	+	+	+
Bentuk Menarik	-	+	-	+	+
Jumlah	-1	7	-2	4	5
Lanjutkan?	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Ya

#### 4.2.5.2 Penilaian Konsep (*concept scoring*)

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai. Bobot kepentingan didapatkan dari hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.6 Penilaian Konsep

		Konsep					
		B		D		E	
Kriteria Sleksi	Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Kenyamanan Penggunaan	4,92	4,35	21,4	3,5	17,2	3,5	17,2
Ukuran neck lebih kecil	4,71	4,5	21,2	4,5	21,2	4,5	21,2
Bahan dari kayu	4,92	3,78	18,5	3,78	18,5	3,78	18,5
Bentuk body ergonomis	4,78	4,5	21,3	3,07	14,6	3,42	16,3
Aksesoris tali	4,57	3,5	16	3,5	16	3,5	16
Mudah disimpan	4,57	3,5	16	4,3	19,6	3,28	14,9
Kaki cello tidak licin	4,78	3,64	17,4	3,64	17,4	3,64	17,4
Bentuk menarik	4,92	4,42	21,7	3,92	19,2	3,14	15,4
Total Nilai		153,5		143,7		136,9	
Peringkat		1		2		3	
Lanjutkan?		Ya		Tidak		Tidak	

#### 4.2.6 Pengujian Konsep

Berdasarkan seleksi konsep yang dilakukan dari 5 kombinasi konsep, didapatkan 1 konsep yang diambil untuk diteruskan ke tahap selanjutnya yaitu konsep B pada gambar 4.10. Konsep B memiliki kriteria memiliki neck kecil dengan kaki yang dapat diatur ketinggiannya. Bentuk body 1 lekukan kombinasi dapat meningkatkan performa permainan serta dapat mudah mencari tempay pukulan gendang. Selain itu, dapat nyaman dimainkan dengan posisi seperti gitar.

Pada tahap pengujian konsep ini peneliti meminta respon dari pengguna cello, ahli ergonomi, dan ahli teknik pembuat cello. Tahap ini dilakukan dengan pendekatan ergonomi partisipatori berupa wawancara dan penyampaian konsep dilakukan dengan uraian verbal dan sketsa gambar produk serta prototype awal desain cello. Dari hasil wawancara, pengguna cello, ahli ergonomi dan ahli tehnik setuju dengan pengembangan konsep ini. Berikut adalah gambar desain cello yang terpilih :



Gambar 4.16 Desain cello dari depan      Gambar 4.17 Desain cello dari samping

### 4.3 Tahap Perancangan

#### 4.3.1 Data Antropometri

Data Antropometri dibawah merupakan ukuran yang diambil dari 40 data orang normal. Data yang diambil adalah perempuan dan laki-laki. Karena

dimensi tubuh orang normal dapat mewakili perancangan cello yang dapat berguna untuk meningkatkan kenyamanan saat bermain. Dimensi yang diukur adalah Tinggi duduk tegak, lebar telapak tangan, lebar bahu dan diameter genggam tangan. Persentil yang digunakan yaitu persentil 5%, 50%, dan 95%. Penggunaan persentil disesuaikan dengan dimensi yang digunakan. Tabel 4.7 menunjukkan nilai persentil untuk setiap segmen tubuh.

Tabel 4.7 Persentil Segmen Tubuh

No	Keterangan	5 %	50 %	95 %
1	Lebar telapak tangan	6,87	8,07	9,75
2	Lebar bahu	29,03	43,75	64,56
3	Tinggi duduk tegak	81,66	86,58	93,53
4	Diameter genggam tangan	2,60	3,17	3,97

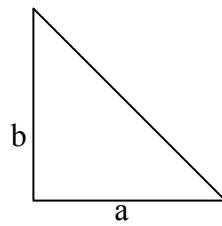
Dari tabel diatas dapat ditentukan ukuran cello yang baru. Ukuran cello baru berdasarkan perhitungan presentil diatas adalah :

a. Panjang Cello

Dimensi tubuh yang digunakan adalah lebar bahu, lebar telapak tangan dan tinggi duduk tegak. Dimensi itu dipakai karena untuk menentukan panjang cello yang dimainkan tidak tegak lurus, menggunakan rumus menentukan sisi miring segitiga. Lebar telapak tangan dan bahu sebagai alas, sedangkan tinggi duduk tegak sebagai tinggi.

Rumus menentukan sisi miring :





$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 86,5^2 + (8,07+43,75)^2$$

$$c^2 = 86,5^2 + 51,82^2$$

$$c^2 = 7482,25 + 2685,31$$

$$c^2 = 10167,57$$

$$c = 100,84$$

Perlu adanya penambahan panjang cello untuk *dynamic clearance* sebesar 14.26 cm. Penentuan toleransi ditujukan untuk memberikan ruang gerak ketika pemain memakai kursi dengan ukuran yang berubah-ubah. Sehingga total panjang keseluruhan adalah :

$$X_p = 100,84 \text{ cm} + 14,26 \text{ cm} = 115 \text{ cm}$$

#### b. Lebar body cello

Dimensi tubuh yang digunakan adalah lebar bahu. Persentil yang digunakan yaitu 50 %. Penentuan persentil 50 % karena cello yang *adjustable* dalam penggunaannya. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= \bar{X} \\ &= 43 \text{ cm} \end{aligned}$$

## c. Tebal neck`

Dimensi tubuh yang digunakan adalah diameter genggam tangan

Persentil yang digunakan yaitu 50 %. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= \bar{x} \pm Z_{p.s} \\ &= 3,17 \text{ cm} + (1,645 \times 0,35) \\ &= 3,74 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perlu adanya *dynamic clearance* sebesar 0,26 untuk memberi kenyamanan sehingga lebar neck menjadi :

$$X_p = 3,74 + 0,26 = 4 \text{ cm}$$

#### 4.3.2. Karakteristik Subjek

Dalam pengumpulan data, yang menjadi subjek penelitian adalah orang-orang yang bisa bermain cello yang berada dalam group keroncong dan orkestra yang ada di Surakarta dan Jogjakarta. Deskripsi subjek dapat dilihat pada Tabel.4.8:

Tabel 4.8 Deskripsi Subjek

Aspek	Laki-laki		
	Rata-rata	SB	Rentangan
Usia (tahun)	27,14	3,90	22-35
Tinggi badan (cm)	163,64	5,62	152-172
Berat Badan (kg)	55,21	12,65	40-74
Lamanya menggunakan cello(tahun)	4,07	2,34	1-9

Keterangan :

SB = Simpang Baku

Tabel 4.8 menyatakan bahwa usia subjek didapat rata-rata  $27,14 \pm 3,90$  dengan rentangan 22-35 tahun. Tinggi badan subjek didapat rata-rata  $163,64 \pm 5,62$  dengan rentangan 152-172 cm. Berat badan subjek didapat rata-rata  $55,21 \pm 12,65$  dengan rentangan 40-74 kg. Lama menggunakan cello didapat rata-rata  $4,07 \pm 2,34$  dengan rentangan 1-9 tahun.

#### 4.3.3 Uji Normalitas

Sebelum menentukan alat analisis data penelitian, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* ditunjukkan pada Tabel.4.9

Tabel 4.9 Rata-rata, Simpang Baku dan Uji Normalitas

Aspek	Rata-rata	Simpang Baku	<i>P</i>
Aspek keluhan tangan kelompok kontrol	20,86	2,14	0,2
Aspek keluhan tangan kelompok eksperimen	10,78	0,8	0,09

*p* = nilai probabilitas

Berdasarkan perhitungan, didapat nilai *p* pada seluruh aspek lebih besar daripada 0.05 ( $p > 0.05$ ), dengan demikian semua data berdistribusi normal (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 4).

#### 4.3.4 Uji T Terhadap Keluhan tangan

Karena keseluruhan data berdistribusi normal, maka analisis yang digunakan adalah uji *compare mean* yaitu dengan menggunakan uji t berpasangan (*Paired sample T-Test*). Hasil uji t untuk subjek ditunjukkan pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Rata-rata, Beda Rata-rata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden

Variabel	Kelompok	Rata-rata	Simpang Baku	Beda Rata-rata	t hitung	P
Keluhan Tangan	Kontrol	20,86	2,14	10,07	15,49	0,000
	Ekperimen	10,78	0,90			

Tabel 4.10 menyatakan bahwa tingkat keluhan tangan pada sampel didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ( $p < 0.05$ ). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penurunan keluhan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebesar 10,07. Dibawah ini adalah gambar grafik untuk beda pada keluhan tangan:

#### 4.3.5 Peningkatan Kualitas Suara Cello

Kualitas suara cello dilakukan dengan penyebaran kuisisioner kepada responden untuk mengetahui kualitas dari cello baru. Kuisisioner tersebut disebarkan kepada seniman agar data yang dihasilkan dari kuisisioner sesuai dengan yang kita harapkan. Dari kuisisioner yang disebarkan, diperoleh data :

Tabel 4.11 Hasil kuisisioner kualitas suara

Alat	Kualitas Suara		
	Baik	Cukup	Jelek
Cello baru	10	4	0
Cello Lama	5	6	3



## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Karakteristik Subjek**

Dari perhitungan jumlah sampel yang didasarkan atas hasil penelitian pendahuluan dengan subjek 30 orang, diperoleh subjek penelitian sebanyak 14 orang. Subjek tersebut memiliki karakteristik rentangan usia 27 – 35 tahun. Hal ini dimaksudkan karena pada usia tersebut, subjek berada dalam masa produktif dan masih memiliki pendengaran yang sehat untuk mendengar suara cello. Tinggi subjek memiliki rentangan 152 – 172 cm dengan maksud penyesuaian dengan tinggi rata – rata orang Indonesia. Lama menggunakan cello diambil dari subjek yang telah bisa memainkan cello dengan rentangan 1 – 9 tahun dengan maksud agar subjek yang diambil telah memiliki ketrampilan untuk memainkan cello.

#### **5.2 Proses Perancangan**

Proses perancangan cello ini menggunakan metode seleksi konsep yang berbasis ergonomi. Karena dengan seleksi konsep tahap perancangan berdasarkan *voice of customer* kemudian dideskripsikan sehingga lebih detail sesuai keinginan konsumen, dan dalam perancangan juga menggunakan prinsip-prinsip ergonomi yang bertujuan menciptakan hubungan optimal antar pengguna cello dan alat yang digunakan.

Pada tahap perancangan dimulai dengan menyebarkan kuisisioner dan wawancara kepada pemain cello yang ada di Jogjakarta dan Surakarta, hal ini bertujuan untuk mengetahui keinginan pengguna cello. Dari hasil wawancara dan penyebaran kuisisioner didapatkan keinginan pengguna cello yaitu: Cello nyaman saat digunakan, Cello dapat fleksibel dalam penyimpanannya, Kaki cello terbuat dari besi dan karet agar tidak licin saat dimainkan, Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek, Bentuk body elegan dan klasik yang dapat mendukung teknik bermain, Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan, Bentuk menarik, Suara bagus dan empuk.

Selanjutnya adalah spesifikasi produk yang merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu menyiapkan hierarki kebutuhan dengan derajat kepentingan, kemudian membuat matrik kebutuhan. Penyebaran kuisisioner 2 untuk mengetahui tingkat kepentingan pengguna cello terhadap kebutuhan cello. Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan derajat kepentingannya maka dapat dibuat daftar matrik dan satuan matrik.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan konsep berdasarkan tahap sebelumnya yaitu spesifikasi produk. Pada tahap ini memperjelas masalah dengan dijelaskan bagaimana alur proses desain cello yang nyaman dan dapat meningkatkan performa pemain. Selain itu pencarian eksternal untuk perancangan cello dilakukan dengan cara konsultasi pakar dan konsultasi kepada pengguna cello. Konsultasi dilakukan dengan pelatih De Java Orkestra. Hasil dari konsultasi

yaitu cello yang baik harus memiliki body yang mendukung teknik bermain. Selain itu, body yang dirubah harus dapat menghasilkan suara yang sama atau lebih baik dari sebelumnya. Dengan berubahnya bentuk body, maka ruangan kosong didalam body juga berkurang. Oleh karena itu, dibutuhkan modifikasi khusus untuk menghasilkan suara yang tetap bagus. Kaki cello yang dapat diatur dengan menggunakan besi dan karet, dapat disesuaikan dengan tinggi duduk pemain saat bermain. Neck yang dkecilkan juga dapat mendukung teknik bermain karena dengan adanya neck yang mudah digenggam, maka pemain dapat dengan lincah memainkan not dalam cello dan tidak perlu merasa nyeri pada tangan. Setelah itu membuat tabel kombinasi konsep, dan didapatkan 5 kombinasi konsep yaitu konsep A, B, C, D dan E yang akan dipersempit dengan menggunakan seleksi konsep.

Pada seleksi konsep ada 2 tahap yaitu penyaringan konsep (*concept screening*) dan penilaian konsep (*concept scoring*). Seleksi konsep digunakan untuk memperkecil jumlah konsep. Dalam penyeleksian konsep ini yang membuat keputusan adalah beberapa orang pemakai cello dan ahli teknik. Hasil dari penyaringan konsep didapatkan 3 konsep terpilih diantaranya konsep B, D dan E. Kriteria dipilih berdasar kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi. Setelah konsep tersaring selanjutnya adalah penilaian konsep yang ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai. Berdasarkan hasil penilaian konsep didapatkan 1 konsep yang akan dikembangkan yaitu konsep B, dengan spesifikasi bentuk body lekukan kombinasi, penyetel dari besi dan kaki cello terbuat dari besi, body terbuat dari sengon dan ukuran neck lebih kecil.



Perancangan ini diawali dengan proses penilaian terhadap aspek keluhan pengguna cello dengan menggunakan kuisioner tangan. Penelitian awal menggunakan kuisioner tangan dengan 9 bagian, sakit pada pergelangan tangan bagian atas disebabkan oleh bentuk body yang kurang baik, sakit pada telunjuk dan ibu jari disebabkan setelan senar yang terlalu tinggi dan keras. Gambar 4.16 adalah desain awal cello sesuai konsep yang terpilih.

Pembuatan prototype desain awal tersebut menggunakan kayu sengon yang dibuat sesuai gambar. Kemudian untuk menguji konsep desain yang terpilih tersebut, peneliti meminta respon dari pengguna cello dan ahli ergonomi. Dari hasil wawancara, pengguna cello dan ahli ergonomi setuju dengan pengembangan konsep ini.

Setelah cello selesai dibuat, maka dilakukan uji beda terhadap cello lama dan cello baru, untuk mengetahui apakah terjadi perbedaan penurunan keluhan antara penggunaan cello lama dan cello baru. Sebelum uji beda dilakukan dialog dengan pengguna cello untuk mengetahui bagaimana cara pengujian cello baru. Dari dialog tersebut pengujian dilakukan dengan cara memainkan cello untuk lagu bengawan solo.

### **5.3 Antropometri Desain Cello Baru**

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan ukuran cello baru dengan menggunakan dimensi tubuh dari 40 orang normal. Terdapat perbedaan ukuran panjang serta lebar untuk cello baru dan lama. Cello lama dengan ukuran panjang 157 cm jauh berada dari perhitungan dimensi untuk panjang cello dengan hasil

115 cm. Selain itu cello hasil rancangan dapat diatur ketinggiannya dengan adanya penyetel pada kaki cello. Lebar cello baru didapatkan sebesar 43 cm dari perhitungan dengan menggunakan dimensi lebar bahu. Tebal neck didapatkan sebesar 4 cm yang berasal dari perhitungan dimensi genggam tangan agar lebih mudah

#### **5.4 Uji Normalitas**

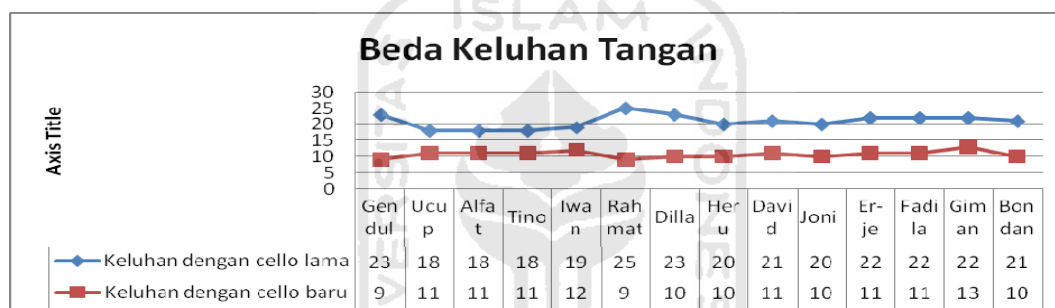
Dalam penelitian ini, uji normalitas yang digunakan yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov*. Karena datanya berasal dari data ordinal kemudian dijumlahkan sehingga berubah menjadi data interval.. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa probabilitas pada aspek keluhan tangan kelompok kontrol dan kelompok eksperimen masing – masing adalah 0,2 dan 0,09. Probabilitas kedua variabel didapatkan  $> 0,05$ , sehingga data dinyatakan berdistribusi normal.

#### **5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Tangan**

Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji parametrik dengan uji t berpasangan karena data yang diambil kurang dari 30 dan secara keseluruhan data berdistribusi normal. Uji beda bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Keluhan tangan diukur dengan menggunakan kuesioner *Carpal* diberikan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan dengan menggunakan cello lama dan cello baru. Beda keluhan tangan merupakan selisih antara nilai keluhan pada saat

menggunakan cello lama dengan nilai keluhan saat menggunakan cello baru. Untuk tingkat keluhan tangan didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan keluhan pada tangan secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rata-rata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 10,07. Sehingga dapat dikatakan bahwa perancangan dapat mengurangi keluhan pada tangan dan dapat memberikan kenyamanan yang lebih baik kepada pemain cello

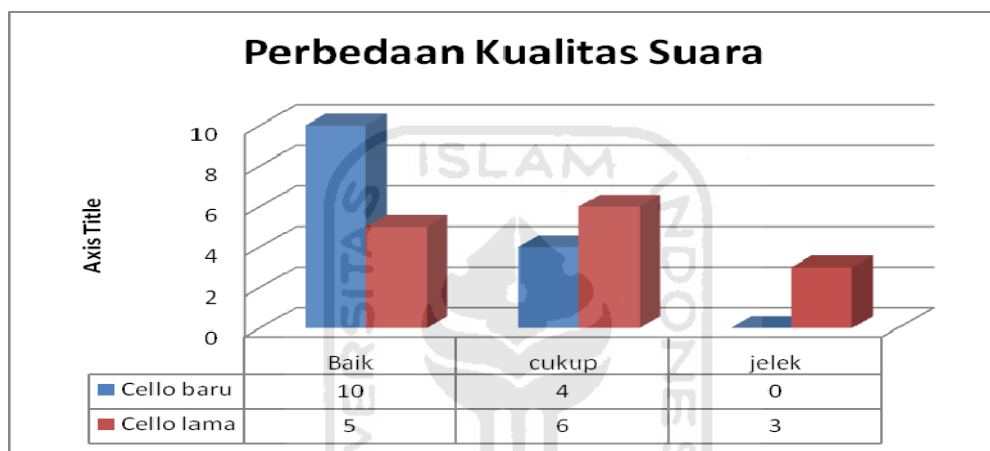


Gambar 5.1 Grafik Beda Keluhan Tangan

Dari grafik diatas, dapat dilihat penurunan tingkat keluhan tangan yang signifikan antara cello lama dan cello baru. Turunnya keluhan tangan tersebut dikarenakan peredaran darah yang semakin lancar dengan menggunakan cello baru. Selain itu, senar cello yang empuk pada cello baru juga menjadi hal yang mempengaruhi peredaran darah semakin lancar. Bentuk body yang ergonomi juga mempengaruhi keluhan tangan karena tidak terjadi kekakuan pada tangan ketika bermain dalam durasi yang lama.

## 5.6 Peningkatan Kualitas Suara

Kualitas suara cello hasil rancangan didapatkan dari penyebaran kuisisioner kualitas suara. Kuesioner itu bertujuan untuk mengetahui perbandingan suara antara cello lama dan cello baru. Dari kuisisioner yang disebar, didapatkan hasil dalam bentuk grafik dibawah ini :



Gambar 5.2 Perbandingan Suara Cello Baru Terhadap Cello Lama

Dari grafik diatas dapat diketahui perbandingan antara cello baru dan cello lama. Cello baru dengan presentase 71,5 % dan cello lama dengan presentase 35,72% untuk kualitas suara baik . Selain itu, kualitas suara jelek dengan presentase 0% pada cello baru dan 21,4% pada cello lama. Dari perbandingan presentase diatas, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan yang baik pada cello baru.



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan perancangan ulang terhadap alat cello, didapatkan desain cello yang terbuat dari bahan sengon, penyetel kaki terbuat dari besi, bentuk body lekukan kombinasi, kaki cello terbuat dari besi dan karet pada bagian ujungnya. Panjang minimal cello 105 cm dengan lebar 43 cm.
2. Perancangan ulang cello memberikan penurunan terhadap keluhan tangan sebesar 10,07 dan terjadi peningkatan kualitas suara sebesar 53,8%.

#### **6.2 Saran**

1. Sebaiknya peneliti dan pengguna cello menyadari bahwa keterbukaan mereka akan mempengaruhi keberhasilan dalam proses perancangan.
2. Perlu diteliti lebih lanjut dampak dari penggunaan cello dalam jangka waktu lama.
3. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai analisis ekonomi dalam perancangan cello tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cohen, L. 1993. *Quality Function Deployment : How to Make QFD Work for You*. Mussuchuttes: Addison Wesley Publishing Company.
- De Jong, A. M. 2004. A Three-Phased Model of Participatory Ergonomics Processes to Improve Work in The Construction Industry. *Industrial Health Journal* , 30, 338-387.
- Grandjean, E., 1986. *Fitting the Task to the man*. London: Taylor & Francis Ltd.
- Hadi, S. 1995. *Metodologi Research. Jilid IV*. Yogyakarta:Penerbit Andi Offset.
- Heizer, J., and Render, B., 2006. *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba empat Jilid 7
- Karwowski, W., and Salvendy G. 1998. *Ergonomics in Manufacturing*. Nacros: Engineering & Management Press.
- Kinasih, N.S. 2009. *Desain Sabit Perkebunan Salak Untuk Meningkatkan Produktivitas*. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta. (*Unpublished*).
- Pawitra. 2009. *Perancangan Ulang Gitar Jazz Dengan Menggunakan Metode QFD*. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta. (*Unpublished*).
- Titan. E. 2006. *Perancangan Ulang Gitar Elektrik Berdasarkan Prinsip- Prinsip Ergonomi*. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta. (*Unpublished*).
- Kristyanto, B. 2004. Ergonomi Konkruen dan Penerapannya dalam Sistem Manufaktur. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*. Yogyakarta
- Manuaba, A. 1992. *Penerapan Ergonomi untuk Meningkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia dan Produktivitas*. Disampaikan pada Seminar K3 dengan tema Melalui Pembudayaan K3 Kita Tingkatkan Kualitas Sumber Daya Manusia dan Produktivitas Perusahaan di IPTN Bandung, 20 Februari 1992.
- McCormick, E. J. and Mark S. 1979. *Human Factors in Engineering & Design*. New Delhi : Tata Mc Graw Hill Publishing Company LTD.
- Nurmianto, E. 1995, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Guna Widya, Surabaya.

- Osborne, D. J., 1982. *Ergonomics at Work, 2<sup>nd</sup> Edition*. John Wiley & Sons Ltd, New York.
- Pulat, B.M., 1992. *Fundamental of Industrial Ergonomic*. Prectise Hall Englewood Cliffs New Jersey.
- Suma'mur, PK. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*, Jakarta: Yayasan Swabhawa Karya.
- Sopiyudin, D. 2009. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Edisi 2*. Jakarta : PT. Arkans.
- Sudadi. 2010. *Perancangan Tempat Tidur Periksa Untuk Lanjut Usia*. Skripsi S1 Teknik Industri UNS Surakarta.
- Suparjo, I., 2005. *Analisis Postur dan Pergerakan Kerja dengan Mempergunakan Metode Occupational Repetitive Action Index (INDEKS OCRA)*. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta (*Unpublished*)
- Sutajaya, I.M., 2004. *Penerapan Ergonomi Partisipatori dalam Memperbaiki Kondisi Kerja di Industri Kecil Menengah di Bali*. Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri. Yogyakarta
- Sutalaksana, I. Z., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri. Bandung.ITB.
- Tarwaka., Bakri, Solichul, HA., Sudiajeng, Lilik. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta: UNIBA PERS
- Tayyari, F. and Smith, J.L. 1997. *Occupational Ergonomics, Principles and Applications*. Chapman & Hall. London.
- Ulrich, K. And Eppinger, S.D. 2001. *Perancangan Dan Pengembangan Produk*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Walpole, R.E., 1986. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB, Bandung.
- Wignyosoebroto, S., 1995. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Cetakan Pertama, Guna Widya Surabaya.



# LAMPIRAN



## LAMPIRAN 1

### PENENTUAN JUMLAH SAMPEL

#### 1.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan diujikan kepada 30 responden untuk mengetahui besarnya keluhan tangan sebelum dilakukan penelitian dengan cello yang sudah ada. Adapun data yang didapat yaitu:



a. Aspek Keluhan Tangan

Responden	Keluhan subjektif									$\Sigma X$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3	3	1	1	3	2	2	2	3	20
2	3	3	1	1	3	3	2	2	3	21
3	3	3	2	1	3	3	1	1	3	20
4	2	2	1	1	2	3	2	1	3	17
5	3	3	1	1	3	3	1	1	2	18
6	3	3	2	2	3	2	2	3	3	23
7	2	3	2	2	3	3	2	2	3	22
8	3	3	2	2	3	3	2	2	3	23
9	3	3	2	1	3	3	1	1	2	19
10	3	3	1	2	3	2	2	2	3	21
11	3	3	2	2	3	3	2	2	2	22
12	3	2	2	2	3	2	3	2	3	22
13	3	3	2	2	3	3	2	2	2	22
14	3	3	2	2	3	3	1	1	3	21
15	3	3	2	2	2	3	3	2	3	23
16	3	3	2	2	3	3	2	2	3	23
17	3	3	2	2	3	3	2	2	3	23
18	3	3	2	2	3	2	2	2	3	22
19	3	3	2	2	3	2	2	2	3	22
20	2	3	1	1	3	2	2	2	3	19
21	3	3	2	2	3	2	2	2	3	22
22	3	3	2	1	2	2	3	2	3	21
23	3	3	1	1	3	2	2	2	3	20
24	3	3	1	1	2	2	2	2	4	20
25	2	3	1	1	3	2	2	2	4	20
26	2	3	2	2	3	3	2	2	3	22
27	3	3	1	2	1	2	3	1	3	19
28	2	2	2	2	2	3	1	2	3	19
29	2	2	2	2	2	3	3	2	2	20
30	3	3	2	2	3	3	3	1	3	23

Dari data diatas didapat bahwa :

$$\text{Rerata } (\bar{X}) = \bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{629}{30} = 20,97$$

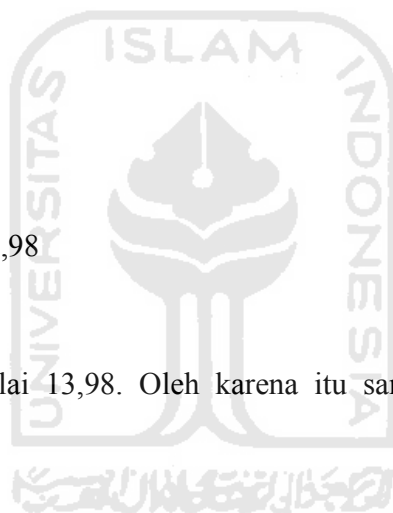
$$\text{Standar Deviasi (S)} = S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 1,65$$

Dari kuisisioner diatas dapat diambil jumlah sampel dengan pembulatan keatas. Oleh karena itu, besarnya jumlah sampel adalah :

$$N_1 = \frac{2z\delta}{\mu_1 - \mu_2} f(\alpha, \beta)$$

$$N = \frac{2 \times 1,65}{20,97 - 16,77} 17,8 = 13,98$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai 13,98. Oleh karena itu sampel yang diambil untuk penelitian ini adalah 14 orang.



**LAMPIRAN 2**  
**DESKRIPSI RESPONDEN**

**2.1 Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia, Tinggi, Berat, Lama menggunakan cello**

<b>A. USIA</b>			<b>B. TINGGI BADAN</b>			<b>C. BERAT BADAN</b>			<b>D. LAMA MENGGUNAKAN CELLO</b>		<b>IMT</b>	
No	Nama	Usia (th)	No	Nama	Tinggi (cm)	No	Nama	Berat (kg)	No	Nama		Pengalaman Bermain (th)
1	<b>Gendul</b>	27	1	<b>Gendul</b>	168	1	<b>Gendul</b>	74	1	<b>Gendul</b>	5	26.22
2	<b>Ucup</b>	23	2	<b>Ucup</b>	164	2	<b>Ucup</b>	67	2	<b>Ucup</b>	2	24.91
3	<b>Alfat</b>	26	3	<b>Alfat</b>	165	3	<b>Alfat</b>	44	3	<b>Alfat</b>	3	16.16
4	<b>Tino</b>	24	4	<b>Tino</b>	170	4	<b>Tino</b>	72	4	<b>Tino</b>	7	24.91
5	<b>Iwan</b>	24	5	<b>Iwan</b>	158	5	<b>Iwan</b>	45	5	<b>Iwan</b>	3	18.03
6	<b>Rahmat</b>	22	6	<b>Rahmat</b>	165	6	<b>Rahmat</b>	57	6	<b>Rahmat</b>	4	20.94
7	<b>Dilla</b>	25	7	<b>Dilla</b>	155	7	<b>Dilla</b>	40	7	<b>Dilla</b>	1	16.65
8	<b>Heru</b>	26	8	<b>Heru</b>	160	8	<b>Heru</b>	48	8	<b>Heru</b>	3	18.75
9	<b>David</b>	35	9	<b>David</b>	165	9	<b>David</b>	50	9	<b>David</b>	7	18.37
10	<b>Joni</b>	31	10	<b>Joni</b>	168	10	<b>Joni</b>	68	10	<b>Joni</b>	3	24.09
11	<b>Er-je</b>	33	11	<b>Er-je</b>	172	11	<b>Er-je</b>	72	11	<b>Er-je</b>	5	24.34
12	<b>Fadila</b>	25	12	<b>Fadila</b>	152	12	<b>Fadila</b>	42	12	<b>Fadila</b>	9	18.18
13	<b>Giman</b>	30	13	<b>Giman</b>	164	13	<b>Giman</b>	45	13	<b>Giman</b>	1	16.73
14	<b>Bondan</b>	29	14	<b>Bondan</b>	165	14	<b>Bondan</b>	49	14	<b>Bondan</b>	4	18.00

### LAMPIRAN 3

#### REKAP HASIL KUESIONER

##### 3.1 Rekap Kelompok Kontrol Sebelum Aktivitas

.Keluhan Tangan

Responden	Nama	Keluhan Subjektif									$\Sigma X$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Gendul	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
2	Ucup	1	2	1	1	1	2	1	1	1	11
3	Alfat	1	1	1	1	2	1	1	1	2	11
4	Tino	1	2	2	1	1	1	1	1	1	11
5	Iwan	1	1	1	2	1	1	2	1	2	12
6	Rahmat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
7	Dilla	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
8	Heru	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
9	David	1	2	1	1	1	1	1	2	1	11
10	Joni	1	1	1	1	1	1	1	1	2	10
11	Er-je	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11
12	Fadila	1	1	1	2	1	2	1	1	1	11
13	Giman	2	2	1	1	1	2	2	1	1	13
14	Bondan	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
										Avg	10.6429

### 3.2 Rekap Kelompok Eksperimen Sebelum Aktivitas

#### Aspek Keluhan Tangan

Responden	Nama	Keluhan Subjektif									$\Sigma X$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Gendul	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
2	Ucup	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10
3	Alfat	2	2	1	1	2	1	1	1	2	13
4	Tino	1	2	2	1	1	1	2	1	1	12
5	Iwan	1	1	1	2	1	1	2	1	2	12
6	Rahmat	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
7	Dilla	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
8	Heru	1	1	1	1	2	1	1	1	1	10
9	David	1	2	1	1	1	1	2	2	1	12
10	Joni	2	1	1	2	1	1	1	1	2	12
11	Er-je	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11
12	Fadila	1	1	1	2	1	2	1	1	1	11
13	Giman	2	2	1	1	1	2	2	1	1	13
14	Bondan	1	1	2	1	2	1	1	1	1	11
										Avg	11.2143

### 3.3 Rekap Kelompok Kontrol Setelah Menggunakan Cello Lama

#### Aspek Keluhan Tangan

Responden	Nama	Keluhan Subjektif									$\Sigma X$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Gendul	3	3	2	2	3	2	2	3	3	23
2	Ucup	3	3	1	1	3	3	1	1	2	18
3	Alfat	3	3	1	1	3	3	1	1	2	18
4	Tino	3	3	1	1	3	2	1	1	3	18
5	Iwan	3	3	1	1	3	3	1	1	3	19
6	Rahmat	3	2	3	3	3	2	3	3	3	25
7	Dilla	3	3	2	2	3	2	3	2	3	23
8	Heru	3	3	2	1	3	3	1	1	3	20
9	David	3	3	1	1	3	3	2	2	3	21
10	Joni	3	3	1	1	3	2	2	2	3	20
11	Er-je	2	3	2	2	3	3	2	2	3	22
12	Fadila	3	2	2	2	3	2	3	2	3	22
13	Giman	3	3	2	2	3	3	2	2	2	22
14	Bondan	3	3	2	2	3	3	1	1	3	21
Avg											20.8571



### 3.4 Rekap Kelompok Eksperimen menggunakan cello baru

Aspek keluhan tangan

Responden	Nama	Keluhan Subjektif									$\Sigma X$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Gendul	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
2	Ucup	1	1	1	1	1	2	2	1	1	11
3	Alfat	2	2	1	1	1	1	1	1	1	11
4	Tino	1	1	1	1	1	1	2	1	1	10
5	Iwan	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11
6	Rahmat	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10
7	Dilla	2	1	1	1	2	1	1	1	1	11
8	Heru	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10
9	David	2	1	1	1	2	1	1	2	1	12
10	Joni	1	2	1	1	1	1	2	2	1	12
11	Er-je	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
12	Fadila	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10
13	Giman	2	1	1	2	1	2	1	1	1	12
14	Bondan	2	1	1	1	1	2	1	1	1	11
Avg											10.7857

## LAMPIRAN 4

### DATA ANTROPOMETRI

#### a. Data Antropometri

No	Nama	A	B	C	D
1	Gendul	8	45	91	3
2	Ucup	8	41	90	3
3	Alfat	8	39	81	3,5
4	Tino	7,5	40	88	3,5
5	Iwan	7	44	90	3
6	Rahmat	7,5	42	90	3
7	Dilla	7,5	43	88	3
8	Heru	7	39	90	2,5
9	David	7	43	87	3
10	Joni	7	40	83	3
11	Erje	7,5	47	86	2,8
12	Fadila	7	40	79.5	2,6
13	Giman	7	38	84	2,8
14	Bondan	7	44	81	3
15	Anto	7,5	40	83	3
16	Slamet	7,6	47	89	3
17	Agus	9	46	84	3,5
18	Indro	8	34	82	3
19	Siget	8	42	86	3
20	Sunarto	8,5	45.5	84.3	3
21	Nono	8,5	45	87	3,5
22	Tri	8,5	45	84	3,8
23	Nurdin	8,5	39.5	87	3
24	Yusup	8,5	47	86	3

25	Kangkung	8	44.1	89.3	3,3
26	Narto	9	41	85	4
27	Kurniawan	8,5	46	86	3,5
28	Mamat	9	96	86	3,5
29	Nyuk	8	43	85	3
30	Supri	8,5	44	90	3,5
31	Handoko	8	45	86	3
32	Arfan	8	41	89	3,5
33	Budi	9	39	90	3
34	Reza	9	40	87	4
35	Riko	9	44	88	3,5
36	Eed	9,5	42	92	3,2
37	Baim	9	43	86	2,8
38	Dimas	7,5	39	86	3
39	Ipat	8	43	87	3
40	Tirta	9	44	90	3,5
	<b>Σ X</b>	322,6	1750,1	3463,1	126,8
	<b>Σ (X<sup>2</sup>)</b>	2622,26	79694,31	300175,2	406,6
	<b>(ΣX)<sup>2</sup></b>	104070,76	3062850	11993062	16078,24
	<b>S</b>	0,72	43,75	86,58	3,17
	<b>Average</b>	8,07	52,96	8,02	1,75
	<b>BKA</b>	10,24	70,60	95,55	4,21
	<b>BKB</b>	5,89	16,91	77,61	2,13
	<b>P5</b>	6,87	29,03	81,66	2,60
	<b>P50</b>	8,07	43,75	86,58	3,17
	<b>P95</b>	9,75	64,56	93,53	3,97

Keterangan:

A : Lebar telapak tangan

B : Lebar bahu

C : Tinggi duduk tegak

D : Diameter genggam tangan



## LAMPIRAN 5

### OUTPUT SPSS

#### 5.1 Uji Normalitas

Uji Normalitas dibawah ini untuk data kuisioner keluhan muskuloskeletal daerah tubuh kelompok kontrol, keluhan tangan kelompok kontrol, keluhan muskuloskeletal daerah tubuh kelompok eksperimen, keluhan tangan kelompok eksperimen.

##### 5.1.1 Uji Normalitas Kelompok Kontrol oleh Sampel

#### Explore

Notes		
Output Created		02-May-2011 07:05:06
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	14
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.

Syntax	EXAMINE VARIABLES=kelompok_kontrol /PLOT BOXPLOT STEMLEAF HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUP /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.	
Resources	Processor Time	00:00:02.745
	Elapsed Time	00:00:03.088

[DataSet0]

**Descriptives**

		Statistic	Std. Error
kelompok_kontrol	Mean	20.8571	.57280
	95% Confidence Interval for Mean		
	Lower Bound	19.6197	
	Upper Bound	22.0946	
	5% Trimmed Mean	20.7857	
	Median	21.0000	
	Variance	4.593	
	Std. Deviation	2.14322	
	Minimum	18.00	
	Maximum	25.00	
	Range	7.00	
	Interquartile Range	3.50	
	Skewness	.161	.597
	Kurtosis	-.623	1.154

### Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
kelompok_kontrol	14	100.0%	0	.0%	14	100.0%

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kelompok_kontrol	.132	14	.200*	.941	14	.438

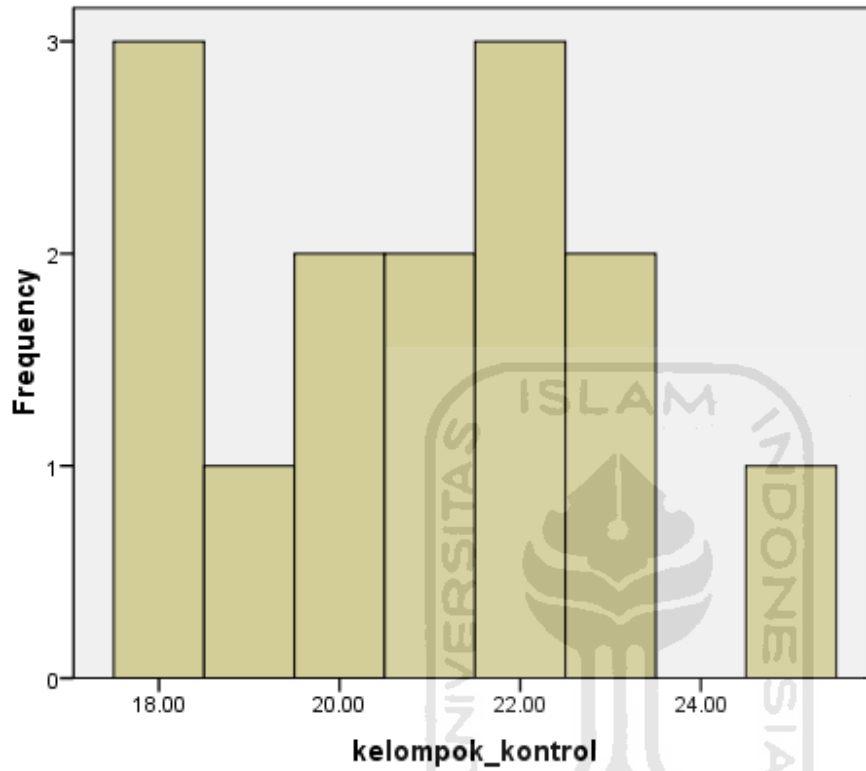
a. Lilliefors Significance Correction

\*. This is a lower bound of the true significance.

**kelompok\_kontrol**



Histogram



Mean =20.86  
Std. Dev. =2.143  
N =14

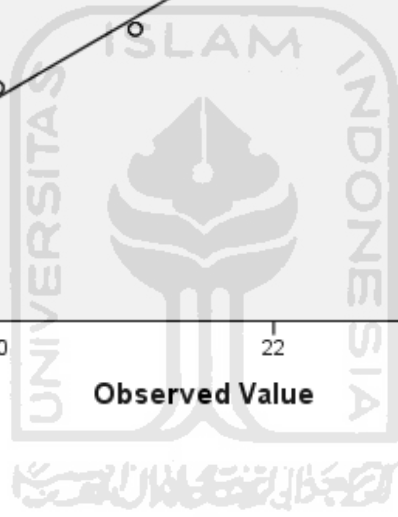
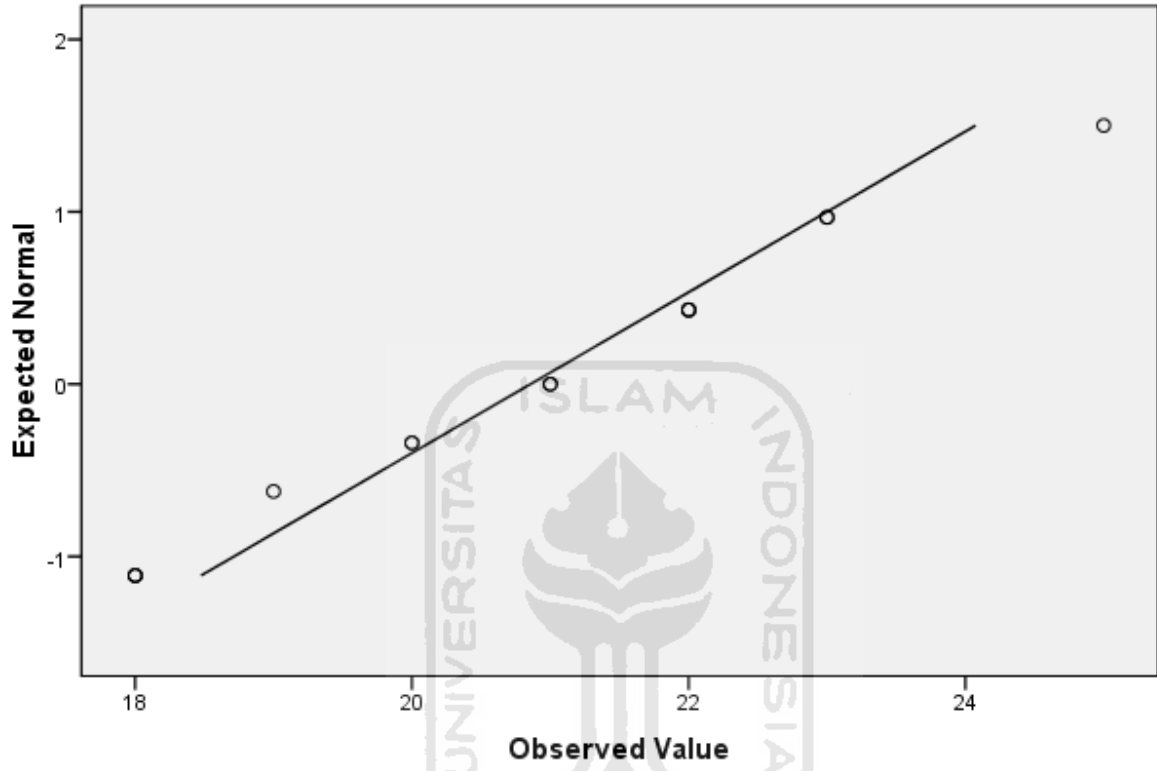
kelompok\_kontrol Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
4.00	1 . 8889
9.00	2 . 001122233
1.00	2 . 5

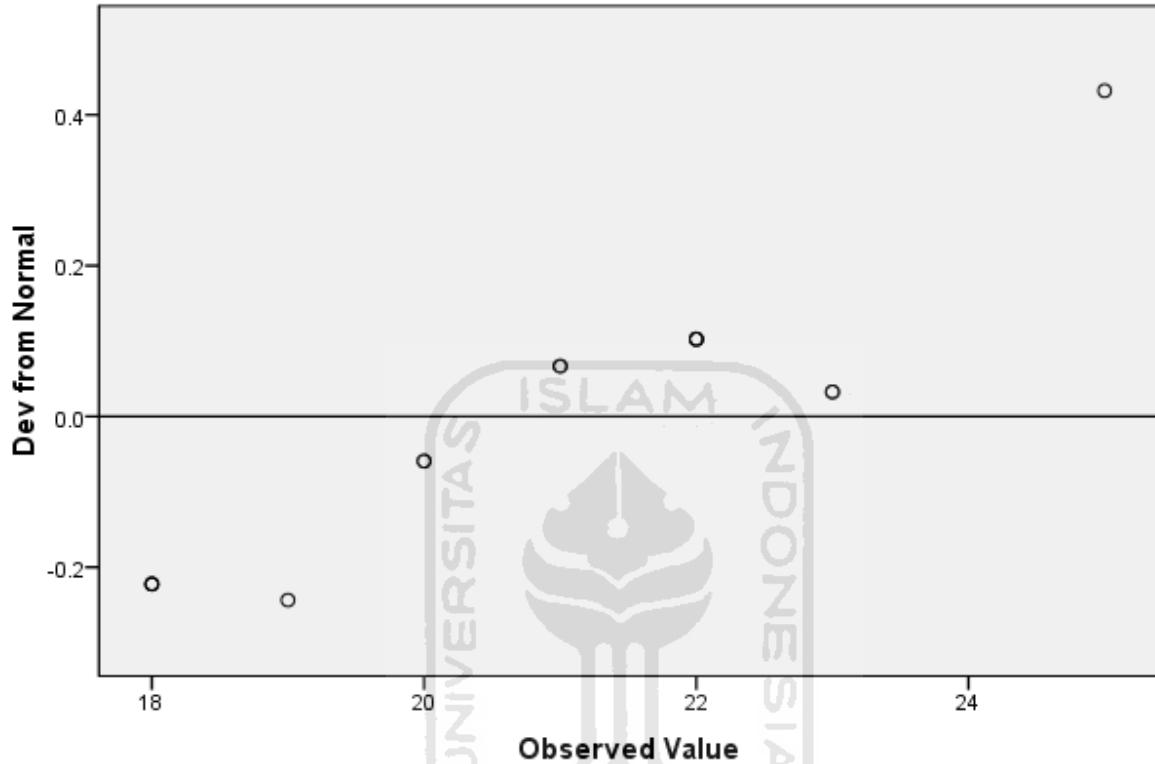
Stem width: 10.00  
Each leaf: 1 case(s)

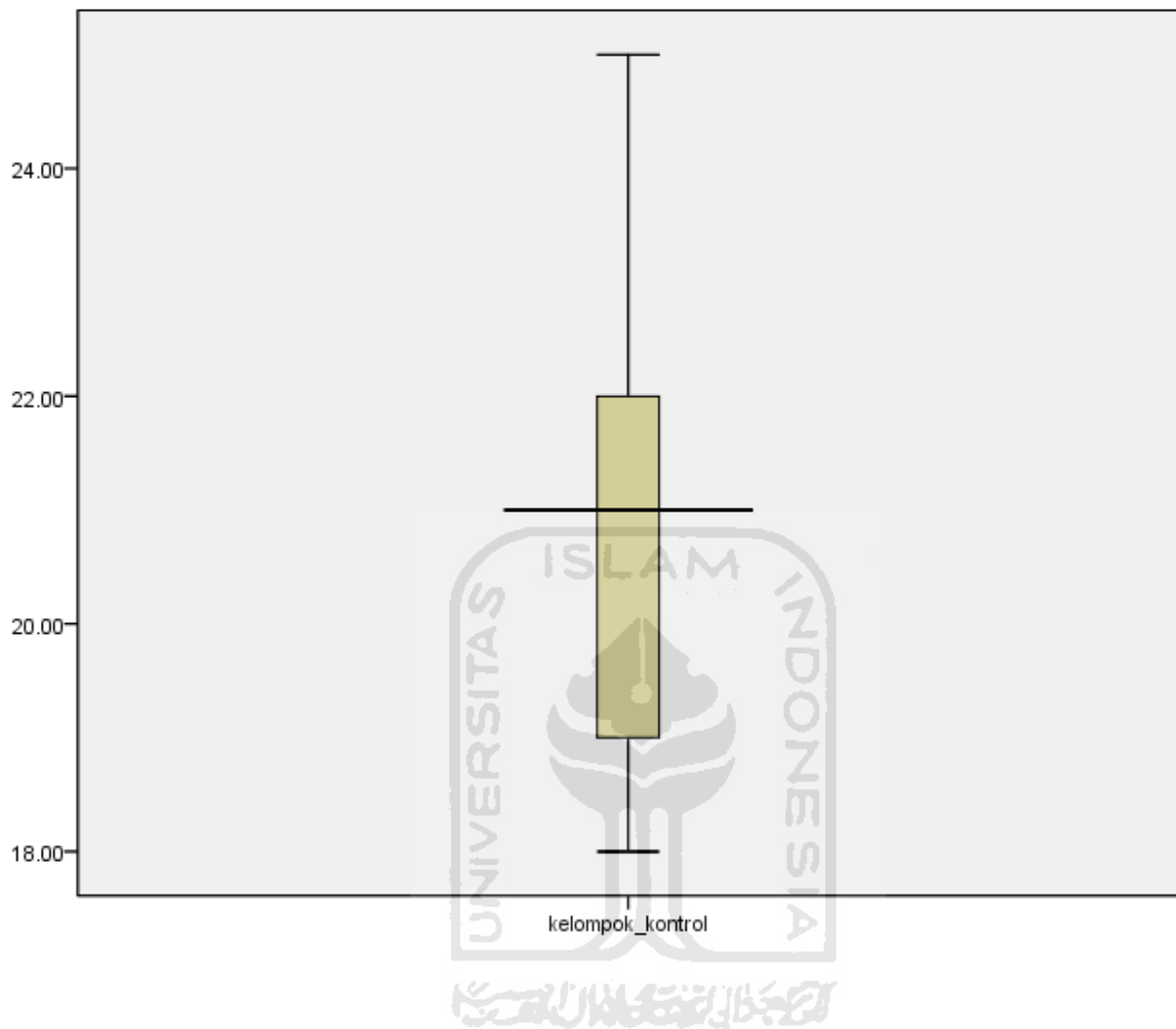


Normal Q-Q Plot of kelompok\_kontrol



Detrended Normal Q-Q Plot of kelompok\_kontrol





### 5.1.2 Uji Normalitas Kelompok Eksperimen oleh Sampel

## Explore

### Notes

Output Created		04-May-2011 10:17:38
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	14
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.
Syntax		EXAMINE VARIABLES=kelompok_eksperimen /PLOT BOXPLOT STEMLEAF HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUP /STATISTICS DESCRIPTIVES /CINTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:01.701
	Elapsed Time	00:00:01.606

[DataSet0]

### Case Processing Summary

	Cases		
	Valid	Missing	Total

	N	Percent	N	Percent	N	Percent
kelompok_eksperimen	14	100.0%	0	.0%	14	100.0%

### Descriptives

		Statistic	Std. Error
kelompok_eksperimen	Mean	10.7857	.21429
	95% Confidence Interval for Mean		
	Lower Bound	10.3228	
	Upper Bound	11.2487	
	5% Trimmed Mean	10.7619	
	Median	11.0000	
	Variance	.643	
	Std. Deviation	.80178	
	Minimum	10.00	
	Maximum	12.00	
	Range	2.00	
	Interquartile Range	1.25	
	Skewness	.437	.597
	Kurtosis	-1.229	1.154

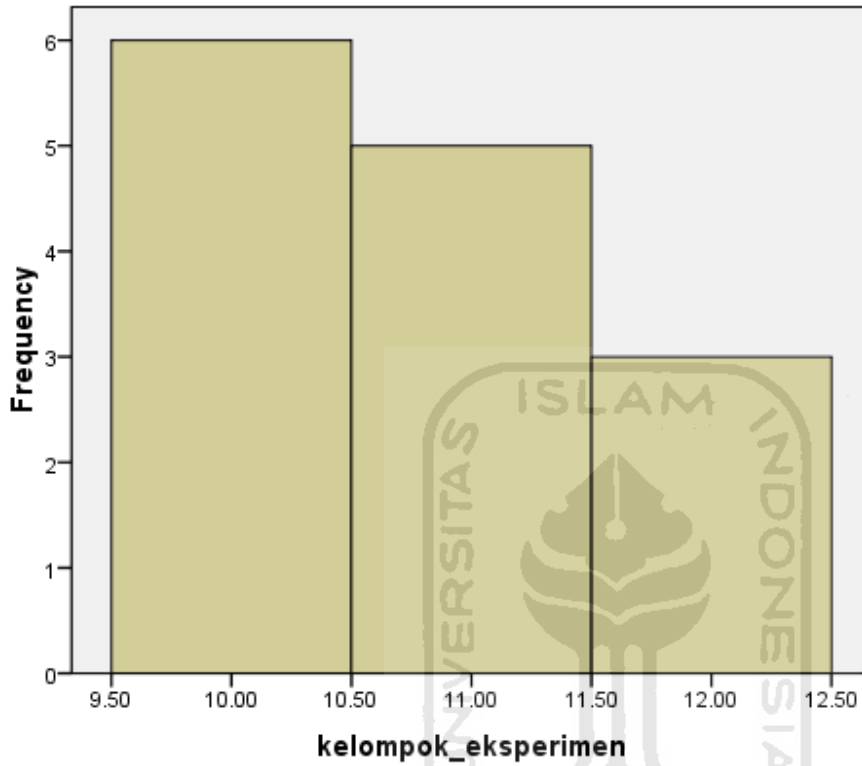
### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kelompok_eksperimen	.265	14	.009	.798	14	.005

a. Lilliefors Significance Correction

**kelompok\_eksperimen**

### Histogram



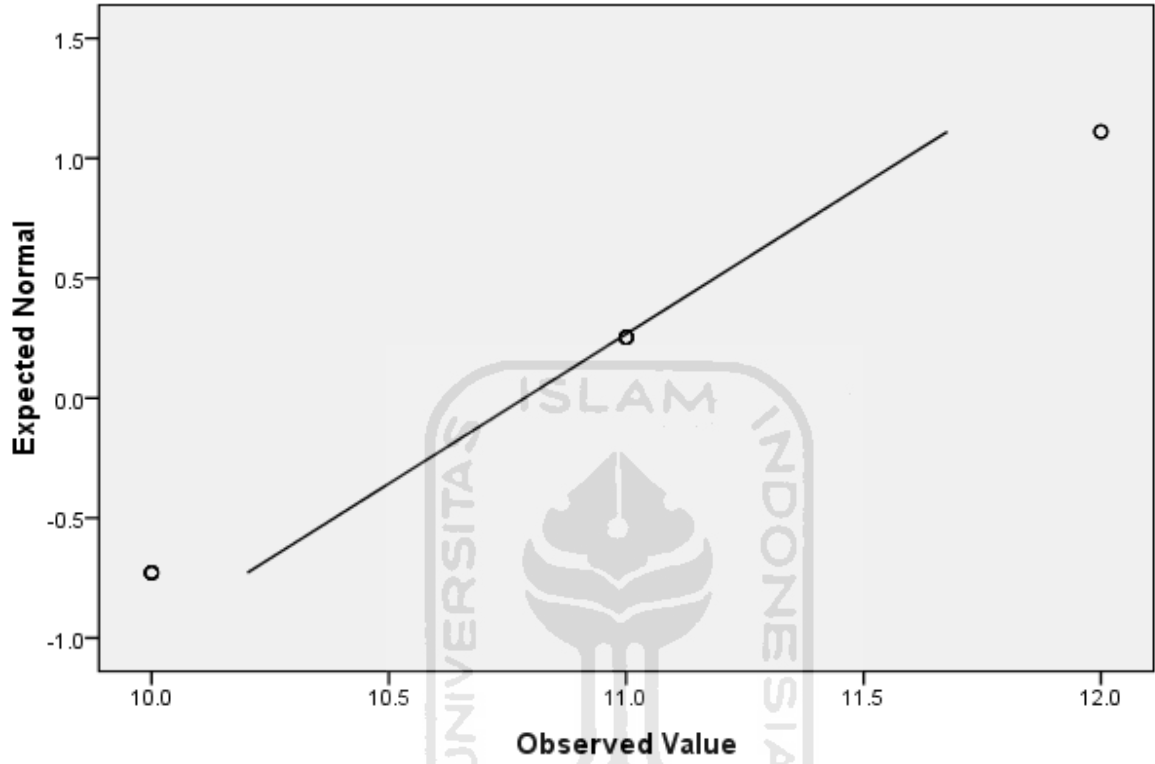
Mean =10.79  
Std. Dev. =0.802  
N =14

### kelompok\_eksperimen Stem-and-Leaf Plot

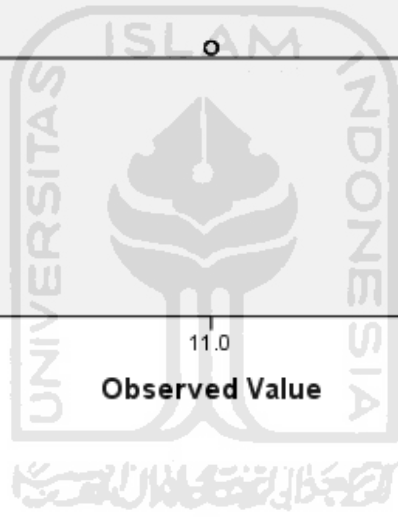
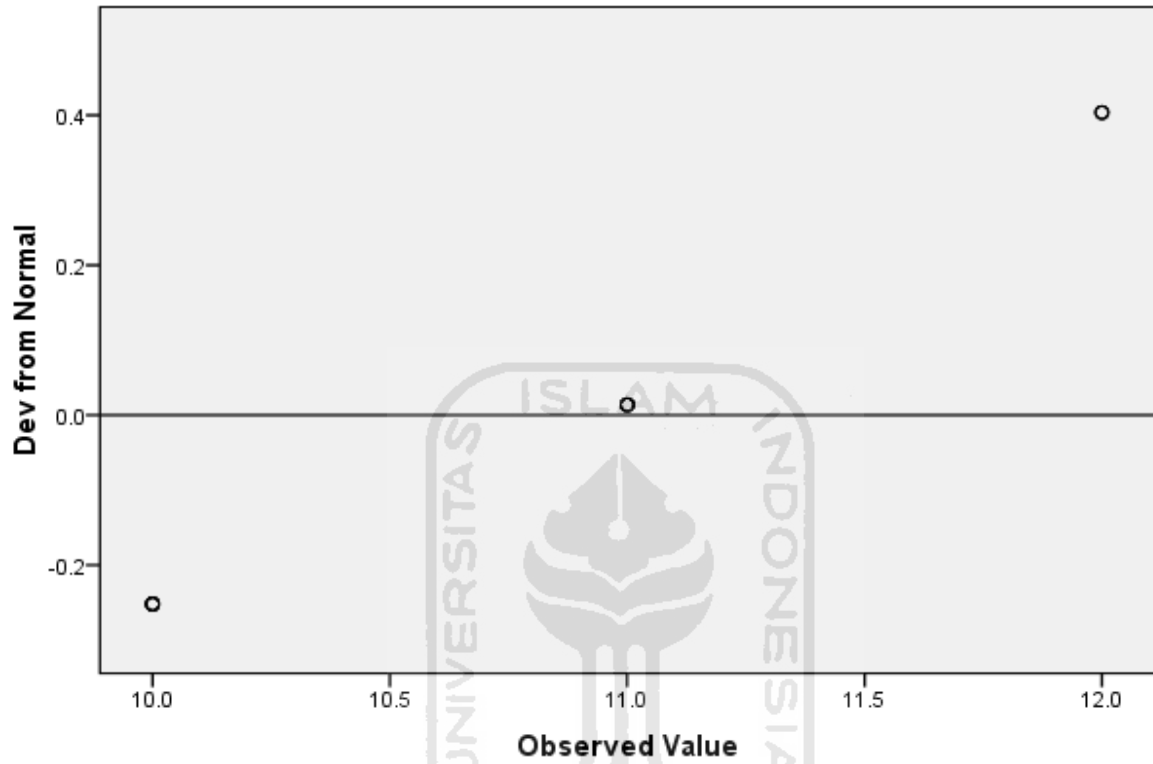
Frequency	Stem & Leaf
6.00	10 . 000000
.00	10 .
5.00	11 . 00000
.00	11 .
3.00	12 . 000

Stem width: 1.00  
Each leaf: 1 case(s)

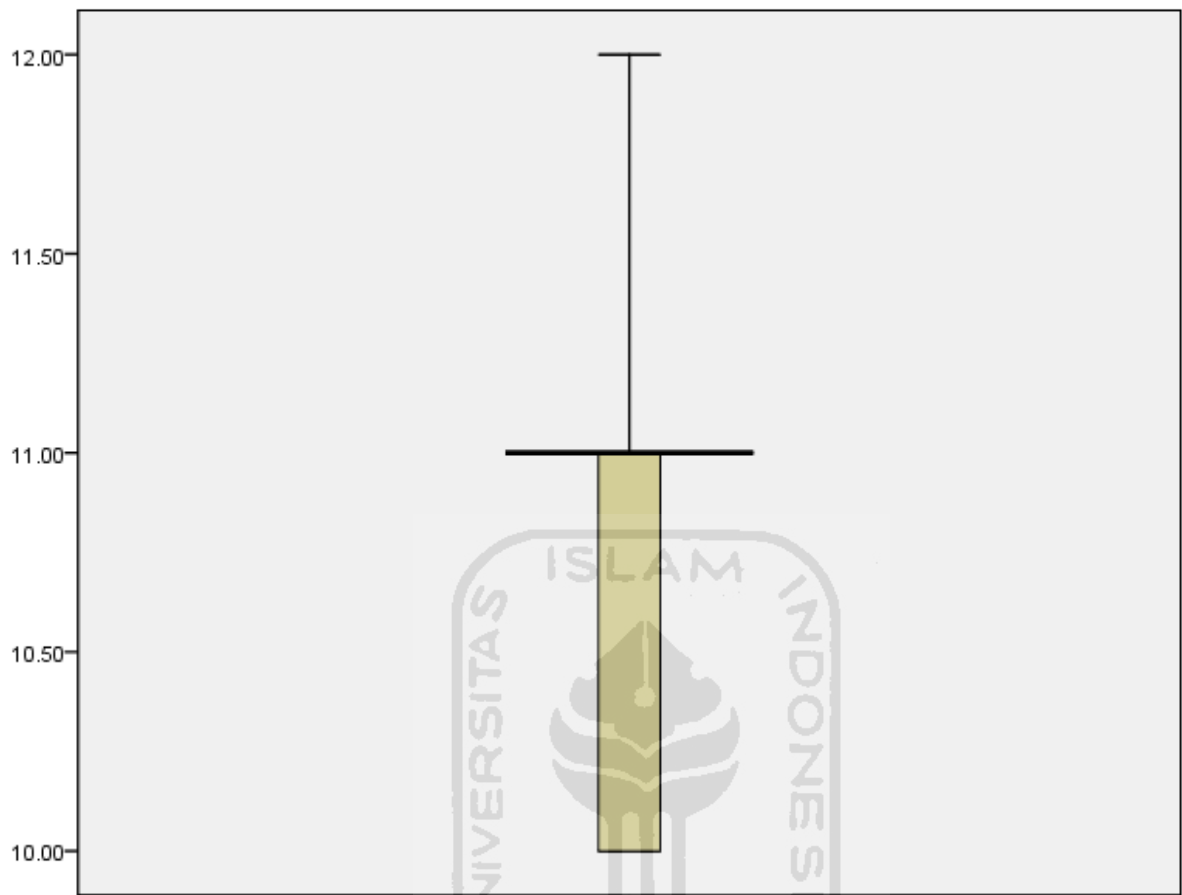
Normal Q-Q Plot of kelompok\_eksperimen



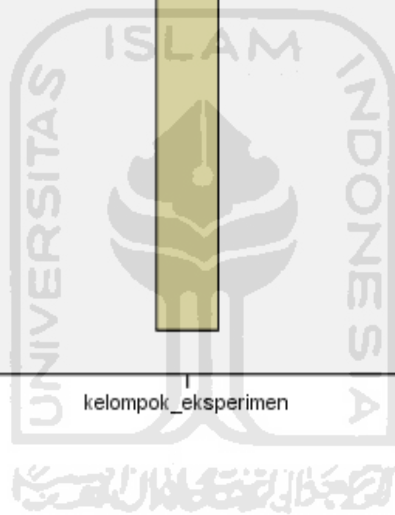
Detrended Normal Q-Q Plot of kelompok\_eksperimen







kelompok\_eksperimen



## 5.2 Uji Beda

### 5.2.1 Uji Beda Rerata Antara Tingkat Kenyamanan Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Sampel

#### T-Test

Notes		
Output Created		04-May-2011 11:06:21
Comments		
Input	Data	D:\kuliah\TA BOS\TA DISTA FD\kelompok kontrol.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	14
Missing Value Handling	Definition of Missing	User defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on the cases with no missing or out-of-range data for any variable in the analysis.
Syntax		T-TEST PAIRS=kelompok_kontrol WITH kelompok_eksperimen (PAIRED) /CRITERIA=CI(.9500) /MISSING=ANALYSIS.
Resources	Processor Time	00:00:00.000
	Elapsed Time	00:00:00.000

[DataSet1] D:\kuliah\TA BOS\TA DISTA FD\kelompok kontrol.sav

#### Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	kelompok_kontrol	20.8571	14	2.14322	.57280
	kelompok_eksperimen	10.7857	14	.80178	.21429

#### Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	kelompok_kontrol & kelompok_eksperimen	14	-.198	.497

#### Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	kelompok_kontrol - kelompok_eksperimen	1.00714E1	2.43261	.65014	8.66688	11.47597	15.491	13	.000

## LAMPIRAN 6

### SURAT PENGANTAR RESPONDEN DAN KUISIONER

Kepada:

Yth. Bapak/Ibu Responden

Dengan hormat,

Dalam rangka penelitian Tugas Akhir yang berjudul Perancangan Ulang Alat Musik Cello Untuk Meningkatkan Kenyaman dan Performa Dalam Bermain, studi kasus di group keroncong dan orchestra yang ada di Solo dan Jogjakarta maka dengan ini saya:

Nama : Dista Sudaryatno Nugroho

NIM : 06522180

Jurusan : Teknik Industri-Universitas Islam Indonesia

Mengharapkan partisipasi Bapak/Ibu dalam penelitian ini, untuk mengisi kuesioner berikut ini. Kami mengharapkan Bapak/Ibu dapat menjawab setiap pertanyaan yang terlampir dengan baik dan benar. Jika ada pertanyaan yang menurut Bapak/Ibu kurang jelas dan membingungkan.

Maka Bapak/Ibu dapat menanyakan pada peneliti.

Atas perhatian, waktu dan partisipasi Bapak/Ibu kami mengucapkan banyak terima kasih.

**KUISIONER 1 KEINGINAN KONSUMEN  
“ Cello”**

Nama Responden :  
Usia :

1. Sudah berapa lamakah anda bermain cello?  
.....
2. Apakah mudah untuk belajar bermain cello?  
.....
3. Model cello seperti apa yang anda inginkan?  
.....
4. Terbuat dari bahan apakah cello yang anda inginkan?  
.....
5. Bagaimana bentuk body untuk cello yang anda inginkan?  
.....
6. Aksesoris tambahan apa yang anda inginkan pada cello?  
.....
7. Apakah cello yang anda inginkan fleksibel dalam penyimpanan dan pemakaian?  
.....
8. Bagaimana bentuk kaki cello yang anda inginkan?  
.....
9. Bagaimana bentuk neck yang anda inginkan?  
.....
10. Berapakah ukuran neck yang anda inginkan?  
.....

## Kuisisioner 2

### Penilaian Tingkat Kepentingan Responden Terhadap Cello

Nama Responden :  
Umur :

Beri Tanda (✓) pada setiap pertanyaan sesuai dengan tingkat kepentingan menurut Anda:

**Keterangan Nilai Tingkat Kepentingan:**

- Nilai 1, bila pernyataan tersebut sangat tidak penting
- Nilai 2, bila pernyataan tersebut tidak penting
- Nilai 3, bila pernyataan tersebut cukup
- Nilai 4, bila pernyataan tersebut penting
- Nilai 5, bila pernyataan tersebut sangat penting

No	Keinginan Konsumen	Tingkat Kepentingan				
		1	2	3	4	5
1	Cello nyaman saat digunakan					
2	Cello dapat fleksibel dalam penyimpanannya					
3	Kaki cello tidak licin saat dimainkan					
4	Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek					
5	Bentuk body yang dapat mendukung teknik dalam bermain					
6	Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan					
7	Bentuk menarik					
8	Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk					

**KUISIONER 3  
PENYARINGAN KONSEP**

**Nama Responden:**

**Berilah tanda : (+) : Lebih baik  
(0) : Sama dengan  
(-) : Lebih Buruk**

Kriteria Seleksi	Konsep				
	A	B	C	D	E
Kenyamanan Penggunaan					
Ukuran neck lebih kecil					
Bahan dari kayu					
Bentuk body ergonomis					
Aksesoris tali					
Mudah disimpan					
Kaki cello tidak licin					
Bentuk Menarik					

**KUISIONER 4**  
**PENILAIAN KONSEP**

		<b>Konsep</b>							
<b>Kriteria Sleksi</b>	<b>Bobot</b>	<b>Rating</b>	<b>Nilai Bobot</b>	<b>Rating</b>	<b>Nilai Bobot</b>	<b>Rating</b>	<b>Nilai Bobot</b>	<b>Rating</b>	<b>Nilai Bobot</b>
Kenyamanan Penggunaan	4,92								
Ukuran neck lebih kecil	4,71								
Bahan dari kayu	4,92								
Bentuk body ergonomis	4,78								
Aksesoris tali	4,57								
Mudah disimpan	4,57								
Kaki cello tidak licin	4,78								
Bentuk menarik	4,92								

- 1 : Sangat buruk dibandingkan referensi      4: Lebih baik dari referensi  
 2: Buruk dibandingkan referensi                5: Sangat baik dari referensi  
 3: Sama seperti referensi



## KUISIONER TANGAN

Nama :

Usia :

Keterangan pengisian :

**Kolom 1 = tidak sakit**

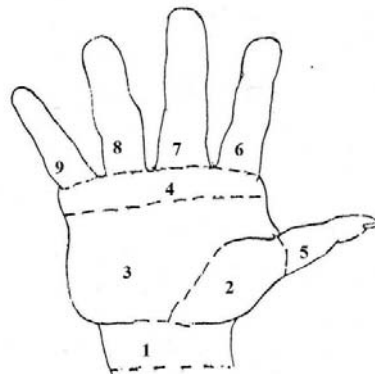
**Kolom 3 = sakit**

**Kolom 2 = agak sakit**

**Kolom 4 = sakit sekali**

Berilah tanda cek (√) pada jawaban yang anda pilih sesuai dengan tingkat keluhan/sakit pada otot yang anda rasakan selama menggunakan cello!

No	Bagian Tangan	Jawaban			
		1	2	3	4
1	Sakit pada pergelangan tangan atas				
2	Sakit pada pada otot ibu jari				
3	Sakit pada telapak tangan bawah				
4	Sakit pada telapak tangan atas				
5	Sakit pada ibu jari				
6	Sakit pada jari telunjuk				
7	Sakit pada jari tengah				
8	Sakit pada jari manis				
9	Sakit pada kelingking				



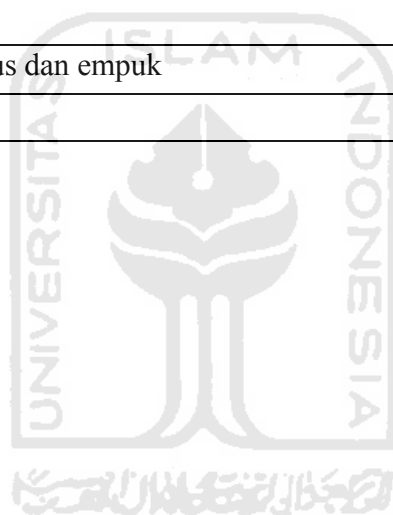
## LAMPIRAN 7

### REKAP HASIL KUISIONER

#### 7.1 Tingkat Kepentingan Pengguna Terhadap Cello Baru

No	Kebutuhan Pengguna	Responden														Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Cello nyaman saat digunakan	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	69
2	Cello dapat fleksibel dalam penyimpanan	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	64
3	Kaki cello tidak licin saat dimainkan	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	67
4	Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	69
5	Bentuk body yang dapat mendukung teknik bermain	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	67
6	Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan	5	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	66
7	Bentuk menraik	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	69
8	Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	70
9	Tambahan aksesoris tali	5	4	5	3	5	5	5	5	4	3	5	5	5	5	64

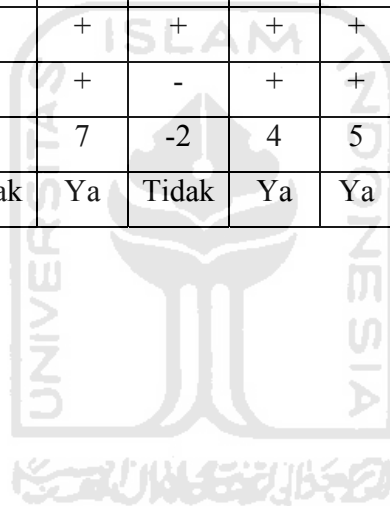
No	Kebutuhan Pengguna	Total	IR
1	Cello nyaman saat digunakan	69	4,92
2	Cello dapat fleksibel dalam penyimpanan	64	4.57
3	Kaki cello tidak licin saat dimainkan	67	4.78
4	Cello terbuat dari bahan kayu bukan triplek	69	4.92
5	Bentuk body yang dapat mendukung teknik bermain	67	4.78
6	Ukuran neck yang dapat digenggam dan nyaman saat dimainkan	66	4.71
7	Bentuk menraik	69	4.92
8	Suara yang dikeluarkan bagus dan empuk	70	5
9	Tambahan aksesoris tali	64	4.57





## 7.2 Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep				
	A	B	C	D	E
Kenyamanan Penggunaan	-	+	-	+	+
Ukuran neck lebih kecil	+	+	0	0	+
Bahan dari kayu	0	0	0	0	0
Bentuk body ergonomis	-	+	-	-	+
Aksesoris tali	+	+	+	+	+
Mudah disimpan	-	+	-	+	-
Kaki cello tidak licin	+	+	+	+	+
Bentuk Menarik	-	+	-	+	+
Jumlah	-1	7	-2	4	5
Lanjutkan?	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Ya







### 7.3 Penilaian Konsep

		Konsep					
		B		D		E	
Kriteria Sleksi	Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Kenyamanan Penggunaan	4,92	4,35	21,4	3,5	17,2	3,5	17,2
Ukuran neck lebih kecil	4,71	4,5	21,2	4,5	21,2	4,5	21,2
Bahan dari kayu	4,92	3,78	18,5	3,78	18,5	3,78	18,5
Bentuk body ergonomis	4,78	4,5	21,3	3,07	14,6	3,42	16,3
Aksesoris tali	4,57	3,5	16	3,5	16	3,5	16
Mudah disimpan	4,57	3,5	16	4,3	19,6	3,28	14,9
Kaki cello tidak licin	4,78	3,64	17,4	3,64	17,4	3,64	17,4
Bentuk menarik	4,92	4,42	21,7	3,92	19,2	3,14	15,4
Total Nilai			153,5		143,7		136,9
Peringkat		1		2		3	
Lanjutkan?		Ya		Tidak		Tidak	



**Lampiran 8**  
**Gambar Desain**

