



TUGAS AKHIR – DP 184838

DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK

Mahasiswa :

Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP. 08311540000039

Dosen Pembimbing:

Drs. Taufik Hidayat, M.T
NIP. 195802181987011001

**Program Studi Desain Produk
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**



TUGAS AKHIR – DP 184838

DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK

Mahasiswa :

Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP. 08311540000039

Dosen Pembimbing:

Drs. Taufik Hidayat, M.T
NIP. 195802181987011001

**Program Studi Desain Produk
Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**

(Halaman dikosongkan)



FINAL PROJECT – DP 184838

***BALANCE BOARD DESIGN FOR STIMULATION OF GROSS
MOTORIC SKILLS AND SOCIAL INTERACTION IN BASIC
EDUCATION AT THE SAME LEVEL WITH KINDERGARTEN***

Student :

*Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP. 08311540000039*

Conselor Lecture:

*Drs. Taufik Hidayat, M.T
NIP. 195802181987011001*

***Product Design Programme
Faculty of Creative Design and Digital Business
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020***

(Halaman dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK
STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI
PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK**

TUGAS AKHIR (DP 184838)

Disusun untuk Memenuhi Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Desain (S.Ds)

pada

Program Studi S-1 Desain Produk

Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Yoni Prayoga Dwi Pangestu

NRP : 08311540000039

Surabaya, 14 Agustus 2020

Periode Wisuda 122

**Mengetahui,
Kepala Departemen
Desain Produk**



Bambang Tristiyono, ST., M.Si.
NIP. 197007031997021001

**Disetujui,
Dosen Pembimbing**

Drs. Taufik Hidayat, M.T
NIP. 195802181987011001

(Halaman dikosongkan)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya mahasiswa Departemen Desain Produk, Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, dengan identitas:

Nama : **Yoni Prayoga Dwi Pangestu**

NRP : **08311540000039**

Dengan ini menyatakan bahwa laporan tugas akhir yang saya buat dengan judul **“DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK”** adalah:

1. Orisinil dan bukan merupakan duplikasi karya tulis maupun karya gambar atau sketsa yang sudah dipublikasikan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan atau tugas-tugas kuliah lain baik di lingkungan ITS, universitas lain ataupun lembaga-lembaga lain, kecuali pada bagian sumber informasi yang dicantumkan sebagai kutipan atau referensi atau acuan dengan cara yang semestinya.
2. Laporan yang berisi karya tulis dan karya gambar atau sketsa yang dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan data hasil pelaksanaan riset.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika terbukti tidak memenuhi persyaratan yang telah saya nyatakan di atas, maka saya bersedia apabila laporan tugas akhir ini dibatalkan.

Surabaya, 14 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP. 08311540000039

(Halaman dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur dan terima kasih ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena berkat anugerah dan kasih setia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul: “Desain Mainan Papan Keseimbangan (*Balance Board*) untuk Stimulasi Gerak Motorik Kasar dan Interaksi Sosial di Pendidikan Dasar Setingkat Taman Kanak-kanak” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi di Departemen Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Dalam merancang tugas akhir ini penulis melakukan riset yang dilakukan secara nyata dengan dukungan dari berbagai sumber yang dapat dipertanggungjawabkan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih perlu untuk disempurnakan kembali, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk memperbaiki tugas akhir ini.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

(Halaman dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis tentunya tidak dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, Dwi Anoto dan Estu Wiludjeng yang selalu mendukung secara moral dan materiil selama perkuliahan penulis.
2. Drs. Taufik Hidayat, M.T selaku dosen pembimbing tugas akhir yang sudah menuntun serta berbagi pengalaman dan masukan dengan penulis demi tercapainya hasil tugas akhir yang baik dan benar.
3. Bapak dan ibu dosen penguji yang selalu memberi masukan untuk perbaikan Tugas Akhir penulis.
4. Segenap dosen, staff dan karyawan Departemen Desain Produk Industri ITS yang telah memberi banyak ilmu dan pengetahuan serta bantuan administrasi maupun non-administrasi bagi penulis selama masa perkuliahan.
5. Segenap guru TK Citra Taruna Surabaya yang sudah berkenan bekerjasama dan mengizinkan penulis untuk melakukan survey.
6. Mirza dan Tyas yang selalu menjadi teman berbagi cerita serta teman-teman yang tidak saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan ke depannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Surabaya, Agustus 2020

(Penulis)

(Halaman dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
UCAPAN TERIMA KASIH	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxv
ABSTRAK	xxvii
<i>ABSTRACT</i>	xxix
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tinjauan Kondisi dan Situasi Lapangan.....	5
1.3 Rumusan Masalah	7
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Maksud dan Tujuan.....	9
1.6 Manfaat.....	9
BAB II.....	11
TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Pengertian Mainan Papan Keseimbangan	11
2.2 Referensi Produk Mainan Papan Keseimbangan	11
2.3 Studi Hasil Riset Terdahulu	14
2.4 Tinjauan Material untuk Papan Keseimbangan	16
2.5 Tinjauan Sambungan Kayu.....	19
2.6 Tinjauan Ukuran <i>Handgrip</i>	21
2.7 Tinjauan Material <i>Handgrip</i>	21
2.8 Tinjauan Material <i>Grip</i>	22
2.9 Tinjauan Material dan Ukuran Bola Permainan	24
2.10 Standar Mainan untuk Anak	26
2.11 Antropometri Anak Usia TK (4-6 tahun)	28

2.12	Desain Acuan	29
BAB III.....		29
METODOLOGI		29
3.1	Judul Perancangan.....	29
3.2	Subyek dan Obyek Perancangan	30
3.3	Kerangka Analisis Konsep.....	30
3.4	Skema Penelitian	31
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	33
BAB IV.....		42
STUDI DAN ANALISIS.....		42
4.1	Analisis Konsumen.....	42
4.2	Persona.....	44
4.3	Analisis Produk Kompetitor dan Peluang Pemasaran	45
4.4	Positioning Produk	48
4.5	Analisis Aktivitas Memainkan Model Papan Keseimbangan.....	49
4.6	Studi Perilaku Tidak Terduga dan Potensi Kegagalan pada Produk.....	51
4.7	Hasil Eksperimen Model Produk	56
4.8	Studi Kebutuhan.....	57
4.9	Analisis Antropometri Anak TK	58
4.10	Studi Jangkauan Pandangan Pemain Terhadap Arena Permainan	74
4.11	Studi Besar Sudut Kemiringan Papan	75
4.12	Studi Tinggi Pijakan Kaki (<i>Footbar</i>)	76
4.13	Studi Sistem Gerak Mainan Papan Keseimbangan	78
4.14	Studi Bentuk Tumpuan.....	79
4.15	Studi Material Tumpuan	84
4.16	Studi Sambungan Kayu	85
4.17	Studi Asesori Produk.....	85
4.18	Studi Teknis Rangka Dasar.....	86
4.19	Studi Material Rangka	88
4.20	Studi Bentuk <i>Handlebar</i>	89
4.21	Studi Sambungan Rangka	92
4.22	Studi Bentuk Papan Pijakan.....	93
4.23	Studi Material Papan Pijakan.....	94

4.24	Studi <i>Stopper</i> Papan Pijakan.....	94
4.25	Studi Bentuk Arena Permainan.....	96
4.26	Studi Alur Permainan	97
4.27	Studi Penampang dan Tekstur Alur Arena Permainan.....	98
4.28	Studi Skenario Permainan	101
4.29	Studi Warna	106
4.30	Studi Proses <i>Finishing</i>	107
4.31	Studi Kemasan	109
4.32	Konsep Desain	113
4.33	Studi <i>Business Model Canvas (BMC)</i>	113
4.34	Studi Merek	116
BAB V.....		120
IMPLEMENTASI DESAIN DAN PEMBAHASAN		120
5.1	Penjelasan Konsep Desain	120
5.2	Eksplorasi Sketsa Ide.....	122
5.3	Alternatif Desain	125
5.4	Matriks Pemilihan Alternatif	129
5.5	3D Model.....	129
5.6	3D Model Operasional	130
5.7	3D Model Suasana	131
BAB VI		134
PENUTUP		134
6.1	Kesimpulan	134
6.2	Saran.....	136
DAFTAR PUSTAKA		138
LAMPIRAN		142

(Halaman dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Anak kecil sudah mahir bermain <i>gadget</i>	1
Gambar 1.2. Model gerakan yang dilakukan anak di atas papan titian.	2
Gambar 1.3. Mainan <i>Balancescheibe Gross</i>	3
Gambar 1.4. Grafik pertumbuhan jumlah TK di Indonesia.	4
Gambar 1.5. Grafik pertumbuhan angka partisipasi kasar TK tahun 2014-2017.....	4
Gambar 1.6. Grafik indeks harga perdagangan barang ekspor Indonesia.....	5
Gambar 1.7. Anak yang jarang bermain dengan temannya (dilingkari).	6
Gambar 1.8. Mainan di TK. Jungkat-jungkit (kiri) dan seluncuran (kanan).....	7
Gambar 1.9. Anak membutuhkan pegangan tangan untuk menjaga keseimbangan tubuh pada model mainan yang disediakan penulis.	8
Gambar 2.1. Anak sedang memainkan mainan papan keseimbangan.	11
Gambar 2.2. <i>Sensory Integasi Balance Board</i>	12
Gambar 2.3. <i>Tai Chi Balance Board</i> (kiri) dan <i>Dusima Balance Board</i>	12
Gambar 2.4. <i>Balancescheibe Gross</i> dan <i>Erzi Balance Board Snail Race</i>	13
Gambar 2.5. Multipleks.....	17
Gambar 2.6. Potongan kayu jati belanda (pinus).....	17
Gambar 2.7. Potongan <i>medium density fibreboard (MDF)</i>	19
Gambar 2.8. Mur T.	20
Gambar 2.9. Ilustrasi <i>domino joint</i>	20
Gambar 2.10. Ilustrasi <i>dowel joint</i>	20
Gambar 2.11. Referensi ukuran <i>handgrip</i>	21
Gambar 2.12. Busa EVA bertekstur.	22
Gambar 2.13. Stiker kulit jeruk warna hitam.	23
Gambar 2.14. Karpet karet bihun.	23
Gambar 2.15. <i>Griptape</i>	24
Gambar 2.16. Busa EVA silinder (kanan) dan busa lilitan..	24
Gambar 2.17. Ilustrasi bola baja dan bola kayu.	25
Gambar 2.18. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 4 tahun.	29
Gambar 3.1. Kerangka analisis konsep perancangan mainan papan keseimbangan untuk anak TK.....	31
Gambar 3.2. Skema penelitian.....	32
Gambar 3.3. Mainan <i>balance board</i> dan <i>marble maze</i> yang dimodifikasi (A) <i>Erzi</i> <i>Balancing Board Game</i> , (B) <i>Foot wooden bead game</i>	35
Gambar 3.4. Eksperimen hasil modifikasi mainan papan keseimbangan.	35
Gambar 3.5. Suasana pembelajaran di TK Citra Taruna Surabaya.	37
Gambar 3.6. Proses uji coba mainan papan keseimbangan.....	39
Gambar 4.1. Ilustrasi anak TK.	44
Gambar 4.2 <i>Positioning</i> produk.....	48
Gambar 4.3. Sampel perilaku anak saat bermain papan keseimbangan.	50

Gambar 4.4. Area papan keseimbangan yang sering dipijak	50
Gambar 4.5. Anak melompat-lompat di atas papan.....	51
Gambar 4.6. Ketebalan papan pijakan.	51
Gambar 4.7. Anak melempar arena permainan.	52
Gambar 4.8. Anak duduk di <i>handlebar</i>	52
Gambar 4.9. Tambahan penyangga pada rangka dasar.	52
Gambar 4.10. Anak bergelantungan pada rangka mainan.....	52
Gambar 4.11. <i>Stopper</i> pada mainan.	53
Gambar 4.12. Pengguna tidak bermain pada posisi yang tepat.	53
Gambar 4.13. Tangan pengguna berada di <i>stopper</i>	53
Gambar 4.14. Perbedaan berat badan pengguna menyebabkan papan sulit bergerak.	54
Gambar 4.15. Pemain bergantian menggerakkan papan.	54
Gambar 4.16. Serpihan kayu multipleks yang terangkat.	54
Gambar 4.17. Kaki pemain berada di bawah papan.	54
Gambar 4.18. Lapisan busa EVA pada bagian bawah papan pijakan.....	54
Gambar 4.19. Papan pijakan terhenti sebelum menyentuh tanah.	55
Gambar 4.20. Kepala terbentur <i>handlebar</i> ketika mengganti arena.	55
Gambar 4.21. <i>Handlebar</i> dengan lapisan busa EVA lilitan.	55
Gambar 4.22. Pengguna bingung cara pemasangan tiang <i>handlebar</i>	56
Gambar 4.23. Stiker merah pada tiang <i>handlebar</i>	56
Gambar 4.24. Spesifikasi model mainan papan keseimbangan yang digunakan saat survey.....	56
Gambar 4.25. Input yang belum dikelompokkan.	57
Gambar 4.26. Pengelompokan pernyataan yang menghasilkan konsep awal.	58
Gambar 4.27. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 4 tahun.	59
Gambar 4.28. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 5 tahun.	59
Gambar 4.29. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 6 tahun.	60
Gambar 4.30. Pengukuran area pijakan kaki.	62
Gambar 4.31. Simulasi satu tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.	63
Gambar 4.32. Simulasi satu tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihatan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan..	64
Gambar 4.33. Simulasi dua tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.	65
Gambar 4.34. Simulasi dua tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihatan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan..	66
Gambar 4.35. Simulasi tiga tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.	67

Gambar 4.36. Simulasi tiga tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.	68
Gambar 4.37. Simulasi empat tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihan mata manusia.	69
Gambar 4.38. Simulasi empat tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.	70
Gambar 4.39. Simulasi lima tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihan mata manusia.	71
Gambar 4.40. Simulasi lima tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.	72
Gambar 4.41. Simulasi jangkauan normal pandangan anak usia 4 tahun terhadap posisi arena.	74
Gambar 4.42. Pengujian pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) yang bergerak pelan saat kemiringan sekitar 2-3 derajat (dilingkari kuning).	75
Gambar 4.43. Uji pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) yang melaju dengan kecepatan sedang pada kemiringan 4-6 derajat (dilingkari kuning).	75
Gambar 4.44. Uji pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) keluar jalur saat kemiringan lebih dari 8 derajat (dilingkari kuning).	76
Gambar 4.45. Simulasi jangkauan kaki anak usia 4 tahun terhadap papan pijakan dan pijakan kaki (<i>footbar</i>).	77
Gambar 4.46 Kemiringan papan 6 derajat masih terjangkau kaki anak usia 4 tahun.	77
Gambar 4.47. Inovasi sistem gerak pada mainan papan keseimbangan.	79
Gambar 4.48. Simulasi tumpuan dan kemiringan papan pijakan.	79
Gambar 4.49. Simulasi pengaruh beban statis terhadap perubahan bentuk papan pijakan pada alternatif desain tumpuan 1.	80
Gambar 4.50. Simulasi pengaruh beban statis terhadap sebaran tekanan pada papan pijakan dengan alternatif desain tumpuan 1.	80
Gambar 4.51. Simulasi pengaruh beban statis terhadap tekanan kontak antara alternatif desain tumpuan 1 dengan papan pijakan.	81
Gambar 4.52. Simulasi pengaruh beban statis terhadap perubahan bentuk papan pijakan pada alternatif desain tumpuan 2.	81
Gambar 4.53. Simulasi pengaruh beban statis terhadap sebaran tekanan pada papan pijakan dengan alternatif desain tumpuan 2.	82
Gambar 4.54. Simulasi pengaruh beban statis terhadap tekanan kontak antara alternatif desain tumpuan 2 dengan papan pijakan.	82
Gambar 4.55. Eksperimen tumpuan menggunakan model dari material MDF.	83
Gambar 4.56. Bentuk tumpuan dan pengaruhnya terhadap gerakan papan.	83
Gambar 4.57. Alternatif desain rangka 1.	87
Gambar 4.58. Alternatif desain rangka 2.	87

Gambar 4.59. Perbandingan celah antar diameter pipa (garis tebal warna biru) pada pipa besi (kiri) dan pipa aluminium.	88
Gambar 4.60. Alternatif desain <i>handlebar 1</i>	89
Gambar 4.61. Alternatif desain <i>handlebar 2</i>	89
Gambar 4.62. Contoh alternatif desain <i>handlebar 3</i>	90
Gambar 4.63. Simulasi pada alternatif desain <i>handlebar 1</i>	90
Gambar 4.64. Simulasi pada alternatif desain <i>handlebar 2</i>	91
Gambar 4.65. Simulasi pada alternatif desain <i>handlebar 3</i>	91
Gambar 4.66. Dari kiri, baut kembang, baut kunci L, mur segi enam standar, mur topi.	92
Gambar 4.67. Perbandingan bentuk bidang datar.	93
Gambar 4.68. Letak <i>stopper</i> pada mainan keseimbangan.	95
Gambar 4.69. Alternatif <i>stopper 1</i> (kiri) dan alternatif <i>stopper 2</i>	95
Gambar 4.70. Alternatif bentuk arena 1 dengan 4 kombinasi (kiri) dan alternatif bentuk arena dengan 2 kombinasi.	96
Gambar 4.71. Arena untuk mode bertanding (kiri) dan mode kerjasama yang dapat dikombinasikan (kanan).	97
Gambar 4.72. Eksperimen pengaruh lebar alur terhadap jenis serta ukuran bola kelereng (kiri) dan bola bekel (kanan) pada papan multipleks.	98
Gambar 4.73. Dampak penggunaan bola berdiameter lebih besar dari lebar alur.	98
Gambar 4.74. Bola kecil (kiri) memiliki rasio diameter bola terhadap luas arena yang lebih besar dibandingkan bola berdiameter lebih besar.	99
Gambar 4.75. Alur yang dangkal (kiri) menyebabkan bola mudah keluar arena.	99
Gambar 4.76. Eksperimen pengaruh tekstur terhadap kelereng dan bola bekel.	100
Gambar 4.77. Bentuk lubang seukuran bola.	101
Gambar 4.78. Skenario penggunaan arena permainan mode kerjasama.	102
Gambar 4.79. Skenario penggunaan arena permainan mode kerjasama.	103
Gambar 4.80. Penempatan posisi tiap pemain untuk semua mode permainan.	104
Gambar 4.81. Alternatif penempatan posisi pemain.	105
Gambar 4.82. <i>Moodboard</i> , palet warna dan alternatif pewarnaan.	106
Gambar 4.83. Konsep penataan <i>packaging</i> produk.	109
Gambar 4.84. Skenario pengemasan.	110
Gambar 4.85. Model kemasan yang dapat diangkat oleh dua orang dewasa.	111
Gambar 4.86. Rangkuman studi kemasan.	112
Gambar 4.87. Pengelompokan pernyataan yang menghasilkan konsep desain.	113
Gambar 4.88. Logo merek untuk mainan papan keseimbangan.	118
Gambar 5.1 Konsep desain mudah dikenali melalui ukuran mainan yang hanya sesuai untuk anak usia 4-6 tahun.	120
Gambar 5.2. Konsep desain mudah dikenali melalui warna dan simbol pada mainan	121
Gambar 5.3. Konsep desain mainan papan keseimbangan yang aman untuk anak TK.	121

Gambar 5.4. Ilustrasi digital konsep interaksi sosial saat bermain mainan papan keseimbangan.....	122
Gambar 5.5. Ilustrasi konsep variatif pada mainan papan keseimbangan.	122
Gambar 5.6. Konsep awal desain mainan papan keseimbangan.	123
Gambar 5.7. Sketsa ideasi mainan papan keseimbangan.	124
Gambar 5.8 Sketsa ideasi sambungan dan arena permainan.....	125
Gambar 5.9. Alternatif desain 1.....	126
Gambar 5.10. Alternatif desain 2.....	127
Gambar 5.11. Alternatif desain 3.....	128
Gambar 5.12. Tampak perspektif alternatif desain 3.....	130
Gambar 5.13. Simulasi jangkauan pandangan pemain terhadap arena permainan.	130
Gambar 5.14. Simulasi 3D model operasional mainan papan keseimbangan.....	131
Gambar 5.15. Suasana bermain mainan papan kesiimbangan di dalam ruangan (1).	131
Gambar 5.16. Suasana bermain mainan papan kesiimbangan di dalam ruangan (2).	132
Gambar 6.1. Desain akhir mainan papan keseimbangan untuk anak TK.	135
Gambar 6.2. Perbedaan antara arena untuk mode bertanding (kiri) dan mode kerjasama yang dapat dikombinasikan (kanan).	135

(Halaman dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi mainan <i>Sensory Integasi Balance Board</i>	12
Tabel 2.2. Spesifikasi <i>Tai Chi Balance Board L</i> dan <i>Dusima Balance Board</i>	13
Tabel 2.3. Spesifikasi <i>Balancesheibe Gross</i> dan <i>Erzi Balance Board</i>	14
Tabel 2.4 Perbedaan jenis kayu meranti.	18
Tabel 2.5. Ukuran pipa aluminium.	21
Tabel 2.6. Ukuran pipa <i>stainless steel</i>	22
Tabel 3.1. Detail proses survey	34
Tabel 3.2. Aktivitas hari pertama survey	36
Tabel 3.3. Penilaian kemampuan anak berdasarkan indikator 1	39
Tabel 3.4. Penilaian kemampuan anak berdasarkan indikator 2	40
Tabel 4.1. Analisis target <i>buyer</i> (pembeli).	42
Tabel 4.2. Analisis target <i>end-user</i>	43
Tabel 4.3. Persona.....	44
Tabel 4.4. Penilaian pada mainan papan keseimbangan yang ada di pasaran (1).	47
Tabel 4.5. Jenis perilaku dan kejadian tidak terduga serta bentuk antisipasinya.	51
Tabel 4.6. Penilaian tiap simulasi terhadap indikator.	73
Tabel 4.7. <i>Scoring</i> untuk sistem gerak yang akan digunakan pada mainan papan keseimbangan.	78
Tabel 4.8. Perbandingan alternatif tumpuan	84
Tabel 4.9. Perbandingan jenis kayu untuk tumpuan.	85
Tabel 4.10. Penilaian untuk sambungan kayu	85
Tabel 4.11. Penilaian untuk alternatif material alas pijakan kaki berbasis stiker.....	86
Tabel 4.12. Penilaian untuk material pegangan tangan	86
Tabel 4.13. Perbandingan alternatif rangka dasar	87
Tabel 4.14. Perbandingan tiap material rangka	88
Tabel 4.15. Perbandingan alternatif <i>handlebar</i>	92
Tabel 4.16. Perbandingan baut kembang dan baut kunci L	92
Tabel 4.17. Perbandingan mur segi enam standar dan mur topi	93
Tabel 4.18. Perbandingan bidang datar papan pijakan	93
Tabel 4.19. Perbandingan material papan pijakan.....	94
Tabel 4.20. Tabel perbandingan alternatif <i>stopper</i>	96
Tabel 4.21. Tabel perbandingan bentuk arena permainan	97
Tabel 4.22. Data perbandingan bentuk penampang pada arena permainan	101
Tabel 4.23. Penilaian alternatif metode penempatan posisi pemain.....	105
Tabel 4.24. Penilaian alternatif pewarnaan produk	107
Tabel 4.25. Perbandingan cat pelapis logam.....	107
Tabel 4.26. Perbandingan pelapis untuk finishing papan pijakan.	108
Tabel 4.27. Tabel perbandingan cat warna water based dan cat warna oil based. ..	108
Tabel 4.28. Berat dan dimensi kemasan mainan keseimbangan.	110
Tabel 4.29. Model bisnis untuk mainan papan keseimbangan.....	114

Tabel 4.30. Perkiraan perhitungan biaya produksi satu unit produk	115
Tabel 4.31. Perkiraan pengeluaran faktor produksi	115
Tabel 4.32. Perkiraan perhitungan biaya pegawai per bulan.....	115
Tabel 4.33. Perkiraan perhitungan biaya lain-lain	116
Tabel 4.34. Penilaian alternatif nama merek	118
Tabel 5.1. Matriks penilaian alternatif.	129
Tabel 6.1. Relasi permasalahan, tujuan dan solusi desain.....	134

DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK

Nama Mahasiswa : Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP : 08311540000039
Departemen : Desain Produk
Fakultas : Fakultas Desain Kreatif dan Bisnis Digital
Dosen Pembimbing : Drs. Taufik Hidayat, M.T.

ABSTRAK

Mainan papan keseimbangan adalah salah satu permainan yang dapat dijadikan media pengembangan keterampilan motorik kasar dan interaksi sosial di pendidikan setingkat taman kanak-kanak (TK). Namun, mainan tersebut diketahui memiliki beberapa kekurangan ketika diuji coba pada anak TK. Kekurangannya terutama terletak pada tidak adanya pegangan tangan sehingga beberapa anak takut dan ada yang hampir terjatuh ketika bermain. Sementara itu, ditinjau dari segi pemasaran, mainan papan keseimbangan lebih banyak masih harus diimpor dari luar negeri ke Indonesia. Hal tersebut membuat harganya menjadi lebih tinggi dari harga jual awal di negara asal produksinya. Dari permasalahan itu, penulis mencoba berinovasi dengan penambahan fitur *handlebar* dan mode bermain yang dapat diproduksi oleh Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) di Indonesia. Dari hasil perancangan ini pada akhirnya dapat menghasilkan mainan keseimbangan yang dapat diproduksi UMKM dengan biaya yang terjangkau untuk membantu pengembangan keterampilan motorik kasar dan interaksi sosial anak TK.

Kata kunci : anak TK, mainan, motorik kasar, interaksi sosial.

(Halaman dikosongkan)

**BALANCE BOARD DESIGN FOR STIMULATION OF GROSS MOTORIC
SKILLS AND SOCIAL INTERACTION IN BASIC EDUCATION AT THE
SAME LEVEL WITH KINDERGARTEN**

Student name : Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP : 08311540000039
Departement : Product Design
Faculty : Faculty of Creative Design and Digital Bussiness
Supervisor : Drs. Taufik Hidayat, M.T.

ABSTRACT

Balance board toys are one of the games that can be used as a medium for the development of gross motor skills and social interaction in kindergarten education. However, these toys are known to have some shortcomings when tested on kindergarten children. The disadvantage mainly lies in the absence of handrails so that some children are scared and some are almost falling when playing. As for marketing, more balance board toys still have to be imported from abroad to Indonesia. This makes the price higher than the initial selling price in the country of origin of its production. From these problems, the author tries to innovate by adding handlebar features and play modes that can be produced by Micro, Small and Medium Industries (UMKM) in Indonesia. The results of this design can eventually produce a balance toy that can be produced by UMKM at an affordable cost to help develop gross motor skills and kindergarten children's social interaction

Keywords: *kindergarten children, toys, gross motoric skills, social interaction.*

(Halaman dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

A. Berkurangnya Aktivitas Gerak Motorik Kasar dan Interaksi Sosial Anak karena Pengaruh Penggunaan *Gadget*

Aktivitas gerak motorik kasar dan interaksi sosial anak merupakan hal yang penting bagi tumbuh kembang anak terutama di usia dini. Namun, alih-alih dapat meningkatkan intensitas gerak motorik dan interaksi sosial anak, perkembangan teknologi saat ini terutama *gadget* justru memberi dampak yang sebaliknya. Seperti yang diberitakan dalam media harian Radar Mojokerto, penggunaan *gadget* yang cenderung tidak terkontrol dapat memberi dampak negatif pada anak. Dampak tersebut antara lain seperti lupa diri serta hilangnya empati dan simpati pada anak (Radar Mojokerto, 2019).



Gambar 1.1. Anak kecil sudah mahir bermain *gadget*.
(Sumber : Penulis, 2019)

Akhir-akhir ini, pada beberapa kesempatan banyak dijumpai anak-anak tampak "menunduk" karena sedang mengakses sesuatu dari *smartphone* yang dimilikinya. Tak ada percakapan antara satu sama lainnya karena asyik berkulat dengan *gadget*. Pada sisi lain, banyak dijumpai anak yang keranjingan bermain *smartphone* sehingga tak punya hasrat belajar (Rizky, 2019). Ketika anak bermain *gadget*, anak serasa sudah memiliki dunianya.

Jika hal tersebut sering dilakukan di rumah, maka anak akan memiliki kecenderungan malas keluar rumah untuk bermain bersama teman sebayanya. Sehingga berdampak buruk pada pergaulan anak baik di lingkungan sekitar rumah maupun di sekolah. Anak jadi cenderung menyendiri dan bersikap anti-sosial. Pendapat ini didukung oleh Wahyuni Pudjiastuti, Dosen Departemen Ilmu Komunikasi Universitas Indonesia yang menyatakan bahwa salah satu tanda kecanduan *gadget* adalah penggunaan *gadget* secara terus-menerus dan menurunnya keinginan untuk bermain dengan anak lain (Jeko, 2018).

B. Mainan Keseimbangan untuk Anak TK

Mainan keseimbangan untuk anak usia pra-sekolah pada umumnya berupa papan titian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Apriliana (2013) menyatakan bahwa papan titian memiliki beberapa kelebihan seperti mudah didapat, mudah dibuat dan dapat melatih keseimbangan anak dengan berjalan serta melakukan gerakan di atas papan. Sarana interaktif permainan dalam penelitian tersebut digunakan berbagai karakter hewan yang digambar di kertas serta media penunjang lainnya. Sehingga untuk bermain papan titian dengan konsep bermain yang berbeda maka harus dibuat pula media penunjang yang baru. Selain itu dari dokumentasi penelitian tersebut diketahui bahwa papan titian dimensi besar sehingga membutuhkan ruangan yang luas untuk memainkannya di dalam ruangan. Fitur keamanan pada produk tersebut juga terlihat belum memadai. Hal tersebut terlihat dari tidak adanya material empuk yang mencegah terjadinya cedera jika terjadi kesalahan dalam penggunaan produk.



Gambar 1.2. Model gerakan yang dilakukan anak di atas papan titian.
(Sumber : Apriliana, 2013)

Sementara itu, di pasar internasional terdapat jenis mainan keseimbangan yang cukup menarik. Salah satu contohnya adalah mainan *Balancescheibe Gross*. Mainan tersebut berasal dari Jerman dan dapat digunakan maksimum oleh empat orang pemain serta memiliki arena permainan yang dapat diganti-ganti. Akan tetapi mainan tersebut masih belum memiliki fitur keamanan seperti pegangan tangan maupun material empuk pada beberapa bagiannya. Tidak adanya pegangan tangan dapat membuat anak takut saat pertama kali mencoba mainan.

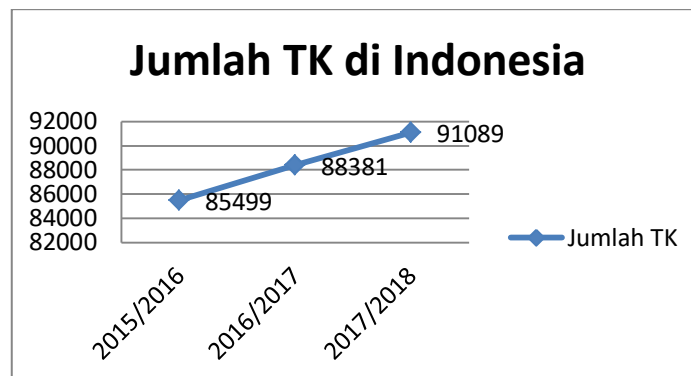


Gambar 1.3. Mainan *Balancescheibe Gross*.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

Sedangkan kurangnya fitur keamanan dapat meningkatkan potensi cedera pada anak ketika terjadi hal di luar skenario bermain. Selain itu, jumlah mainan papan keseimbangan dengan variasi arena permainan yang dimainkan lebih dari satu orang masih sangat sedikit. Dari pengamatan penulis hanya produk mainan *Balancescheibe Gross* yang dapat dimainkan 2-4 pemain dan memiliki variasi arena permainan. Selebihnya produk papan keseimbangan dengan variasi permainan hanya dapat dimainkan oleh 1 atau 2 pemain saja.

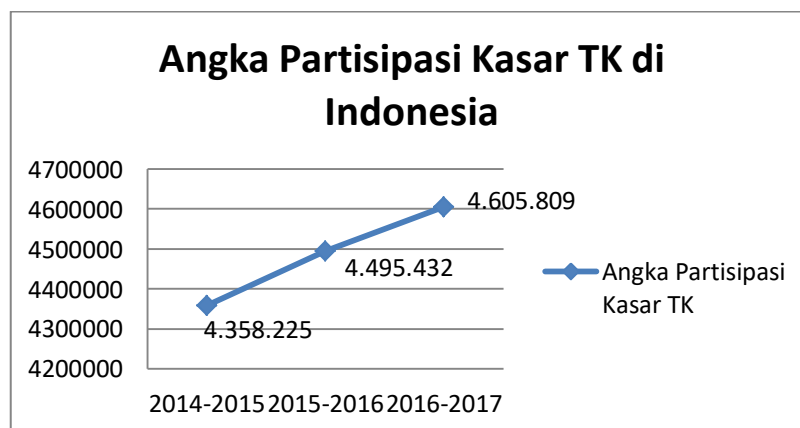
C. Peluang Pengembangan dan Pasar Produk Mainan Papan Keseimbangan untuk TK di Indonesia

Prospek pengembangan produk mainan papan keseimbangan untuk segmentasi pasar taman kanak-kanak (TK) cukup besar. Ada tren kenaikan jumlah TK dalam kurun waktu 2015-2017 mengacu pada data Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan tentang statistik PAUD tahun 2017-2018.



Gambar 1.4. Grafik pertumbuhan jumlah TK di Indonesia.
(Sumber : Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2018)

Kenaikan jumlah TK ternyata juga linier dengan angka partisipasi kasar untuk TK. Diketahui bahwa ada kenaikan jumlah partisipasi anak yang mengikuti TK dalam rentang tahun 2014-2017. Kenaikan jumlah tersebut berkisar antara 2 - 3% tiap tahun.



Gambar 1.5. Grafik pertumbuhan angka partisipasi kasar TK tahun 2014-2017.
(Sumber : <http://publikasi.data.kemdikbud.go.id>)

Tren tersebut menunjukkan bahwa produk mainan dengan segmentasi pasar anak TK memiliki peluang dan prospek pemasaran yang baik. Selain itu, prospek ekspor komoditi mainan di Indonesia juga positif. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik angka indeks harga perdagangan barang ekspor Indonesia yang terus meningkat selama periode tahun 2012 – 2016 berikut ini :



Gambar 1.6. Grafik indeks harga perdagangan barang ekspor Indonesia.
(Sumber : Statistik Perdagangan, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia, 2017)

Data tersebut menunjukkan suatu peluang dan prospek yang dapat dimaksimalkan sebagai peluang bisnis bagi usaha mikro kecil dan menengah (UMKM) mainan anak. UMKM mempunyai peran penting dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional (Lembaga Pengembangan Perbankan Indonesia, 2015).

1.2 Tinjauan Kondisi dan Situasi Lapangan

A. Tinjauan Subjek Penelitian

Pada anak usia dini, sikap dan perilaku karena dampak negatif penggunaan gadget tidak terlalu tampak. Namun tetap ada indikasi terhadap hal tersebut seperti tampak pada foto hasil survey penulis (Gambar 1.9). Selama proses pengamatan saat survey, diketahui bahwa anak tersebut (dilingkari) seringkali ditemui duduk sendiri di tempat yang sama saat jam istirahat. Dia jarang ditemui bersama dengan teman-temannya saat bermain.



Gambar 1.7. Anak yang jarang bermain dengan temannya (dilingkari).
(Sumber : Penulis, 2019)

Demikian pula saat di kelas, anak tersebut jarang berbicara dan berdiskusi dengan temannya yang lain. Pihak TK sendiri sudah berusaha maksimal dalam menciptakan interaksi antar anak. Salah satunya adalah dengan menyatukan jadwal kelas antara TK A dan TK B setiap hari Jumat dan Sabtu. Tujuannya adalah supaya ada interaksi lebih banyak pada anak. Akan tetapi, penyatuan jadwal saja tentu kurang memadai. Perlu ada suatu hal menyenangkan yang dapat mengarahkan anak untuk mengenal temannya lebih dekat. Sehingga harapannya dapat muncul rasa persatuan yang erat pada anak. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan mainan.

B. Tinjauan Objek Penelitian (mainan di TK)

Mainan yang ada di TK dan sering ditemui antara lain adalah seluncuran, jungkat-jungkit.



Gambar 1.8. Mainan di TK. Jungkat-jungkit (kiri) dan seluncuran (kanan).
(Sumber : Penulis, 2019)

Seluncuran dan jungkat-jungkit merupakan produk mainan yang dapat memberikan rasa senang pada anak. Rasa senang merupakan esensi dari bermain. Namun rasa senang tersebut dapat berubah menjadi rasa bosan karena seluncuran dan jungkat-jungkit tidak memiliki variasi maupun tingkatan permainan. Seperti tampak pada gambar 1.5, hanya sedikit anak yang menggunakannya untuk bermain. Ketika anak sudah bosan maka anak akan malas untuk bermain. Padahal bermain merupakan sarana untuk melatih gerak fisik dan keterampilan sosial anak. Di pasaran, produk mainan yang mempunyai variasi permainan serta dapat melatih gerak fisik dan keterampilan interaksi sosial anak adalah mainan papan keseimbangan.

1.3 Rumusan Masalah

1. Ada indikasi kurangnya interaksi sosial dan aktivitas fisik anak yang tampak saat bermain di jam istirahat. Dari permasalahan tersebut dapat diketahui bahwa ada kebutuhan terhadap suatu produk yang dapat merangsang timbulnya aktivitas fisik dan interaksi sosial anak TK.
2. Permainan yang sudah ada di TK meskipun berkaitan dengan interaksi sosial tidak memiliki variasi permainan. Tidak adanya variasi permainan dapat mengurangi ketertarikan anak untuk bermain.
3. Belum adanya fitur *handgrip* (pegangan untuk telapak tangan) pada mainan papan keseimbangan membuat beberapa anak gugup dan takut saat pertama kali mencoba. Hasil survey penulis menunjukkan beberapa anak masih memerlukan pegangan supaya dapat memainkan model papan keseimbangan

yang disediakan penulis. Hilangnya kepercayaan diri dapat membuat anak menjadi takut untuk mencoba mainan papan keseimbangan.



Gambar 1.9. Anak membutuhkan pegangan tangan untuk menjaga keseimbangan tubuh pada model mainan yang disediakan penulis.
(Sumber : Penulis, 2019)

4. Banyak produk mainan papan keseimbangan untuk anak yang masih banyak memiliki kekurangan dalam aspek keamanan (*safety*).

1.4 Batasan Masalah

1. Produk berupa satu set mainan papan keseimbangan beserta papan permainannya yang hanya dapat dimainkan dengan cara menyeimbangkan tubuh di atas permukaan papan pijakan.
2. Produk mainan papan keseimbangan mengakomodasi minimum 2 dan maksimum 4 (empat) pemain.
3. Berat maksimum yang dapat diakomodasi adalah 100 kg
4. Pemain papan keseimbangan adalah anak TK yang tidak berkebutuhan khusus.
5. Mainan papan keseimbangan digunakan dengan menggunakan alas kaki yang memadai (sepatu).
6. Mainan papan keseimbangan tidak untuk digunakan di area terbuka tanpa peneduh yang memadai.

7. Interaksi yang dimaksud terbatas pada interaksi anak TK yang timbul secara langsung saat bermain. Terutama pada aspek kerjasama dan koordinasi gerak tubuh antar pemain.
8. Penggunaan mainan harus selalu dalam pengawasan guru atau pembimbing di tempat. Pengawasan yang dimaksud dilakukan dari jarak kurang lebih 5-10 meter dari mainan. Jarak tersebut bertujuan supaya guru dapat segera memberi bantuan atau bimbingan jika terjadi hal-hal yang tidak wajar atau di luar skenario bermain yang seharusnya.
9. Produk mainan papan keseimbangan difokuskan untuk pasar taman kanak-kanak (TK) di Indonesia.
10. Produk mainan papan keseimbangan dapat diproduksi oleh UKM maupun *start-up* yang memproduksi mainan berbahan dasar kayu. Sehingga segi teknis maupun mekanis pada mainan papan keseimbangan harus disesuaikan dengan kemampuan produksi UKM maupun *startup*.

1.5 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk perancangan mainan papan keseimbangan yang aman serta efektif dalam meningkatkan intensitas interaksi sosial secara langsung dan gerak motorik kasar anak TK.

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan antara lain :

1. Perancangan produk yang dapat merangsang timbulnya aktivitas fisik dan interaksi sosial anak TK.
2. Perancangan arena permainan yang dapat diganti-ganti.
3. Perancangan desain *handlebar* untuk menambah aspek keamanan pada mainan papan keseimbangan.
4. Peningkatan unsur keamanan (*safety*) pada mainan papan keseimbangan untuk anak TK.

1.6 Manfaat

Penelitian ini diharapkan memiliki manfaat kepada berbagai pihak, antara lain yaitu :

Bagi Desainer

1. Sebagai referensi perancangan desain mainan untuk yang dapat menstimulasi keterampilan motorik kasar dan interaksi sosial anak TK.

Bagi Masyarakat

1. Produk mainan yang dihasilkan dapat menjadi alternatif mainan yang mampu meningkatkan kemampuan motorik kasar dan interaksi sosial anak TK.
2. Sebagai referensi untuk memperluas wawasan terhadap alternatif mainan anak yang dapat menstimulasi keterampilan motorik kasar dan interaksi sosial anak TK.
3. Sebagai referensi untuk alternatif peluang bisnis produk mainan anak yang dapat dimaksimalkan oleh masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mainan Papan Keseimbangan

Koskie (2019), menjelaskan bahwa papan keseimbangan adalah papan tempat dimana penggunanya menyeimbangkan badan di atasnya. Papan tersebut biasanya memiliki permukaan yang rata dan keras di bagian atas dengan bagian bawah yang lunak atau bundar tidak stabil (bagian bawah mungkin atau mungkin tidak melekat pada bagian papan yang sebenarnya). Papan keseimbangan biasanya terbuat dari plastik atau kayu dan biasa digunakan dalam olahraga terapi fisik dan rehabilitasi. Saat digunakan, pengguna mungkin terlihat seperti peselancar di tanah kering.



Gambar 2.1 Anak sedang memainkan mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

Ada beberapa macam sistem gerak tumpuan pada mainan papan keseimbangan yaitu *rocker*, *wobble*, *roller* dan *sphere-ring*.

2.2 Referensi Produk Mainan Papan Keseimbangan

Dalam proses desain yang dilakukan, ada beberapa produk mainan keseimbangan di pasaran yang digunakan sebagai referensi untuk konsep bentuk, mekanika serta pemasaran produk. Berikut ini adalah referensi produk-produk tersebut :

1. Sensory Integasi Balance Board



Gambar 2.2. *Sensory Integasi Balance Board*.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

Tabel 2.1. Spesifikasi mainan *Sensory Integasi Balance Board*

Informasi	Detail
Manufaktur	Lokal (Indonesia)
Pangsa pasar	Indonesia
Harga	Rp 500.000
Paket penjualan	1 papan + tas
Tersedia di Indonesia	Ya
Dimensi Produk	(tidak diketahui)
Berat Produk	10 kg (paket pengiriman)
Beban maksimum	80 kg
Maksimum pemain	1 pemain
Material	Kayu
Fitur	-

2. Tai Chi Balance Board dan Dusima Balance Board



Gambar 2.3. *Tai Chi Balance Board* (kiri) dan *Dusima Balance Board*.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

Tabel 2.2. Spesifikasi *Tai Chi Balance Board L* dan *Dusima Balance Board*.

Informasi	<i>Tai Chi Balance Board</i>	<i>Dusima Balance Board</i>
Manufaktur	Weplay, Taiwan	Dusima, Jerman
Pangsa pasar	Taiwan, Malaysia	Jepang
Harga	550 ringgit (sekitar Rp 1.830.000, kurs 1 ringgit = Rp 3.350)	37.800 yen (sekitar Rp 4.846.000, kurs 1 yen = Rp 128)
Paket penjualan	1 papan + 1 bola + 2 arena lepas pasang	1 papan + 1 bola
Tersedia di Indonesia	Tidak, harus impor lebih dulu	Tidak, harus impor lebih dulu
Dimensi Produk	Diameter 66 cm	Diameter 90 cm
Berat Produk	3.4 kg	(tidak diketahui)
Beban maksimum	80 kg	150 kg
Maksimum pemain	2 pemain	2 pemain
Material	Plastik PE	MDF
Fitur	Arena labirin dapat diganti	-

3. *Balancesheibe Gross* dan *Erzi Balance Board Snail Race*



Gambar 2.4. *Balancesheibe Gross* dan *Erzi Balance Board Snail Race*.
(Sumber : Penulis, 2019)

Tabel 2.3. Spesifikasi *Balancesheibe Gross* dan *Erzi Balance Board*

Informasi	Detail <i>Balancesheibe Gross</i>	<i>Erzi Balance Board Snail Race</i>
Manufaktur	(tidak diketahui)	Erzi, Jerman
Pangsa pasar	Jerman	Jerman
Harga	339 euro (sekitar Rp 5.260.000, kurs 1 euro = Rp 15.500)	299 euro (sekitar Rp 4.638.000, kurs 1 euro = Rp 15.500)
Paket penjualan	1 papan + 1 bola kayu + 8 arena seperempat lingkaran yang dapat dikombinasikan + wadah untuk arena	1 papan + 6 bola kayu
Tersedia di Indonesia	Tidak, harus impor lebih dulu	Tidak, harus impor lebih dulu
Dimensi Produk	185.150 cm ³	Diameter papan 110 cm, tinggi 7 cm
Berat Produk	24.5 kg	11.5 kg
Beban maksimum	(tidak diketahui)	250 kg
Maksimum pemain	4 pemain	4 pemain
Material	<i>Birch plywood</i>	<i>Birch plywood</i>
Fitur	Arena permainan yang dapat dikombinasikan	<i>Holder</i> untuk bola, <i>carrying handle</i>

2.3 Studi Hasil Riset Terdahulu

Dari penelitian ilmiah selama 30 tahun terakhir diketahui bahwa periode perkembangan manusia yang paling penting adalah sejak lahir hingga usia delapan tahun. Selama usia ini, perkembangan keterampilan kognitif, kemampuan emosional, kompetensi sosial dan kesehatan fisik serta mental yang sehat dapat membangun fondasi yang kuat untuk sukses di masa dewasa (Education Section UNICEF, 2018). Aktivitas bermain dapat membantu anak dalam mencapai hal-hal tersebut. Aktivitas bermain didefinisikan dengan kenyataan bahwa sebagian besar dari aktivitas tersebut dilakukan tanpa tujuan yang spesifik, tujuannya adalah bermain itu sendiri, yang membedakannya dari aktivitas yang serius dan kehidupan sehari-hari (Van Uffelen, 2010).

2.3.1 Pentingnya Pengembangan Kemampuan Motorik Anak

Dalam bermain, anak juga melibatkan aktivitas motorik. Kurikulum Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) dirancang dengan karakteristik yang salah satu tujuannya adalah mengoptimalkan kemampuan fisik-motorik anak. Kemampuan tersebut dapat dikembangkan salah satunya adalah

melalui latihan dasar keseimbangan. Kemampuan keseimbangan telah dikaitkan dengan pengembangan keterampilan motorik dasar (Figura, Cama, Capranica, Guidetti, & Pulejo, 1991). Dari hasil penelitian Frick & Möhring (2016) juga diketahui bahwa keterampilan keseimbangan di taman kanak-kanak berdampak positif terhadap keterampilan spasial anak. Selain itu, Weiss (2000) menyatakan bahwa anak-anak harus didorong untuk mengembangkan gaya hidup dengan aktivitas fisik/motorik yang teratur untuk memaksimalkan manfaat kesehatan jangka panjang. Sehingga dengan demikian, suatu metode untuk menantang keterampilan motorik dan mendorong peningkatan aktivitas fisik sangat penting untuk anak-anak sebagai bagian dari gaya hidup sehat (Fitzgerald, Trakarnratanakul, Conroy, Nixon, & Caulfield, 2008). Dalam bermain, anak secara tidak langsung juga melatih keterampilan sosialnya.

2.3.2 Pentingnya Pengembangan Kompetensi Sosial Anak

Dennis & Stockall (2015) menjelaskan bahwa kompetensi sosial adalah hal yang penting untuk penyesuaian dan kesiapan dini anak-anak untuk sekolah. Kompetensi sosial terdiri dari keterampilan yang terkait dengan regulasi diri, efikasi diri, dan hubungan positif dengan orang dewasa dan teman sebaya. Anak-anak membutuhkan kesempatan untuk terlibat dalam interaksi sosial sebagai sarana untuk berlatih dan menyempurnakan strategi sosial mereka. Tahun-tahun pra-sekolah dapat memberikan peluang-peluang untuk pengembangan berbagai macam keterampilan yang penting untuk keberhasilan sekolah jangka panjang.

2.3.3 Pengaruh Penggunaan Papan Keseimbangan

Pujianto dan Darmawan (2018) menjelaskan bahwa penggunaan papan keseimbangan dinilai memiliki dampak positif terhadap kesehatan anak karena ada aktivitas fisik yang dilakukan oleh anak saat memainkannya. Dengan menggunakan mainan papan keseimbangan, anak secara tidak langsung juga aktif melatih kemampuan keseimbangan tubuhnya. Anak yang lebih aktif cenderung memiliki keseimbangan tubuh yang lebih baik daripada anak yang pasif. Selain itu, anak yang lebih sering melakukan

aktivitas fisik memiliki postur badan yang lebih ideal daripada anak yang jarang atau tidak pernah melakukan aktivitas fisik sama sekali

2.3.4 Karakter Mainan dan Permainan yang Menyenangkan

Coates (1989) menyatakan bahwa karakter mainan yang menyenangkan untuk dimainkan antara lain yaitu :

1. Mainan yang ditujukan untuk anak juga harus disukai oleh orang dewasa secara keseluruhan dari produk maupun permainan yang ada di dalamnya. Jika orang dewasa tidak suka, maka dapat dipastikan anak-anak juga tidak akan menyukai mainan tersebut.
2. Mainan atau permainan tidak memerlukan kemampuan khusus untuk dimainkan.

2.4 Tinjauan Material untuk Papan Keseimbangan

Tinjauan material kayu digunakan sebagai referensi pemilihan material kayu yang sesuai dengan hasil studi serta analisis terhadap preferensi konsumen dan pasar. Material kayu tersebut antara lain yaitu :

1. Kayu lapis

Kayu lapis (*plywood*) adalah produk komposit yang terbuat dari lembaran-lembaran papan vinir (*veneer*) yang direkat bersama dengan susunan bersilangan tegak lurus. Papan vinir yang direkatkan biasanya berjumlah ganjil (3, 5, 7 lembar) sehingga sering disebut dengan istilah *triplex* atau *multiplex*. Namun ada sejumlah kayu lapis yang diproduksi dengan jumlah papan vinir yang genap (4 atau 6 lembar) seperti yang dibuat dari jenis *soft wood* (Atase Perdagangan London, 2015). Di pasaran, kayu lapis tersedia dalam satu ukuran lembaran 122 x 220 cm dengan beberapa variasi ketebalan mulai 3 mm hingga 18 mm. Harganya juga bervariasi tergantung pada ketebalan material. Semakin tebal maka semakin tinggi harganya.



Gambar 2.5 Multipleks.
(Sumber : Penulis, 2019)

2. Kayu Jati Belanda (Pinus)



Gambar 2.6. Potongan kayu jati belanda (pinus).
(Sumber : Penulis, 2019)

Termasuk kayu ringan-sedang dengan berat jenis antara 0.46 – 0.70.
Termasuk kedalam kelas kuat II - III dan Kelas awet IV (Majarani, 2006).

Untuk kayu pinus jenis *Pinus merkusii Jungh. et de Vr*, ciri umumnya adalah sebagai berikut :

- Kayu teras berwarna coklat-kuning muda dengan pita dan gambar yang berwarna lebih gelap, kayu yang berdamar berwarna coklat atau coklat tua. Kayu gubal berwarna putih atau kekuning-kuningan, tebal 6-8 cm. Tekstur kayu halus dengan arah serat lurus. Permukaan kayu licin, mengkilap dan berbau *terpentin*. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, 2008).

3. Kayu Meranti

Menurut Martawijaya, Kartasujana, Kosasi, & Prawira (2005) terdapat tiga jenis kayu meranti yang dikenal di Indonesia yaitu kayu meranti kuning, kayu meranti merah dan kayu meranti putih. Perbedaan dari ketiga jenis kayu meranti tersebut disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.4 Perbedaan jenis kayu meranti.

No.	Indikator	Meranti Kuning	Meranti Merah	Meranti Putih
1.	Warna	Cokelat-kuning muda	Variatif dari hampir putih, coklat/merah muda sampai coklat/merah tua	Hampir putih – kuning muda
2.	Tekstur	Sedikit kasar tapi lebih halus daripada meranti merah dan meranti putih.	Kasar merata, lebih kasar dari meranti kuning dan meranti putih.	Sedikit kasar, tapi lebih halus dari mayoritas kayu meranti merah.
3.	Arah serat	Arah serat berpadu tapi tidak terlalu mencolok.	Sedikit berpadu, hampir lurus	Berpadu – sangat berpadu.
4.	Kesan raba	-	Licin atau sedikit licin	Sedikit licin
5.	Kilap	-	Sedikit mengkilap	Sedikit mengkilap – sangat mengkilap

Secara umum, kayu meranti kuning, meranti merah dan meranti putih termasuk dalam kelas kuat II-IV dan keawetan kelas III-V. Massa jenisnya berada pada kisaran 0,4 hingga 0.78.

4. Medium Density Fiberboard (MDF)

MDF adalah panel berbasis kayu yang terdiri dari serat kayu yang disatukan dengan resin di bawah panas dan tekanan. MDF memiliki aplikasi luas untuk

keperluan struktural dan non-struktural (Indrayani, Setyawati, Yoshimura , & Umemura, 2014).



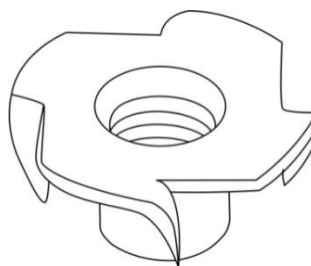
Gambar 2.7. Potongan *medium density fibreboard (MDF)*.
(Sumber : Penulis, 2019)

2.5 Tinjauan Sambungan Kayu

Tinjauan mengenai sambungan kayu digunakan sebagai referensi untuk sambungan part. Berikut ini adalah contoh dari sambungan tersebut :

1. Sambungan menggunakan *tee-nut* (mur T)

Mur T adalah sisipan baja berulir yang bagian bawahnya berbentuk menyerupai cakar masuk ke dalam kayu ketika dikencangkan. Setelah mur T dipasang, baut biasa digunakan untuk menyatukan bagian-bagian terkait (Shaddy, 2017).

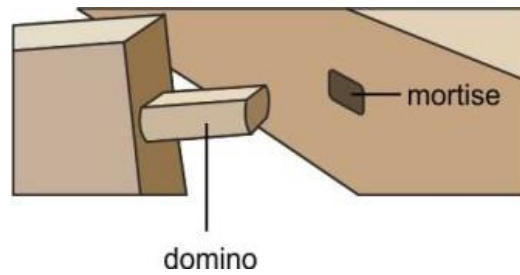


Gambar 2.8. Mur T.
(Sumber : Penulis, 2019)

2. Sambungan menggunakan konektor

a. *Domino joint*

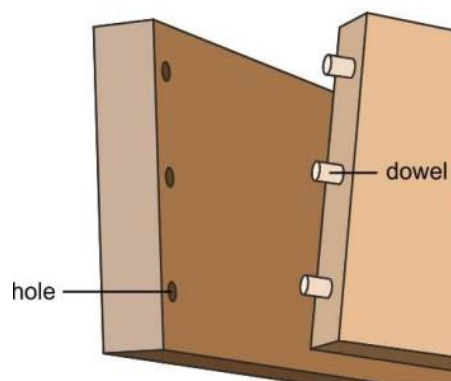
Konektor domino tersedia dalam berbagai ukuran dan panjang untuk digunakan dalam sambungan dengan orientasi yang berbeda (Bridgewater, et al., 2010).



Gambar 2.9. Ilustrasi *domino joint*.
(Sumber : Penulis, 2019)

b. *Dowel joint*

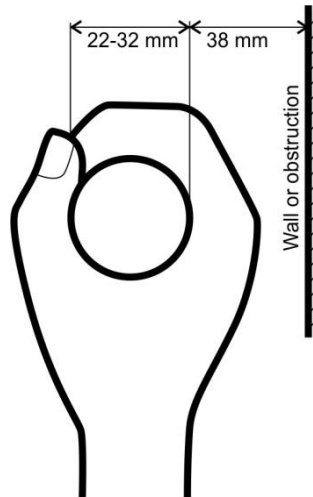
Keuntungan utama dari dowel adalah cepat diproduksi dan dapat memperkuat sambungan sederhana dengan sangat mudah. Dowel dapat digunakan pada hampir semua bagian kayu dan dalam konfigurasi apa pun. Dowel dapat menjadi solusi jika tidak memungkinkan menggunakan sambungan konvensional (Bridgewater, et al., 2010)



Gambar 2.10. Ilustrasi *dowel joint*.
(Sumber : Penulis, 2019)

2.6 Tinjauan Ukuran *Handgrip*

Referensi ukuran *grip* digunakan untuk desain *grip* pegangan tangan anak dan pegangan pada saat memindahkan papan. Dari referensi diketahui bahwa bentuk yang sesuai untuk *handgrip* adalah bentuk yang *rounded* atau silinder dengan diameter 22-32 mm (Tilley, Alvin R, 1993).



Gambar 2.11. Referensi ukuran *handgrip*.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

2.7 Tinjauan Material *Handgrip*

Berdasarkan studi terhadap ukuran *handgrip*, dibutuhkan material dengan bentuk membulat atau silinder dengan diameter 22-32 mm. Dari prasyarat tersebut ada beberapa material yang sesuai antara lain yaitu :

4.1 Pipa aluminium

Pipa aluminium yang ada di pasaran dan sesuai dengan kebutuhan perancangan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.5. Ukuran pipa aluminium.

(Sumber : Era Gemilang (<http://eragemilangonline.com/pipa-aluminium-detail-134033/>))

No.	Diameter luar pipa (mm)	Tebal pipa (mm)	Panjang pipa (mm)
1.	22.23	1.50	6000
2.	25.40	1.50	6000
3.	31.75	3	6000

4.2 Pipa *stainless steel*

Pipa aluminium yang ada di pasaran dan sesuai dengan kebutuhan perancangan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 2.6 : Ukuran pipa *stainless steel*.

(Sumber : PT. Abadi Metal Utama (<https://abadimetalutama.com/tabel-berat-pipa-stainless-steel/>))

No.	Diameter luar pipa (mm)	Tebal pipa (mm)	Panjang pipa (mm)
1.	26.7	1.65	-

2.8 Tinjauan Material *Grip*

2.8.1 *Grip* untuk pijakan kaki

1. Busa EVA bertekstur

Merupakan busa EVA biasa tapi memiliki tekstur pada salah satu sisinya. Ketebalannya bervariasi antara 3-5 mm. Mudah didapat pada toko yang menyediakan perlengkapan pembuatan produk-produk styling seperti tas maupun sepatu.



Gambar 2.12 Busa EVA bertekstur.
(Sumber : Penulis, 2019)

2. Stiker kulit jeruk

Merupakan stiker yang memiliki tekstur dari bahan *vinyl* pada salah satu sisinya. Stiker ini dapat diperoleh di toko yang menyediakan perlengkapan modifikasi kendaraan.



Gambar 2.13 Stiker kulit jeruk warna hitam.
(Sumber : Penulis, 2019)

3. Karpet karet bihun

Disebut bihun karena sisi atas karpet tersebut memiliki tekstur menyerupai bihun. Karpet karet bihun mudah didapat di toko yang menyediakan perlengkapan kebersihan rumah tangga.



Gambar 2.14. Karpet karet bihun.
(Sumber : Penulis, 2019)

4. Griptape

Griptape adalah semacam selotip yang memiliki sisi kasar dengan tekstur menyerupai amplas atau kertas gosok. *Griptape* biasa digunakan pada papan *skateboard* untuk mencegah penggunaanya terpeleset dari papan.



Gambar 2.15. *Griptape*.
(Sumber : Penulis, 2019)

2.8.2 Grip untuk handle

1. Busa EVA silinder dan busa lilitan

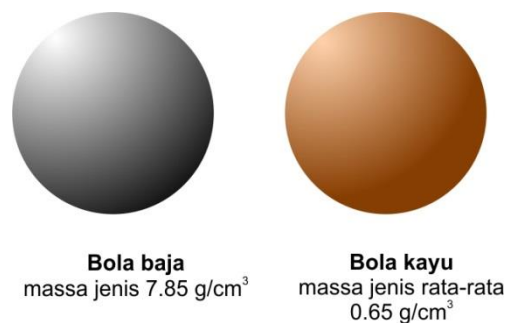
Merupakan sejenis busa EVA yang sering digunakan pada alat-alat olahraga terutama perlengkapan *gym*.



Gambar 2.16. Busa EVA silinder (kanan) dan busa lilitan..
(Sumber : Penulis, 2019)

2.9 Tinjauan Material dan Ukuran Bola Permainan

Pemilihan jenis material dan ukuran bola yang digunakan berkaitan erat dengan hukum fisika yaitu momentum. Besarnya momentum suatu benda tergantung pada massa jenis benda tersebut. Sebagai contoh, bola baja akan memiliki massa yang lebih tinggi daripada bola kayu dengan volume yang sama.



Gambar 2.17. Ilustrasi bola baja dan bola kayu.
(Sumber : Penulis, 2019)

Hal tersebut menyebabkan bola kayu harus memiliki volume sekitar 7-8 kali lebih besar untuk mendapatkan massa yang sama dengan bola baja.

Prinsip momentum yang bekerja juga menyebabkan bola baja cenderung meluncur lebih cepat dibandingkan bola kayu dengan volume yang sama. Sebagai akibatnya, bola baja juga cenderung lambat untuk berhenti.

Adapun jenis bola kecil yang dapat digunakan dan mudah ditemukan di pasaran antara lain yaitu :

1. Kelereng

Kelereng pada umumnya terbuat dari kaca. Ukurannya bervariasi yaitu ukuran kecil (diameter 1 cm), sedang (diameter 1.5 cm) dan besar (diameter 2 cm). Kelereng termasuk mainan yang peredarannya cukup banyak sehingga mudah didapatkan di toko-toko mainan.

2. Bola pelor (gotri)

Bola pelor umumnya terbuat dari material besi atau *stainless steel*. Bola ini mudah didapatkan di toko bangunan maupun perkakas mesin.

3. Bola kayu

Bola kayu cukup jarang peredarannya sehingga cukup sulit didapatkan. Beberapa jenis bola kayu dapat ditemui di toko yang menyediakan peralatan seni. Material yang sering digunakan adalah kayu pinus. Diameternya mayoritas berkisar antara 2.5 cm hingga 3 cm.

4. Bola karet

Bola karet yang umumnya digunakan anak-anak adalah bola bekel. Bola jenis tersebut biasa dijual satu set dengan biji permainan bekel. Bola bekel memiliki ukuran bervariasi mulai dari yang kecil (diameter 2.5 cm), sedang (diameter 3 cm) hingga yang besar (diameter 3.5 cm).

Dari referensi produk mainan papan keseimbangan, mayoritas menggunakan bola kayu dengan diameter 2.5 – 3 cm.

2.10 Standar Mainan untuk Anak

Tinjauan tentang standar mainan anak dimaksudkan supaya terdapat acuan yang baku dalam proses desain mainan anak. Mainan anak harus memenuhi suatu standar tertentu supaya dapat dijual dan digunakan oleh anak-anak secara aman. Terkait dengan keamanan, keselamatan dan kesehatan mainan, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang disusun melalui adopsi secara identik standar internasional ISO seri 8124 yang terdiri dari empat bagian.

Berdasarkan Badan Standardisasi Nasional (2012) standar itu meliputi:

1. SNI ISO 8124-1:2010, Keamanan Mainan – Bagian 1: Aspek keamanan yang berhubungan dengan sifat fisis dan mekanis.

2. SNI ISO 8124-2:2010, Keamanan Mainan – Bagian 2: Sifat mudah terbakar.
3. SNI ISO 8124-3:2010, Keamanan Mainan – Bagian 3: Migrasi unsur tertentu.
4. SNI ISO 8124-4:2010, Keamanan Mainan – Bagian 4: Ayunan, seluncuran dan mainan aktivitas sejenis untuk pemakaian di dalam dan di luar lingkungan tempat tinggal. Persyaratan dalam SNI tersebut berlaku untuk semua mainan anak.

Yang dimaksud dengan mainan anak adalah suatu barang atau bahan yang dirancang, atau secara jelas dimaksudkan, untuk digunakan dalam bermain oleh anak-anak kelompok usia di bawah 14 tahun. (SNI ISO 8124-1:2010)

Secara umum dalam SNI terdapat beberapa unsur dari mainan anak yang harus diperhatikan antara lain yaitu :

1. Label

Keberadaan label pada suatu mainan berfungsi sebagai informasi dan pedoman bagi orang tua dalam memilih mainan yang sesuai dengan kondisi dan usia anak.

2. Tanda Standar

Produk mainan yang memiliki tanda standar telah memiliki jaminan keamanan dan keselamatan yang dikukuhkan dengan sertifikasi dari lembaga pengujian yang berwenang.

3. Ukuran mainan

Ukuran besar atau kecilnya mainan beserta komponennya sangat berpengaruh pada keamanan anak sebagai penggunaannya. Untuk anak dibawah 3 tahun diusahakan untuk tidak diberikan mainan yang mengandung komponen kecil yang mudah terlepas dan tertelan. Jika memang diperlukan penggunaan komponen berukuran kecil, diusahakan komponen tersebut terpasang dengan kuat dan tidak mudah terlepas karena suatu tarikan atau gaya yang lain.

4. Bentuk mainan

Bentuk mainan yang memiliki sudut atau sisi yang tajam harus dihindari supaya anak tidak terluka oleh karena mainannya sendiri. Untuk jenis mainan yang berwarna-warni, perlu diperhatikan isi dari label yang mencantumkan keterangan bahwa warna yang digunakan bebas logam timah dan tidak beracun (non-toxic).

5. Material mainan

Penggunaan material logam untuk mainan anak usia dibawah 3 tahun sebisa mungkin dihindari. Kemungkinan cat terkelupas maupun karat yang menempel pada material logam dapat menimbulkan keracunan pada anak. Demikian juga dengan penggunaan material plastik tipis mudah pecah menjadi serpihan kecil dan tajam yang dapat melukai anak sebaiknya juga dihindari.

6. Bagian mekanis mainan

Bagian mekanis mainan perlu mendapat perhatian. Unsur mekanis mainan biasanya berupa engsel, lipatan, tuas, tali, karet dan sebagainya. Unsur mekanis mainan ini dapat membahayakan anak. Harus dipastikan bahwa bagian-bagian mainan itu tidak membahayakan anak saat difungsikan.

7. Mainan bersuara

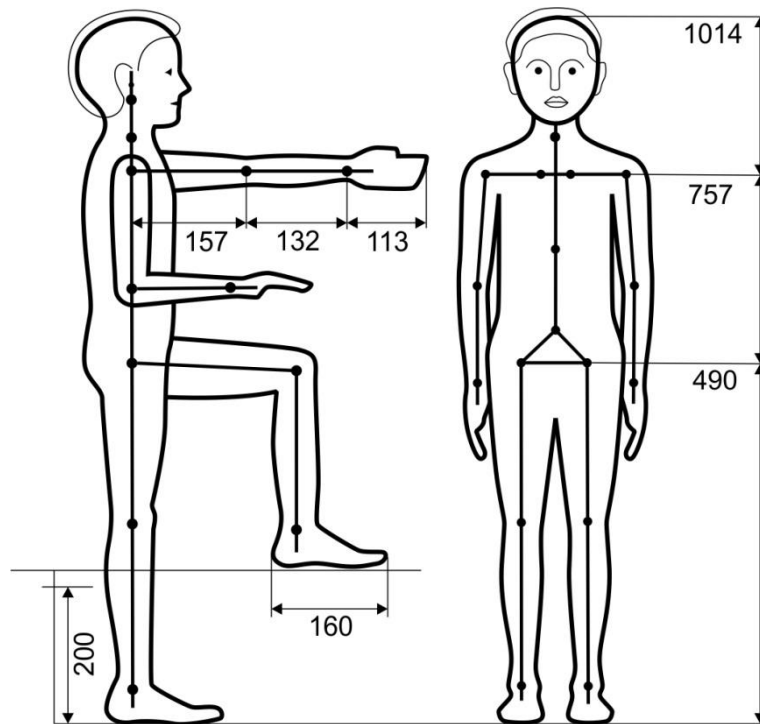
Harus dipastikan mainan tidak mengeluarkan bunyi yang terlalu keras untuk telinga anak. Mainan bersuara (misalnya kerincingan dan mainan musik) bisa menghasilkan suara bising sekeras suara klakson mobil, apabila dibunyikan di dekat telinga anak. Suara yang dihasilkan mainan tersebut dapat menyebabkan kerusakan pendengaran.

Selain itu harus selalu diupayakan supaya mainan yang diproduksi dan diedarkan di masyarakat mengandung unsur permainan dan edukasi untuk anak.

2.11 Antropometri Anak Usia TK (4-6 tahun)

Pemahaman tentang dimensi dan kemampuan tubuh populasi calon pengguna potensial dapat membantu insinyur dalam menciptakan artefak, tugas, dan lingkungan yang memenuhi unsur kecocokan, keamanan, dan metrik kinerja lain (Garneau & Parkinson, 2009). Ukuran antropometri yang digunakan

adalah perpaduan antara usia 4-6 tahun. Tujuannya supaya dimensi mainan secara keseluruhan dapat mengakomodasi dimensi tubuh pengguna secara umum. Penggunaan antropometri pada anak disajikan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.18. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 4 tahun.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

2.12 Desain Acuan

Desain untuk acuan perancangan produk papan keseimbangan di taman kanak-kanak (TK) digunakan sebagai referensi utama untuk aspek teknis maupun sistem permainannya. Dari berbagai referensi produk di pasaran, produk yang sesuai dengan tujuan perancangan dan menjadi acuan utama adalah *Balancescheibe Gross* (lihat gambar 1.4 dan gambar 1.5). Alasan yang mendasari pemilihan tersebut adalah karena *Balancescheibe Gross* dapat dimainkan 4 orang, memiliki kombinasi permainan dan material yang mudah didapat.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Judul Perancangan

- Mainan papan keseimbangan

Mainan papan keseimbangan pada dasarnya adalah mainan yang menggunakan sebuah papan dengan sebuah titik tumpu dibawahnya. Cara memainkannya adalah dengan menaiki papan tersebut dan selanjutnya berusaha untuk menjaga keseimbangan badan supaya tidak terjatuh.

- Stimulasi

Penggunaan produk mainan papan keseimbangan untuk merangsang bagian tubuh atau reseptor lain supaya menjadi aktif.

- Gerak Motorik Kasar

Keterampilan motorik kasar adalah segala tindakan yang memanfaatkan otot lengan, kaki, dan anggota gerak lain untuk menggerakkan tubuh atau berpindah posisi (Puji, 2019).

- Interaksi Sosial

Penggunaan produk mainan papan keseimbangan untuk menumbuhkan hubungan sosial terutama pada aspek kerjasama pada anak TK.

- Di Taman Kanak-kanak

Penggunaan produk mainan papan keseimbangan untuk di dalam area TK terutama di dalam ruangan.

3.2 Subyek dan Obyek Perancangan

- Subyek Perancangan

Yang menjadi subyek perancangan adalah mainan papan keseimbangan dengan sistem gerak *wobble*.

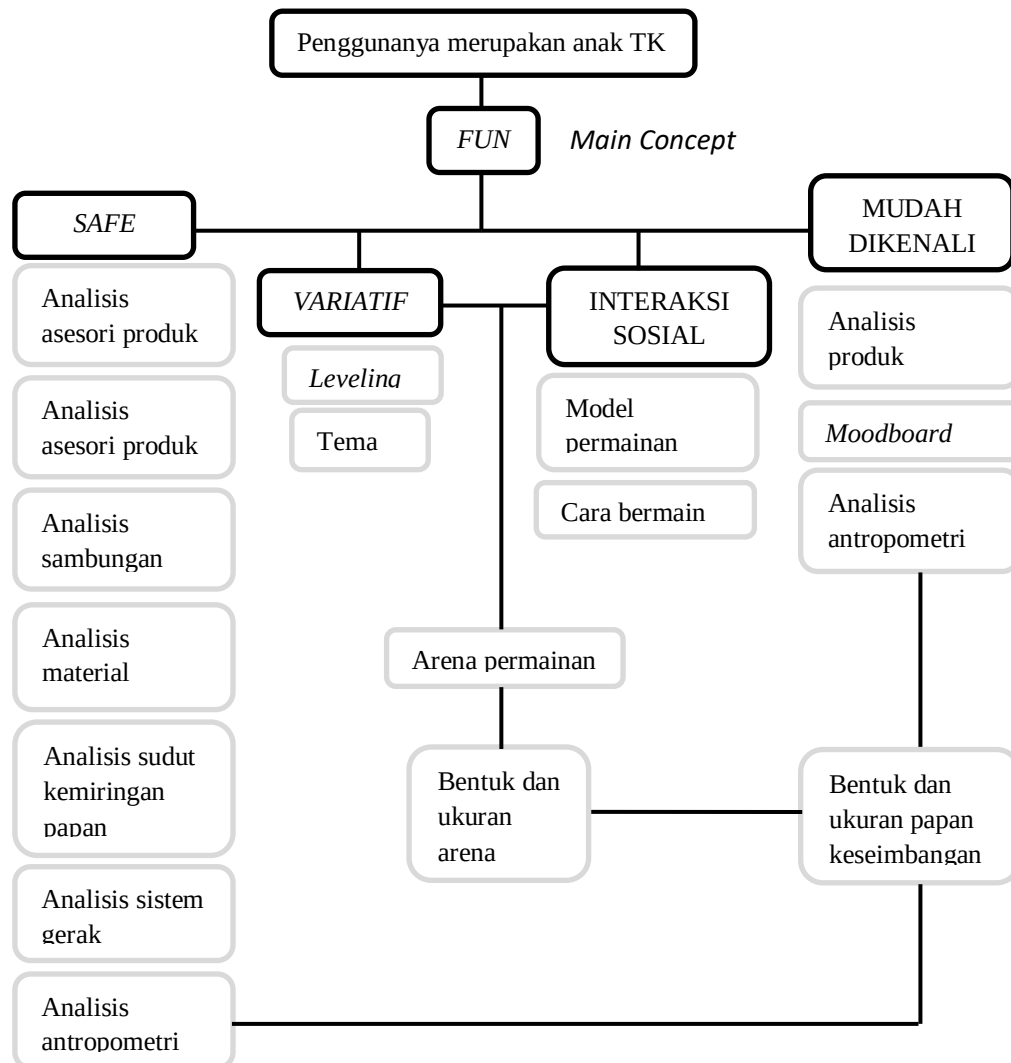
- Obyek Perancangan

Terdapat beberapa bagian dari mainan papan keseimbangan yang menjadi obyek perancangan yaitu :

1. Fitur keamanan
2. Arena permainan
3. Bentuk

3.3 Kerangka Analisis Konsep

Kerangka analisis konsep digunakan sebagai panduan supaya setiap analisis yang dilakukan sesuai dengan konsep dan tujuan perancangan.

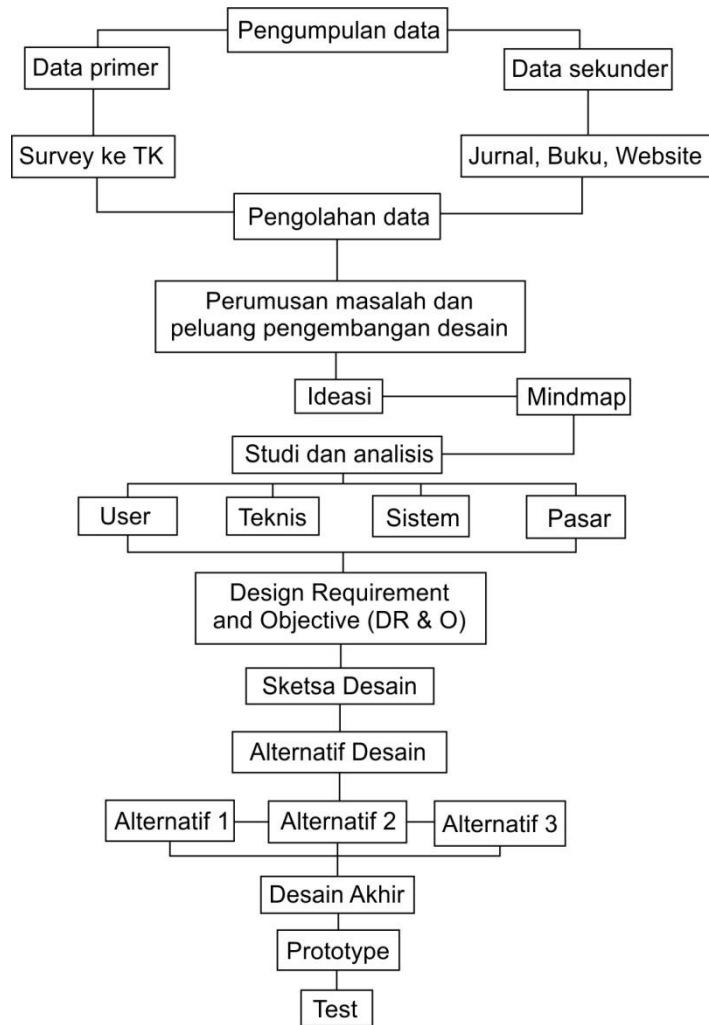


Gambar 3.1. Kerangka analisis konsep perancangan mainan papan keseimbangan untuk anak TK.

(Sumber : Penulis, 2019)

3.4 Skema Penelitian

Dalam proses desain mainan papan keseimbangan untuk anak TK, dibuat suatu skema penelitian supaya seluruh proses dapat berjalan dengan baik dan terstruktur.



Gambar 3.2. Skema penelitian.
(Sumber : Penulis, 2019)

Skema di atas dijelaskan sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer didapat penulis dengan cara melakukan survey di Taman Kanak-kanak (TK). Data primer yang dihimpun berkaitan erat dengan beberapa hal berkaitan dengan calon pengguna seperti aktivitas dan karakter pada kehidupan sehari-hari. Sedangkan data sekunder didapat dari beberapa buku, jurnal maupun artikel pada media massa dan *website* yang berkaitan dengan mainan papan keseimbangan. Data sekunder ini bertujuan untuk menunjang data primer serta konsep perancangan yang akan dilakukan.

2. Pengolahan Data

Data primer dan sekunder kemudian diolah supaya dapat mendukung pernyataan satu sama lain. Data yang diperoleh juga digunakan sebagai referensi dalam perumusan masalah.

3. Perumusan masalah

Permasalahan dirumuskan dengan menghubungkan fakta pada data primer dan sekunder.

4. Ideasi

Ideasi dilakukan dengan membuat semacam *mindmap* untuk membantu proses pencarian ide pemecahan masalah.

5. Studi dan Analisis

Studi dan analisis berikut indikator yang digunakan harus disesuaikan dengan fokus tujuan penelitian. Tujuannya supaya proses studi dan analisis dapat dilakukan dengan efektif.

6. Sketsa Desain dan Alternatif Desain

Sketsa desain dibuat berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa dari sketsa desain selanjutnya akan dipilih untuk dijadikan alternatif desain. Jika memungkinkan, alternatif desain dapat dibuat dalam 3D model maupun *mockup* terskala.

7. Desain Akhir

Desain akhir didapatkan dengan melakukan analisis menggunakan beberapa parameter terhadap alternatif desain yang sudah dimunculkan

3.5 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini didapat dengan dua metode yaitu :

3.5.1 Studi Literatur

Data dari studi literatur meliputi beberapa hal yang relevan dengan tujuan penelitian. Beberapa hal tersebut antara lain seperti jenis mainan papan keseimbangan, material untuk papan, standar untuk mainan anak serta antropometri anak. Tujuan disertakannya hal-hal tersebut adalah supaya ada referensi serta panduan dalam pengambilan keputusan dan proses desain.

Dalam studi literatur, disertakan pula beberapa referensi produk untuk melatih keterampilan keseimbangan anak di taman kanak-kanak (TK) yang kemudian dilakukan *benchmarking* terhadap produk-produk tersebut. Tujuan dilakukan *benchmarking* adalah untuk mengetahui perbandingan produk mainan yang satu dengan produk mainan yang lain. Benchmark tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan beberapa parameter yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

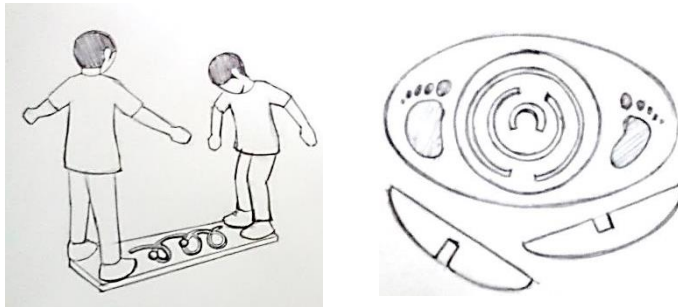
3.5.2 Studi Observasi

Studi observasi dilakukan untuk mendapatkan data primer berupa informasi tentang beberapa hal yang berkaitan dengan proses desain mainan papan keseimbangan. Beberapa hal tersebut antara lain berkaitan dengan keseharian anak, proses produksi mainan, dan metode penjualan produk mainan. Untuk memenuhi hal tersebut, studi observasi dilakukan di beberapa tempat seperti lingkungan bermain anak-anak (taman kanak-kanak/playgroup) dan UKM / perusahaan mainan untuk anak.

Tabel 3.1. Detail proses survey

1.	Tanggal	1 – 3 Agustus 2019
2.	Lokasi	TK Citra Taruna Surabaya Jl. Klampis Semalang VI/45, Surabaya
3.	Tujuan	- Survey terkait mainan papan keseimbangan untuk anak TK
4.	Pihak terkait	- Kepala TK Citra Taruna Surabaya, Ibu Nur - Wakil Kepala TK Citra Taruna Surabaya, Ibu Wulan - Guru pendamping : Ibu In, Ibu Alia, Sdri. Hanifah - Murid TK Citra Taruna Surabaya
5.	Aktivitas yang dilakukan	- Mengamati kegiatan belajar dan bermain anak TK. - Mengadakan sesi khusus untuk uji model mainan papan keseimbangan. - Interview tentang kebijakan pembelian mainan edukasi.
6.	Data yang dihimpun	- Alur kegiatan pembelajaran di TK - Aktivitas bermain anak TK - Karakter anak TK - Pengujian model mainan papan keseimbangan - Kultur budaya pendidikan di TK - Tata letak dan dimensi kelas yang digunakan untuk kegiatan pembelajaran - Kebijakan pembelian alat peraga edukasi
7.	Bentuk dokumentasi	- Catatan tertulis, foto dan video.

Dalam observasi digunakan sebuah model mainan yang sudah dimodifikasi sesuai dengan referensi pada studi pustaka. Adapun konsep modifikasi tersebut dijabarkan sebagai berikut :



Gambar 3.3. Mainan *balance board* dan *marble maze* yang dimodifikasi
(A) *Erzi Balancing Board Game*, (B) *Foot wooden bead game*.
(Sumber : Penulis, 2019)



Game smartphone Android sebagai representasi arena permainan

Mainan papan keseimbangan

Karpet sebagai bantalan supaya produk tidak berbunyi dan tidak berpindah tempat.

Gambar 3.4. Eksperimen hasil modifikasi mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)

Penggunaan model mainan papan keseimbangan bertujuan untuk mengetahui gerak dan perilaku anak saat memainkan papan tersebut. Sehingga kemudian didapatkan data yang selanjutnya digunakan dalam proses desain mainan papan keseimbangan untuk anak TK. Sedangkan teknik observasi yang digunakan adalah teknik *shadowing*. Teknik *shadowing* adalah suatu teknik pengumpulan data yang mengharuskan seorang peneliti mengikuti subjek

dengan cermat selama suatu periode waktu tertentu untuk menyelidiki apa yang sebenarnya dilakukan orang dalam kehidupan sehari-hari mereka (Quinlan, 2008). Selain itu juga dilakukan interview terhadap perwakilan pihak TK untuk mengetahui preferensi konsumen terhadap mainan papan keseimbangan. Survey yang sudah dilakukan dijabarkan sebagai berikut :

- **Survey Hari Pertama**

Hari/tanggal : Kamis, 1 Agustus 2019

Agenda : Survey agenda pembelajaran anak di TK B selama satu hari.

Dari hasil observasi pada hari didapatkan aktivitas anak TK B adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2. Aktivitas hari pertama survey

No.	Waktu	Aktivitas
1.	09.30-09.45	Persiapan masuk kelas (berbaris)
2.	09.45-09.50	Berdoa
3.	09.50-09.52	Menghafal Pancasila
4.	09.52-09.58	Menyanyi lagu Nasional
5.	09.58-10.14	Masuk materi pembelajaran
6.	10.14-10.48	Mewarnai gambar
7.	10.48-11.25	Istirahat
8.	11.25-11.56	Masuk kelas (lanjut aktivitas menggambar)
9.	11.56	Kelas selesai (berdoa lalu pulang)

TK B terdiri dari 28 murid dengan rincian 18 murid laki-laki dan 10 murid perempuan.



Gambar 3.5. Suasana pembelajaran di TK Citra Taruna Surabaya.
(Sumber : Penulis, 2019)

- **Survey Hari Kedua**

Hari/tanggal : Jumat, 2 Agustus 2019

Agenda : Interview dan pengamatan aktivitas anak.

A. Interview

Kegiatan interview dilakukan bersama Wakil Kepala TK, Ibu Wulan. Topik yang dibahas adalah terkait dengan mainan papan keseimbangan untuk stimulasi gerak motorik kasar pada anak dan kebijakan pengadaannya. Berikut merupakan poin-poin yang didapatkan dari interview tersebut :

- Mainan papan keseimbangan diupayakan untuk memiliki bobot yang ringan.
- Ibu Wulan menyarankan supaya mainan papan keseimbangan memiliki bentuk, motif dan warna yang familier dengan produk berbasis keseimbangan seperti papan *skateboard* dan papan selancar.
- Perlu fitur pegangan tangan untuk mengakomodasi anak yang kemampuan keseimbangan dan motorik kasarnya belum bagus.

- Untuk jenis mainan yang baru (jarang digunakan di TK), disarankan untuk dilakukan sosialisasi maupun demo mainan terlebih dahulu supaya pengguna dapat menggunakan mainan tersebut sebagaimana fungsinya.
- Dalam mengambil kebijakan mengenai pembelian mainan maupun alat peraga pendidikan (APE), pihak TK Citra Taruna Surabaya terlebih dahulu harus memastikan produk tersebut memiliki bentuk yang menarik dan menyesuaikan ketersediaan anggaran.

B. Pengamatan Terhadap Agenda Pembelajaran TK B

Pada hari Jumat, pembelajaran kelas TK A dan TK B digabungkan menjadi satu. Menurut Kepala TK Citra Taruna Surabaya, Ibu Nur, penggabungan pembelajaran tersebut bertujuan supaya terjadi sosialisasi antara murid TK A dengan TK B. Pembelajaran berlangsung mulai jam 07.30-09.30 WIB. Khusus untuk TK B, kelas dilanjutkan dengan materi tambahan sebagai persiapan untuk naik ke jenjang sekolah dasar (SD). Untuk pakaian pada hari Jumat adalah pakaian olahraga.

• **Survey Hari Ketiga**

Hari/tanggal : Sabtu, 3 Agustus 2019

Agenda : Uji coba model mainan papan keseimbangan

Uji coba dilakukan bersamaan dengan sesi olahraga. Sesi untuk TK B dipisah untuk digunakan sebagai sesi uji coba model mainan keseimbangan. Sesi tersebut diikuti oleh 27 murid dengan rincian 17 murid laki-laki dan 10 murid perempuan. Dalam prosesnya, uji coba dilakukan dengan penggunaan *game* pada *smartphone* yang diletakkan pada bagian atas papan keseimbangan sebagai representasi arena permainan.



Gambar 3.6. Proses uji coba mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)

Selanjutnya, anak satu persatu diminta untuk memainkan permainan/game di *smartphone* dengan cara menggoyangkan tubuhnya di atas papan permainan. Dari uji coba tersebut, dikumpulkan data tentang gambaran awal kemampuan keseimbangan anak saat memainkan mainan papan keseimbangan. Pengumpulan data didasarkan pada dua indikator yaitu kemauan anak untuk mencoba hal baru dan kemampuan anak saat pertama kali memainkan mainan papan keseimbangan.

Berikut ini merupakan data hasil uji coba mainan untuk kelas TK B di TK Citra Taruna Surabaya :

Indikator 1 (kemauan anak mencoba hal baru)

Tabel 3.3. Penilaian kemampuan anak berdasarkan indikator 1

No.	Jenis kelamin	Jumlah anak		
		Antusias	Ragu	Takut
1.	Laki-laki	8	4	4
2.	Perempuan	6	2	2

Indikator 2 (kemampuan anak saat pertama kali memainkan papan keseimbangan)

Tabel 3.4. Penilaian kemampuan anak berdasarkan indikator 2

No.	Jenis kelamin	Jumlah anak		
		Bisa, mudah	Bisa, cukup	Bisa, sulit
1.	Laki-laki	12	4	0
2.	Perempuan	3	4	3

Dari uji coba tersebut tercatat satu peserta tidak ingin mencoba mainan sama sekali.

(Halaman dikosongkan)

BAB IV

STUDI DAN ANALISIS

4.1 Analisis Konsumen

Analisis pasar menggunakan prinsip segmentasi pasar. Prinsip tersebut menekankan pada berbagai macam variabel yang berhubungan dengan daya beli konsumen. Dalam penelitian ini, konsumen yang dimaksud adalah pihak pengurus dan manajemen taman kanak-kanak (TK). Berdasarkan hasil survey yang sudah dilakukan, analisisnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Analisis target *buyer* (pembeli).

No.	Variabel	Keterangan
1.	Demografi Institusi	
	a. Usia guru	25-60 tahun
	b. Gender guru	Perempuan (mayoritas)
	c. Tugas pokok	Pendidikan taman kanak-kanak (TK)
	d. Anggaran Alat Peraga Edukasi (APE)	Untuk mainan fisik rata-rata Rp 1.500.000 - Rp 3.000.000 tiap tahun ajaran baru.
2.	Psikografi	
	a. Karakteristik lingkungan	Sederhana
	b. Karakteristik pembelajaran	Antusias, menyenangkan
	c. Respon terhadap hal baru	Baik
3.	Geografi	
	a. Lingkungan	Perkotaan
	b. Iklim	Tropis

Sementara itu untuk pengguna (*end-user*) merupakan anak-anak TK. Data yang digunakan untuk analisis adalah data survey tentang aktivitas olahraga dan karakter bermain anak saat berada di TK. Bentuk analisis *end-user* adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Analisis target *end-user*.

No.	Variabel	Keterangan
1.	Demografi	
	a. Usia anak	4-6 tahun
	b. Gender	<i>Unisex</i> (laki-laki dan perempuan)
2.	Psikografi	
	Respon terhadap hal baru	Antusias
3.	Geografi	
	Lingkungan	Perkotaan
	Iklim	Tropis
4.	Aktivitas	Bermain, belajar, olahraga
5.	Intensitas olahraga	Satu kali dalam seminggu
6.	Kemampuan keseimbangan	Baik

Dari analisis tersebut dapat diketahui beberapa hal yaitu :

1. Preferensi konsumen (*buyer*). Konsumen yang dimaksud adalah orang/pihak yang membeli produk mainan papan keseimbangan dalam hal ini pihak manajemen taman kanak-kanak (TK). Dari analisis tersebut diketahui bahwa manajemen TK mayoritas terdiri dari guru yang berjenis kelamin perempuan dengan rentang usia 25-60 tahun. Lingkungan TK tergolong sederhana dengan suasana yang menyenangkan dan nuansa khas perkotaan di Indonesia. Sementara itu daya beli manajemen TK untuk pembelian mainan peraga edukasi rata-rata Rp 1.500.000 – Rp 3.000.000. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa preferensi konsumen mempengaruhi konsep dan perencanaan pembuatan mainan papan keseimbangan supaya dapat disesuaikan dengan kondisi dan daya beli konsumen.
2. Preferensi *end-user* (pengguna). Pengguna merupakan anak-anak TK yang masih berusia 4-6 tahun. Pada saat survey digunakan sampel TK B supaya data setiap pengukuran juga dapat mengakomodasi pengguna lain yaitu TK A. Dari hasil analisis diketahui bahwa murid TK terdiri dari murid berjenis kelamin laki-laki dan perempuan. Aktivitas yang dilakukan murid TK antara lain yaitu bermain, belajar dan berolahraga. Khusus untuk aktivitas olahraga dilakukan seminggu sekali. Lingkungan TK tempat anak-anak

belajar mempunyai karakter yang sama dengan guru TK. Perbedaan terletak pada karakter respon terhadap hal baru dan kaitannya dengan teknologi. Anak-anak TK diketahui memiliki antusiasme lebih tinggi terhadap hal tersebut dibandingkan guru-guru mereka. Dengan demikian, jika dikaitkan dengan perancangan desain mainan papan keseimbangan maka preferensi pengguna akan mempengaruhi penggunaan material, bentuk dan fitur produk.

4.2 Persona

Persona merupakan representasi fiktif, spesifik dan konkrit dari *target user* (Pruitt & Adlin, 2006). Persona *end-user* produk mainan keseimbangan yaitu anak-anak TK. Data yang digunakan untuk menyusun persona adalah data hasil uji coba model mainan keseimbangan dan data peneliti selama survey berlangsung. Berikut ini disajikan persona untuk anak TK, laki-laki dan perempuan.

Tabel 4.3 : Persona

Raka, 6 tahun, murid TK	
 Gambar 4.1. Ilustrasi anak TK. Sumber : Penulis.	Demografi - Tinggal dan belajar di Kota Surabaya. - Tinggal bersama orang tuanya.
	Uraian - Raka pergi untuk belajar di TK setiap hari Senin-Sabtu. Dia berangkat diantar orang tuanya. Saat pulang dia berjalan kaki bersama teman-temannya. - Di sekolah Raka sering bermain kejar-kejaran bersama teman-temannya yang lain. - Raka memiliki kepercayaan diri yang tinggi saat mencari maupun menjumpai hal baru. Hal tersebut membuatnya menjadi sangat aktif dan bersemangat saat bermain bersama teman-temannya.

Dari persona tersebut diketahui ada kesamaan dalam hal besarnya semangat untuk mencoba dan mengetahui hal baru. Kesimpulan dari persona tersebut adalah bahwa anak TK sangat bersemangat dalam mengeksplorasi hal baru melalui aktivitas bermain.

4.3 Analisis Produk Kompetitor dan Peluang Pemasaran

Analisis ini dibuat berdasarkan data benchmark produk mainan papan keseimbangan pada tinjauan pustaka. Proses analisis diawali dengan perumusan beberapa parameter penilaian. Parameter tersebut berkaitan dengan kebutuhan perancangan mainan yang dapat menstimulasi aktivitas fisik-motorik anak. Di bawah ini merupakan parameter untuk mainan papan keseimbangan beserta dasar argumentasi berikut dengan metode *scoring* :

1. Variasi permainan pada papan keseimbangan.

Suatu metode untuk menantang keterampilan motorik dan mendorong peningkatan aktivitas fisik sangat penting untuk anak-anak sebagai bagian dari gaya hidup sehat (Fitzgerald et.al, 2008). Setiap produk mainan anak harus mempunyai unsur tantangan saat dimainkan. Tantangan yang diberikan juga harus dibuat bervariasi untuk meminimalisir rasa bosan yang timbul saat bermain. Skala penilaian yang digunakan 1-5. 1= kurang sekali, 2=kurang, 3=cukup, 4=baik, 5=baik sekali. Semakin banyak variasi permainan semakin baik.

2. Unsur keamanan (safety)

Mainan anak harus memenuhi suatu standar supaya dapat dijual dan aman digunakan oleh anak-anak. Terkait dengan keamanan, keselamatan dan kesehatan mainan, pemerintah melalui Badan Standarisasi Nasional (BSN) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang disusun melalui adopsi secara identik standar internasional ISO seri 8124 (BSN, 2012). Skala penilaian yang digunakan 1-5. 1= kurang sekali, 2=kurang, 3=cukup, 4=baik, 5=baik sekali.

3. Jumlah pemain

Jumlah pemain yang dapat diakomodasi harus lebih dari satu orang supaya dapat terjadi interaksi dan kontak sosial antar pemain. Skala penilaian yang digunakan 1-5. 1= kurang sekali, 2=kurang, 3=cukup, 4=baik, 5=baik sekali. Ketentuan penilaiannya semakin banyak pemain yang dapat diakomodasi semakin baik.

4. Dimensi produk

Dari hasil survey diketahui bahwa ruang kelas juga digunakan sebagai arena bermain. Imbasnya ruang penyimpanan mainan menjadi terbatas. Sehingga dibutuhkan mainan papan keseimbangan dengan ukuran yang kompak. Skala penilaian yang digunakan 1-5. 1= kurang sekali, 2=kurang, 3=cukup, 4=baik, 5=baik sekali. Ketentuan penilaiannya semakin kecil dan kompak dimensinya semakin baik nilainya.

5. Berat produk

Mainan papan keseimbangan pasti akan dipindahkan ke setelah selesai digunakan. Sehingga memerlukan bobot yang tidak terlalu berat supaya mudah dipindahkan. Skala penilaian yang digunakan 1-5. 1= kurang sekali, 2=kurang, 3=cukup, 4=baik, 5=baik sekali. Ketentuan penilaiannya semakin ringan semakin baik nilainya.

6. Ketersediaan produk di Indonesia

Produk mainan papan keseimbangan akan digunakan di Indonesia. Sehingga harus dipastikan ketersediaannya di pasaran Indonesia.

7. Kemungkinan pengerjaan oleh UMKM

UMKM mempunyai peran penting dan strategis dalam pembangunan ekonomi nasional (LPPI & BI, 2015). Dalam memproduksi mainan material yang sering digunakan adalah material yang bersifat natural dan mudah didapatkan seperti kayu dan olahannya.

8. Harga produk.

Harga produk merupakan hal yang harus diperhatikan dengan seksama. Harga produk mainan berkaitan dengan besaran dimensi, berat dan material yang digunakan pada produk mainan anak. Penggunaan material yang berkualitas secara otomatis akan membuat harga jual dan produksi menjadi lebih tinggi. Selain itu, harga juga akan menentukan sasaran/target pembeli serta peluang penjualan dari suatu produk mainan.

Dari indikator tersebut kemudian dibuat tabel perbandingan tiap produk mainan papan keseimbangan yang ada di benchmark pada bab tinjauan pustaka. Khusus untuk indikator nomor 6,7 dan 8 akan dibuat analisis tersendiri karena tidak dapat disamakan cara penilaiannya dengan indikator lain. Berikut ini merupakan tabel perbandingan tersebut :

Tabel 4.4. Penilaian pada mainan papan keseimbangan yang ada di pasaran (1).

No.	Parameter	<i>Sensory Integasi Balance Board</i>	<i>Erzi Balance Board Maxi Disc</i>	<i>Balance scheibe Gross</i>	<i>Tai Chi Balance Board L</i>	<i>Dusima Balance Board</i>
1.	Variasi permainan	1	1	5	3	1
2.	<i>Safety</i>	2	4	4	4	4
3.	Jumlah pemain	1	4	4	2	2
4.	Dimensi	4	1	1	3	3
5.	Berat	2	1	1	4	2

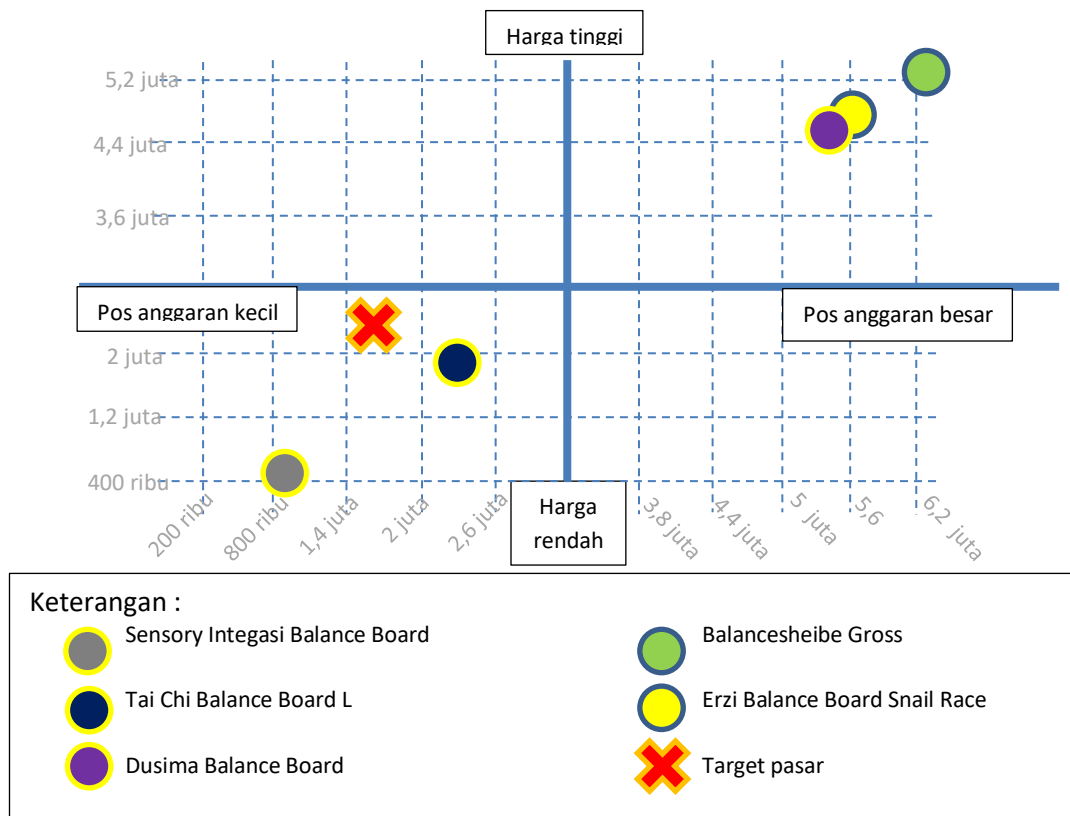
Dari masing-masing tabel tersebut dapat diketahui bahwa untuk variasi permainan, produk *Balancescheibe Gross* dan *Tai Chi Balance Board L* memperoleh nilai yang lebih tinggi dari produk lainnya. Sedangkan jika ditinjau dari sisi *safety*, mayoritas produk memiliki nilai yang baik karena sudah dijual di pasar internasional dan dapat dibeli di *marketplace* terkemuka seperti *Amazon.com* dan *Alibaba.com*. Untuk jumlah pemain, produk yang mendapat nilai baik adalah *Erzi Balance Board Maxi Disc* dan *Balancescheibe Gross*. Produk tersebut dapat mengakomodasi 4 pemain. Kesimpulan yang didapat adalah untuk variasi dan jumlah pemain yang menjadi rujukan adalah produk *Balancescheibe Gross*.

Perihal ketersediaan produk, mainan papan keseimbangan dapat dikategorikan mainan yang kurang populer di Indonesia. Hal tersebut tampak dari *benchmark* yang memperlihatkan mayoritas produk berasal dari luar negeri. Jika konsumen ingin produk tersebut maka harus didatangkan dari luar negeri yang tentunya akan menambah biaya konsumen. Ditambah dengan adanya pajak impor barang dari luar negeri, mainan papan keseimbangan yang semula harganya sudah termasuk tinggi akan lebih tinggi lagi harganya jika sudah masuk ke Indonesia. Hal inilah yang menjadi peluang untuk produksi mainan papan keseimbangan dengan harga yang lebih rendah karena produksi dilakukan di dalam negeri. Untuk kemungkinan produksi oleh UMKM, produk yang dapat dijadikan referensi adalah produk yang menggunakan material seperti kayu dan olahannya. Sementara itu penggunaan material plastik masih

belum dapat dilakukan oleh UMKM karena biaya sarana dan infrastruktur yang tinggi. Di Indonesia peluang UMKM sangat besar sehingga material yang digunakan adalah kayu maupun olahannya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pengembangan produk mainan papan keseimbangan di Indonesia memiliki peluang pasar yang cukup besar dan prospektif.

4.4 Positioning Produk

Posisi produk yang dirancang terhadap produk kompetitor disusun berdasarkan matriks tegak lurus antara harga dan segmentasi pasar. Data produk yang digunakan adalah data *benchmark* yang tertera pada tinjauan pustaka. Sementara itu, segmentasi pasar akan menggunakan rentang daya beli TK berdasarkan pos anggaran untuk sarana dan prasarana.



Gambar 4.2 *Positioning* produk.
(Sumber : Penulis, 2019)

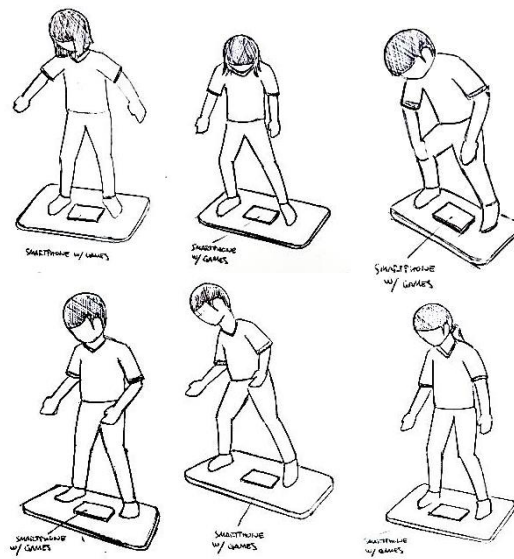
Dari *positioning* tersebut diketahui bahwa produk perancangan akan mengisi celah pasar antara mainan *Sensory Integasi Balance Board* dan *Tai Chi Balance Board L*.

4.5 Analisis Aktivitas Memainkan Model Papan Keseimbangan

Dari proses survey diketahui aktivitas dan gerak anak saat memainkan papan keseimbangan adalah sebagai berikut :

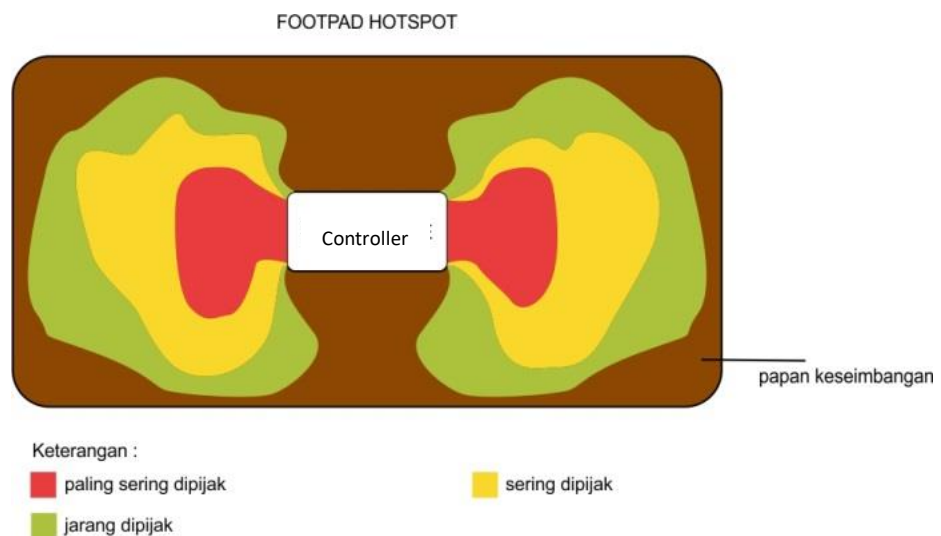
1. Anak mempersiapkan permainan yang akan dimainkan.
2. Anak naik ke atas mainan papan keseimbangan.
3. Anak berusaha membuat badannya seimbang dengan merentangkan kedua tangannya. Tangan yang direntangkan saat bermain papan keseimbangan merupakan tanda bahwa tubuh memerlukan sesuatu untuk berpegangan supaya tidak terjatuh. Saat uji coba model mainan keseimbangan, beberapa anak masih cukup kesulitan dalam menyeimbangkan badannya meskipun sudah merentangkan tangan. Fitur pegangan tangan dapat mengurangi permasalahan ini.
4. Saat memainkan mainan, anak menundukkan kepala dan melihat ke arah kontroler yang terletak di permukaan papan permainan. Terkadang mereka juga sedikit membungkuk supaya dapat melihat permainan dengan lebih jelas.
5. Posisi kaki anak berpindah setidaknya satu langkah kaki untuk membuat papan bergoyang dan menyelesaikan tantangan permainan. Dengan berpindahnya posisi kaki, maka diperlukan area yang sedikit lebih luas dari telapak kaki supaya kaki dapat tetap menapak pada papan keseimbangan.

Analisis mengenai aktivitas dan perilaku saat penggunaan mainan papan keseimbangan dijabarkan lebih lanjut pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.3. Sampel perilaku anak saat bermain papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)

Dari 6 sampel tersebut diketahui bahwa posisi tubuh anak saat bermain mainan papan keseimbangan tidak dalam posisi tegak. Posisi kepala dan leher menunduk. Akan tetapi posisi badan cukup tegak (tidak terlalu membungkuk). Sementara itu saat bermain, posisi kaki membuka cukup lebar (sedikit lebih lebar dari bahu). Posisi telapak kaki juga tercatat berpindah beberapa kali untuk medistribusikan berat badan. Berikut ini merupakan gambar area papan yang sering dipijak oleh telapak kaki :



Gambar 4.4 Area papan keseimbangan yang sering dipijak
(Sumber : Penulis, 2019)

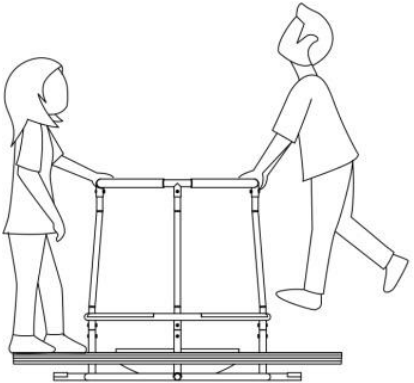
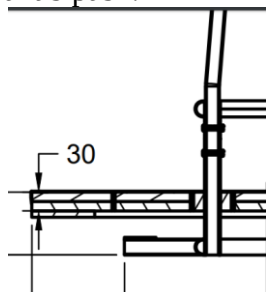
Gambar di atas menunjukkan bahwa sekitar area tengah sering dipijak oleh anak dibandingkan dengan tepian papan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kebutuhan area papan pijakan tidak terlalu luas karena area yang dipijak lebih dekat dengan area permainan di tengah papan.

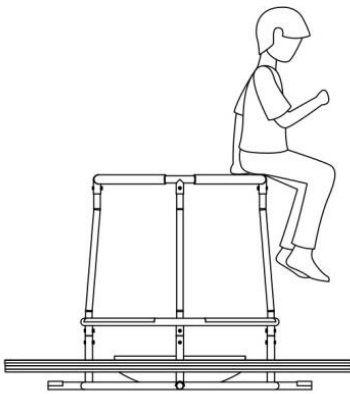
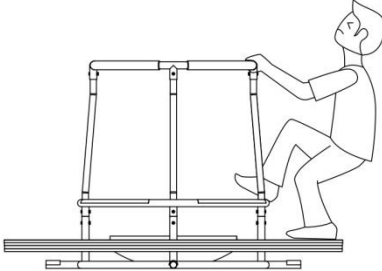
4.6 Studi Perilaku Tidak Terduga dan Potensi Kegagalan pada Produk

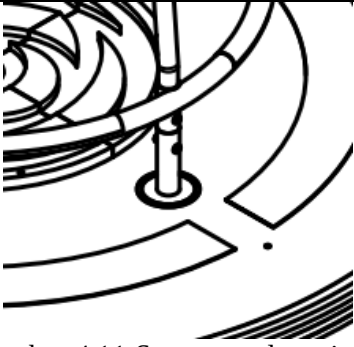
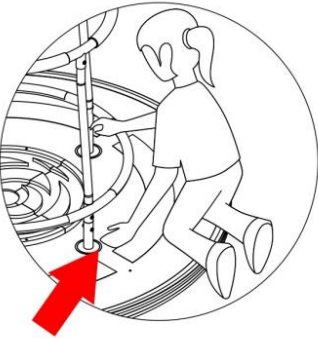
Tujuan studi ini adalah untuk mengurangi potensi terjadinya kesalahan penggunaan serta dampaknya terhadap pengguna.

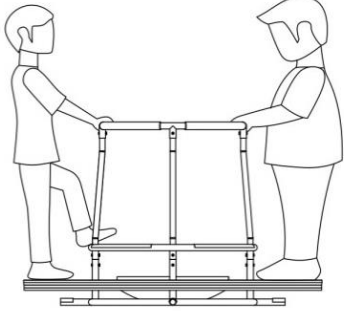
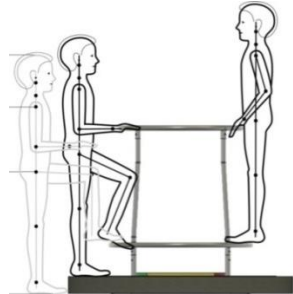
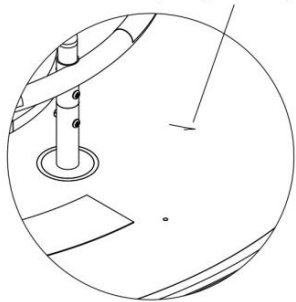
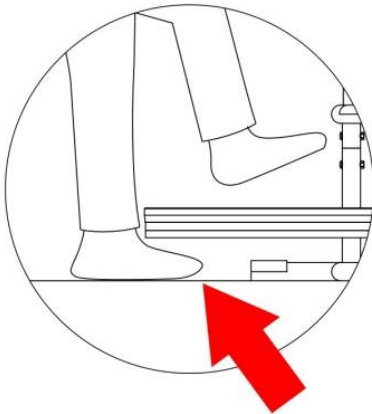
Studi ini didasarkan terhadap perkiraan awal perilaku pengguna yang semestinya tidak dilakukan mainan papan keseimbangan. Perilaku yang tidak semestinya serta bentuk antisipasinya dapat dilihat pada tabel berikut :

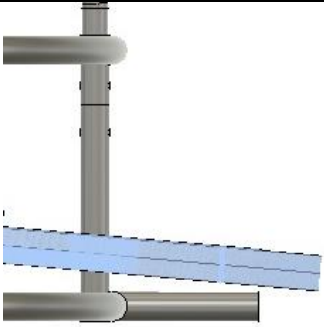
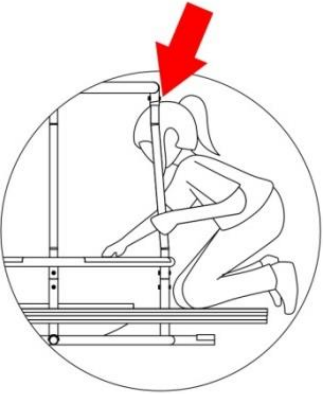
Tabel 4.5 Jenis perilaku dan kejadian tidak terduga serta bentuk antisipasinya.

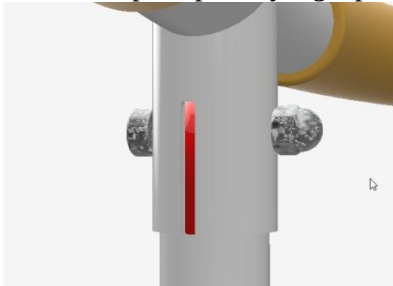
No.	Jenis perilaku tidak terduga dan potensi kegagalan pada produk	Keterangan dan bentuk antisipasi pada desain
1.	 Gambar 4.5 Anak melompat-lompat di atas papan. (Sumber : Penulis,2020).	Anak terlalu bersemangat dalam bermain hingga melompat-lompat di atas papan sehingga dibutuhkan struktur papan yang kuat. Bentuk antisipasi :  Gambar 4.6 Ketebalan papan pijakan. (Sumber : Penulis, 2020). 1. Penggunaan dua lembar papan multiplek tebal 15 mm yang digabung hingga mencapai ketebalan 30 mm. 2. Penggunaan rangka pipa aluminium ketebalan 1,5 mm. 3. Tambahan rangka penyangga pada bagian dasar rangka logam.
2.		Anak menggunakan arena permainan layaknya cakram lempar Bentuk antisipasi : 1. Penggunaan potongan membulat

	 Gambar 4.7 Anak melempar arena permainan. (Sumber :Penulis, 2020)	(rounded) pada bagian tepi dan ujung arena permainan. 2. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
3.	 Gambar 4.8 Anak duduk di <i>handlebar</i>. (Sumber : Penulis, 2020)	Anak menggunakan bagian rangka <i>handlebar</i> untuk duduk. Bentuk antisipasi : 1. Tambahan rangka penyangga pada bagian dasar rangka untuk mengurangi kemungkinan mainan terguling.  Gambar 4.9 Tambahan penyangga pada rangka dasar. (Sumber : Penulis, 2020) 2. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
4.	 Gambar 4.10 Anak bergelantungan pada rangka mainan. (Sumber : Penulis, 2020)	Anak bermain sendiri, bergelantungan dan menggoyang-goyangkan rangka yang dapat menyebabkan rangka mainan terguling Bentuk antisipasi : 1. Tambahan rangka penyangga pada bagian dasar rangka logam untuk mengurangi kemungkinan mainan terguling. 2. Desain <i>stopper</i> pada papan serta diameter papan yang mencapai 120 cm didesain untuk mencegah mainan terguling.

		 Gambar 4.11 <i>Stopper</i> pada mainan. (Sumber : Penulis, 2020). 3. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
5.	 Gambar 4.12 Pengguna tidak bermain pada posisi yang tepat. (Sumber : Penulis, 2020)	Anak berdiri di rangka pada posisi yang tidak tepat ketika bermain. Bentuk antisipasi : 1. Pemasangan <i>handgrip</i> pada posisi yang tepat di <i>handlebar</i>. 2. Pemotongan pola <i>griptape</i> menyerupai bentuk kaki 3. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
6.	 Gambar 4.13 Tangan pengguna berada di <i>stopper</i>. (Sumber : Penulis, 2020).	Anak kurang berhati-hati sehingga tangannya beresiko terjepit pada <i>stopper</i> maupun tergores oleh ujung mur dan baut. Bentuk antisipasi : 1. Perancangan desain <i>stopper</i> yang rata dengan papan dan tidak meninggalkan celah masuk untuk jari tangan. 2. Penggunaan baut kunci L dan mur bentuk 'topi'. 3. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
7.		Bidang permainan sulit digerakkan karena perbedaan berat pemain yang terlalu besar. Bentuk antisipasi : 1. Penggunaan arena permainan yang memungkinkan kedua pemain untuk saling bergerak

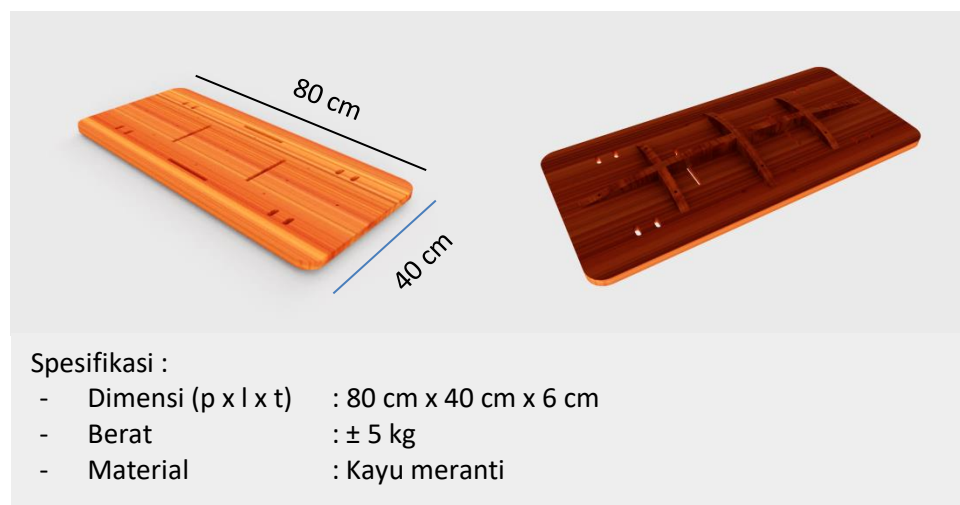
	 Gambar 4.14 Perbedaan berat badan pengguna menyebabkan papan sulit bergerak. (Sumber : Penulis, 2020)	2. Penambahan rangka <i>footbar</i> supaya pemain dapat bergantian untuk menggoyangkan papan.  Gambar 4.15 Pemain bergantian menggerakkan papan. (Sumber : Penulis, 2020)
8.	 Gambar 4.16 Serpihan kayu multipleks yang terangkat. (Sumber : Penulis, 2020)	Penggunaan multipleks untuk papan pijakan memungkinkan beberapa dari seratnya terangkat dan melukai kaki pemain. Bentuk antisipasi : 1. Penambahan stiker himbuan untuk penggunaan sepatu saat bermain. 2. Pelapisan area yang sering diinjak dengan stiker atau <i>griptape</i>. 3. <i>Quality control</i> (QC) yang ketat saat produksi. 4. Penambahan keterangan pada panduan penggunaan (<i>user guide</i>)
9.	 Gambar 4.17 Kaki pemain berada di bawah papan. (Sumber : Penulis, 2020)	Kemungkinan kaki anak terjepit di bawah papan pijakan. Bentuk antisipasi : 1. Pelapisan bagian bawah papan pijakan dengan busa  Gambar 4.18 Lapisan busa EVA pada bagian bawah papan pijakan. (Sumber : Penulis, 2020) 2. Tambahan struktur penyangga pada rangka dasar yang membuat gerakan papan terhenti sebelum salah satu ujungnya menyentuh tanah.

		 Gambar 4.19 Papan pijakan terhenti sebelum menyentuh tanah. (Sumber : Penulis, 2020) 3. Penambahan himbauan untuk bersepatu. 4. Penambahan keterangan pada panduan pengguna (<i>user guide</i>)
10.	 Gambar 4.20 Kepala terbentur <i>handlebar</i> ketika mengganti arena. (Sumber : Penulis, 2020)	Kepala anak kemungkinan terbentur rangka <i>handlebar</i> saat memasang maupun mengganti arena permainan Bentuk antisipasi : 1. Pemasangan handgrip dari material EVA yang empuk.  Gambar 4.21 <i>Handlebar</i> dengan lapisan busa EVA lilitan. (Sumber : Penulis, 2020) 2. Penggunaan diameter <i>handlebar</i> yang lebih kecil dari diameter <i>footbar</i> dan lingkaran area pijakan kaki. 3. Penambahan keterangan pada panduan pengguna (<i>user guide</i>).
11.		Konsumen mungkin kebingungan saat akan memasang tiang <i>handlebar</i> pada posisi yang benar. Bentuk antisipasi : 1. Menyematkan stiker merah pada tiang <i>handlebar</i> yang harus diletakkan pada potongan pipa rangka. Tujuannya supaya

 Gambar 4.22 Pengguna bingung cara pemasangan tiang <i>handlebar</i>. (Sumber : Penulis, 2020)	pengguna dapat memasang tiang <i>handlebar</i> pada posisi yang tepat.  Gambar 4.23 Stiker merah pada tiang <i>handlebar</i>. (Sumber : Penulis, 2020)
--	--

4.7 Hasil Eksperimen Model Produk

Pada proses eksperimen dibuat model secara manual yang mempunyai prinsip kerja sama dengan mainan papan keseimbangan. Tujuannya adalah untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan pada mainan papan keseimbangan.



Gambar 4.24. Spesifikasi model mainan papan keseimbangan yang digunakan saat survey.
(Sumber : Penulis, 2019)

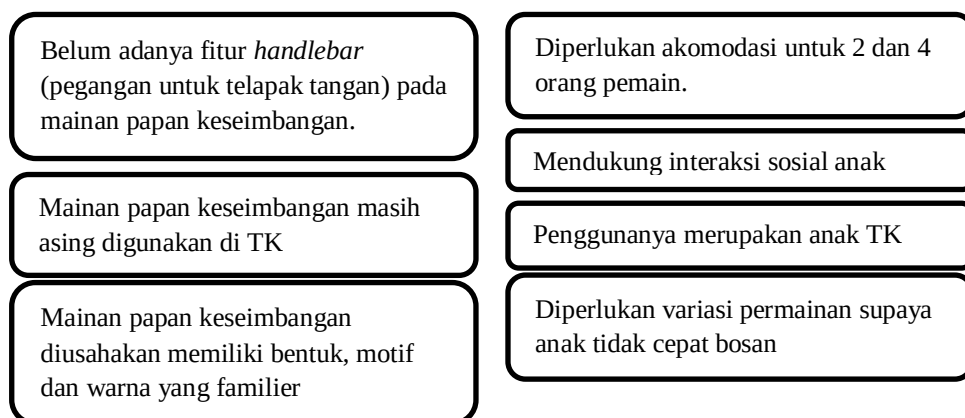
Model mainan kemudian diuji coba saat survey kepada *target user* yaitu anak TK. Dari proses uji coba tersebut diketahui beberapa hal yang menjadi kekurangan model produk mainan papan keseimbangan. Kekurangan tersebut antara lain yaitu : .

1. Papan sulit digoyangkan karena rangka tumpuan pada bagian bawah papan tidak memiliki kelengkungan yang merata. Artinya pada beberapa bagian rangka tumpuan terdapat bagian yang mendatar.
2. Radius lengkung bagian penumpu masih terlalu besar sehingga papan menjadi terlalu stabil dan sulit digoyangkan.
3. Beberapa bagian papan masih terdapat sisi yang menyiku. Sisi menyiku dapat menimbulkan bahaya saat anak bermain.
4. Tidak tersedia pegangan tangan untuk membantu anak yang baru pertama kali mencoba dalam menjaga keseimbangan tubuhnya.
5. Bentuk mainan yang tidak familier membuat anak ragu untuk memainkannya.

Dari analisis tersebut diketahui masih banyak kekurangan terhadap model mainan papan keseimbangan. Kekurangan tersebut berkaitan dengan teknis gerak dan bentuk model yang belum *user oriented*. Sehingga dengan demikian perlu dilakukan eksperimen lanjutan dengan model yang sudah diperbarui.

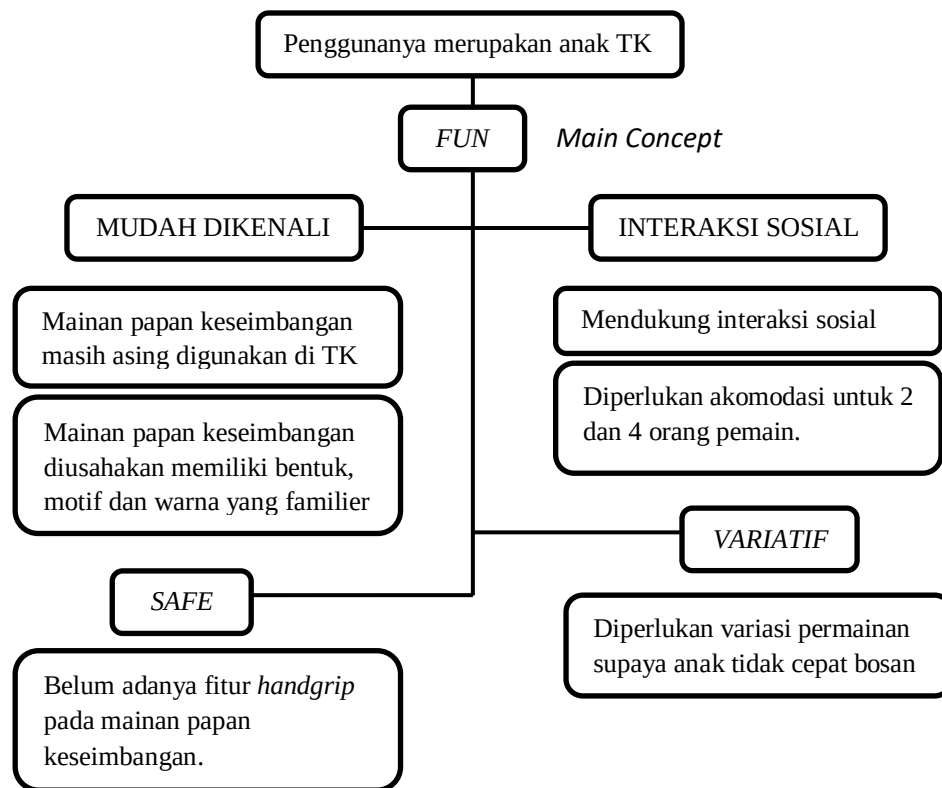
4.8 Studi Kebutuhan

Affinity diagram atau yang juga dikenal *KJ method* adalah suatu mekanisme untuk mengumpulkan dan mengelompokkan fakta yang relevan dengan suatu masalah. Diagram KJ fokus pada data bahasa dan berguna untuk memfasilitasi upaya pemecahan masalah kelompok (Ulrich, 2003). Berikut ini merupakan kumpulan beberapa inputnya :



Gambar 4.25. Input yang belum dikelompokkan.
(Sumber : Penulis. 2019)

Input tersebut kemudian dikelompokkan berdasarkan kedekatan relasi antar pernyataan. Hasilnya adalah sebagai berikut :



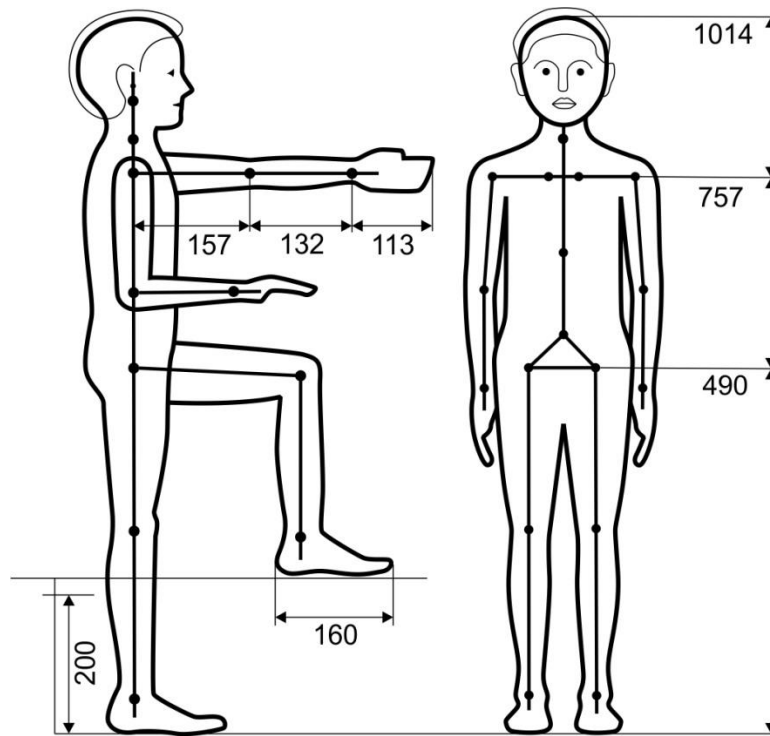
Gambar 4.26. Pengelompokan pernyataan yang menghasilkan konsep awal.
(Sumber : Penulis, 2019)

4.9 Analisis Antropometri Anak TK

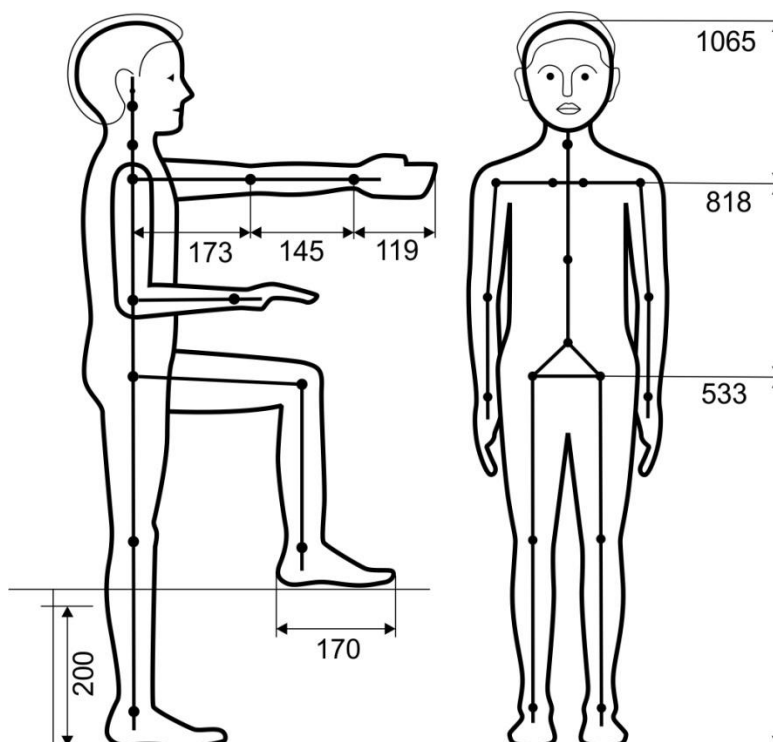
Analisis antropometri anak dibuat berdasarkan hasil analisis pada uji coba untuk model mainan papan keseimbangan yang dilakukan pada saat survey.

Analisis tersebut kemudian dihubungkan dengan antropometri anak usia 4-6 tahun untuk mengetahui perbaikan maupun penambahan fitur pada produk. Digunakan antropometri usia 4-6 tahun karena produk hanya diperuntukkan untuk rentang usia anak TK yaitu 4-6 tahun.

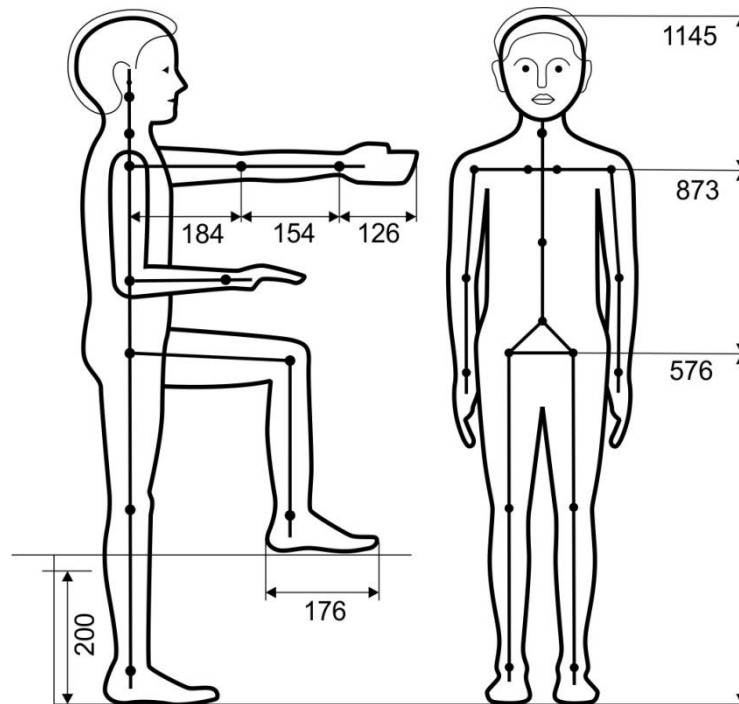
Berikut ini merupakan gambar antropometri untuk anak usia 4-6 tahun disajikan dalam satuan ukuran milimeter (mm) :



Gambar 4.27. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 4 tahun.
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar 4.28. Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 5 tahun.
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar 4.29 Antropometri 50-persentil anak laki-laki dan perempuan usia 6 tahun.
(Sumber : Penulis, 2020)

Sementara itu untuk gerakan anggota tubuh menggunakan antropometri gerak manusia secara umum.

Dari hasil analisis kemudian digunakan sebagai dasar dimensi yang harus digunakan saat perancangan produk mainan papan keseimbangan. Berikut ini merupakan pembahasannya :

1. Desain dan dimensi *handlebar*

Dengan adanya kebutuhan terhadap *handlebar*, maka tingginya harus disesuaikan dengan antropometri anak usia 4-6 tahun supaya fitur tersebut aman dan nyaman saat digunakan. Dalam hal ini penulis menggunakan antropometri anak usia 4 tahun. Alasannya supaya penggunaan produk untuk usia terendah di TK tetap nyaman dan tidak terganggu akibat posisi *handlebar* yang terlalu tinggi. Sehingga penghitungan tinggi *handlebar* adalah sebagai berikut :

Tinggi pundak dari telapak kaki dikurangi jarak antara pundak dan siku anak usia 4 tahun $\rightarrow 757 - 157 = 600\text{mm}$.

Jadi tinggi *handlebar* yang digunakan adalah 600 mm dari pijakan kaki. Sedangkan diameter *grip* adalah 22-32 mm.

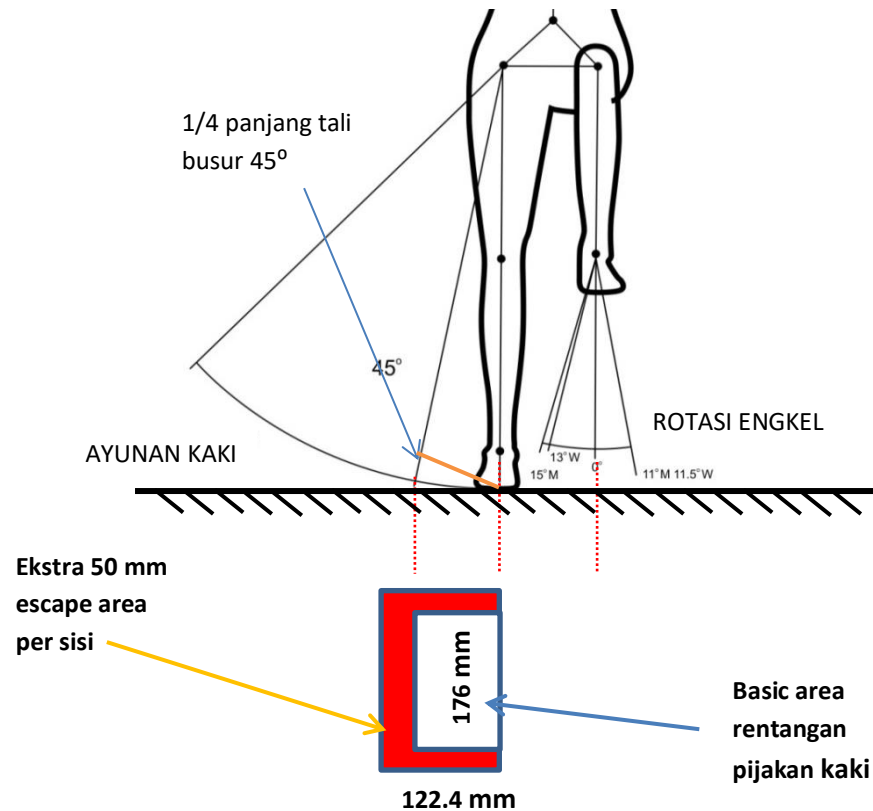
2. Desain dan luas area untuk tapak kaki

Area tapak kaki pada mainan papan keseimbangan harus disesuaikan luasnya supaya dapat mengakomodasi gerakan dan perpindahan telapak kaki anak. Berdasarkan hasil analisis antropometri anak usia tahun, luas area yang ideal untuk satu kaki adalah $\pm 500 \text{ cm}^2$. Detail penghitungan luasnya diuraikan sebagai berikut :

- Diketahui panjang telapak kaki anak usia 6 tahun adalah 176 mm. Panjang telapak kaki tersebut kemudian ditambahkan dengan hasil dari hitungan jarak posisi kaki (tali busur) 0° dengan 45° dibagi empat. Sehingga kemudian didapatkan hasil :

$$\begin{aligned} 2r \sin(\theta/2) &= 2 \times 176 \text{ mm} \times \sin(45/2) = 1152 \times 0.425 = 489.6 \text{ mm} : 4 \\ &= 122.4 \text{ mm} \end{aligned}$$

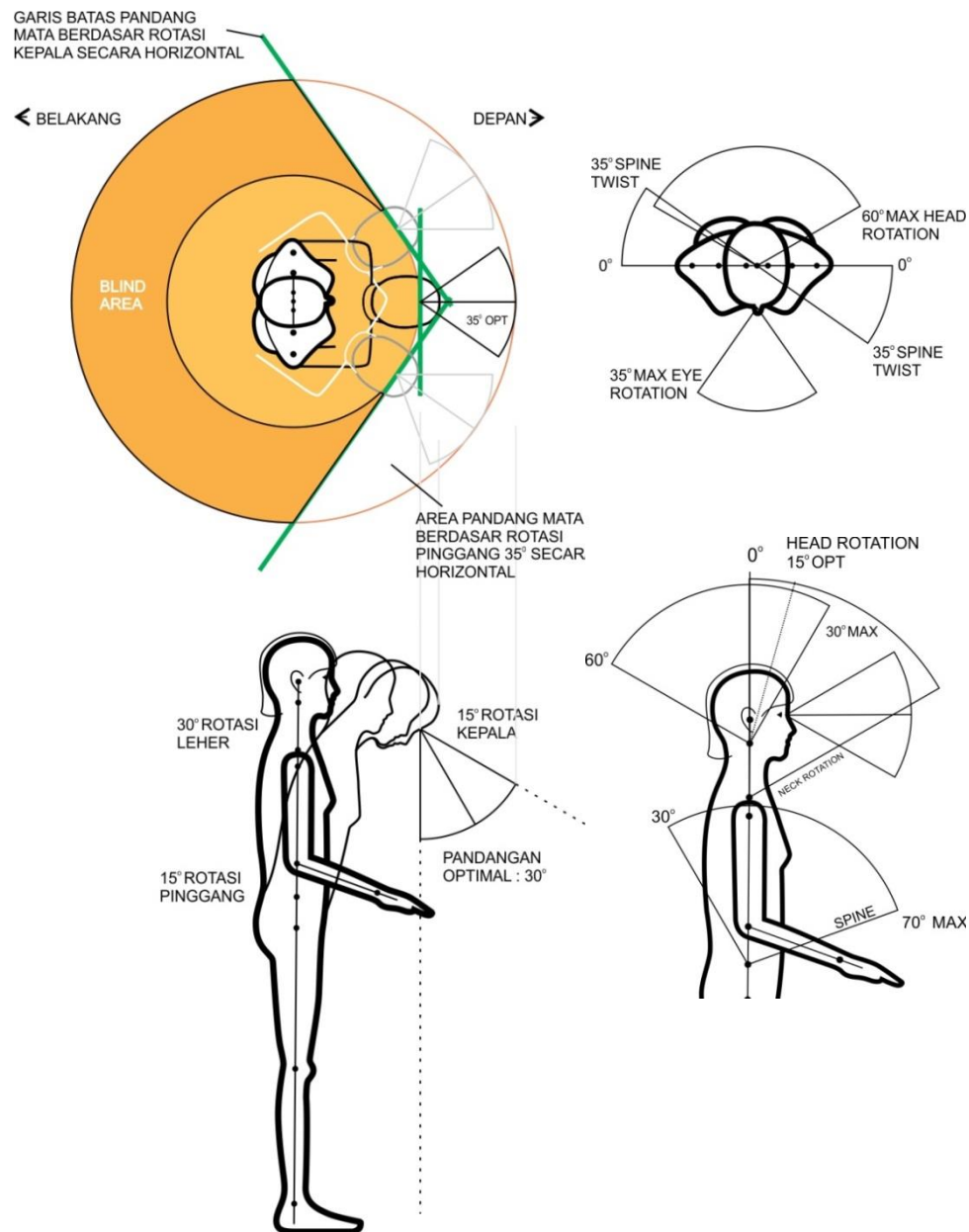
Jadi dengan demikian diketahui rentang jarak ayun untuk satu kaki adalah 122.4 mm. Dua angka perhitungan, yaitu panjang telapak kaki (176 mm) dan rentang ayun kaki (122.4 mm) kemudian dijadikan sebagai referensi untuk perencanaan luas area pijakan kaki yang jika digambar hasilnya adalah sebagai berikut :



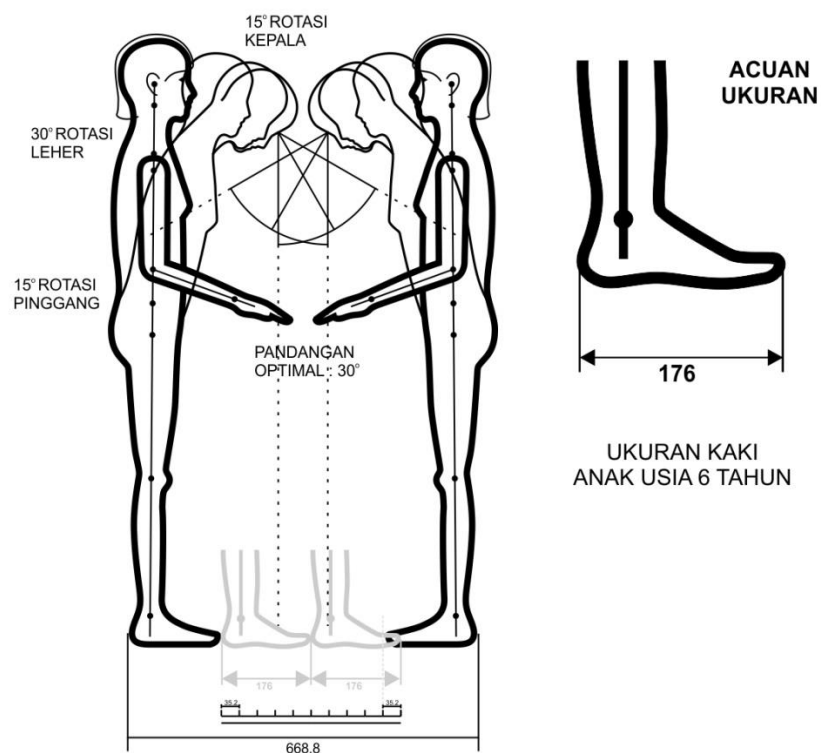
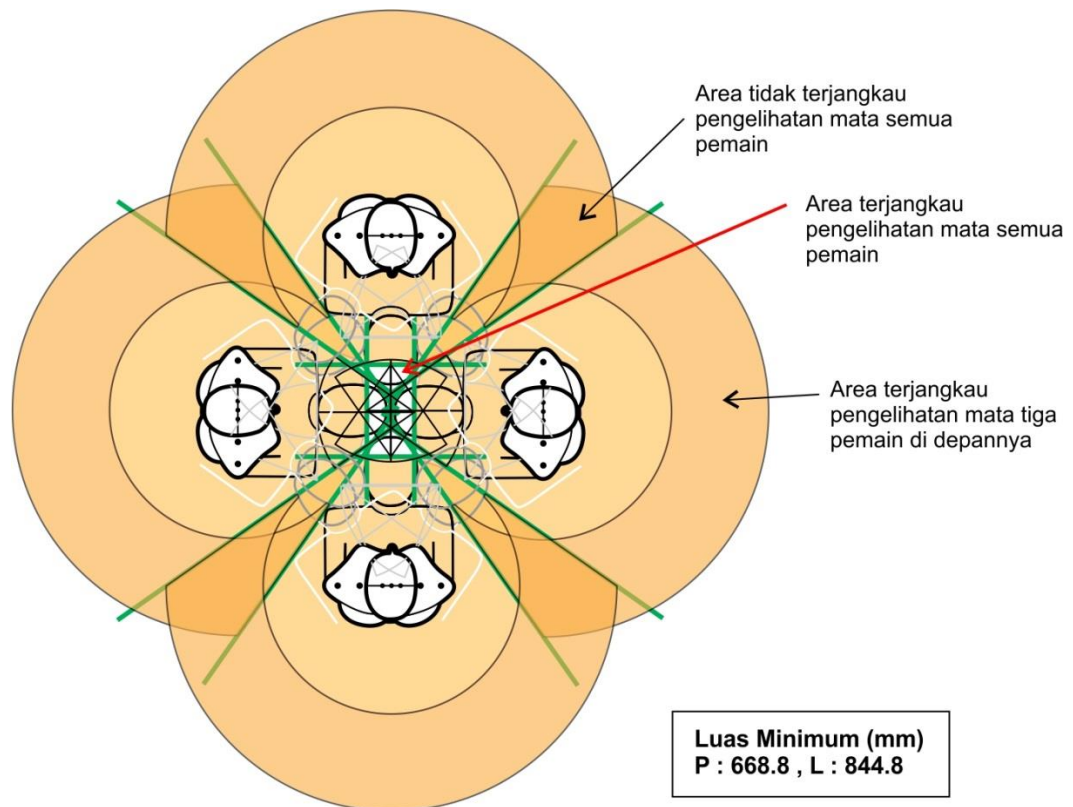
Gambar 4.30 Pengukuran area pijakan kaki.
(Sumber : Penulis, 2019)

Posisi arena disesuaikan dengan antropometri gerak rotasi leher, rotasi bola mata serta rotasi badan anak TK. Untuk mengetahui posisi arena permainan yang sesuai serta kemungkinan ukurannya, maka dilakukan simulasi terhadap antropometri tersebut. Simulasi tersebut dibuat berdasarkan data rata-rata gerak anggota tubuh dari uji model papan keseimbangan serta tinjauan gambar penggunaan mainan papan keseimbangan yang beredar di pasaran. Ilustrasi simulasi tersebut disajikan dalam gambar berikut :

1. Simulasi 1

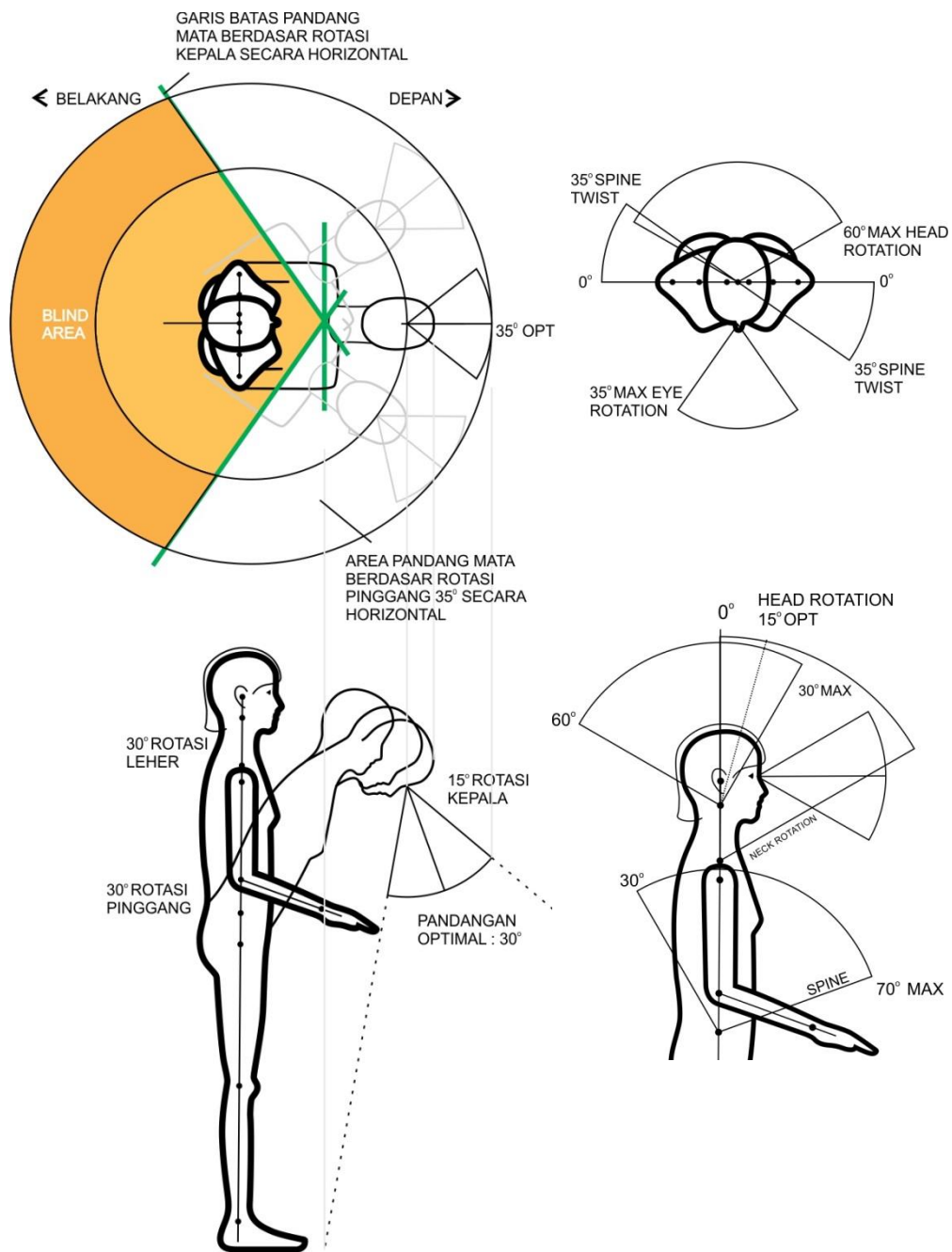


Gambar 4.31 Simulasi satu tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihat mata manusia.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

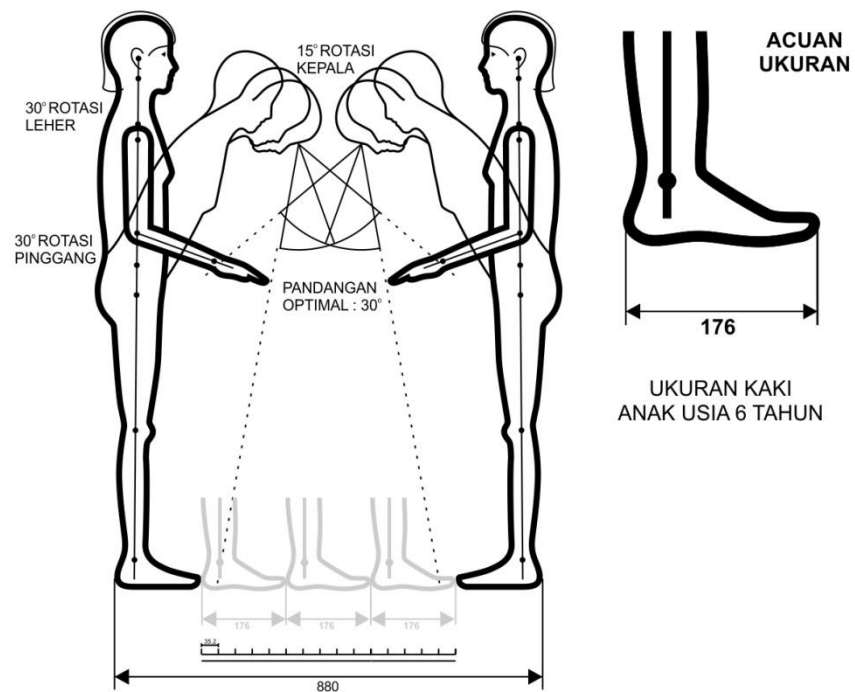
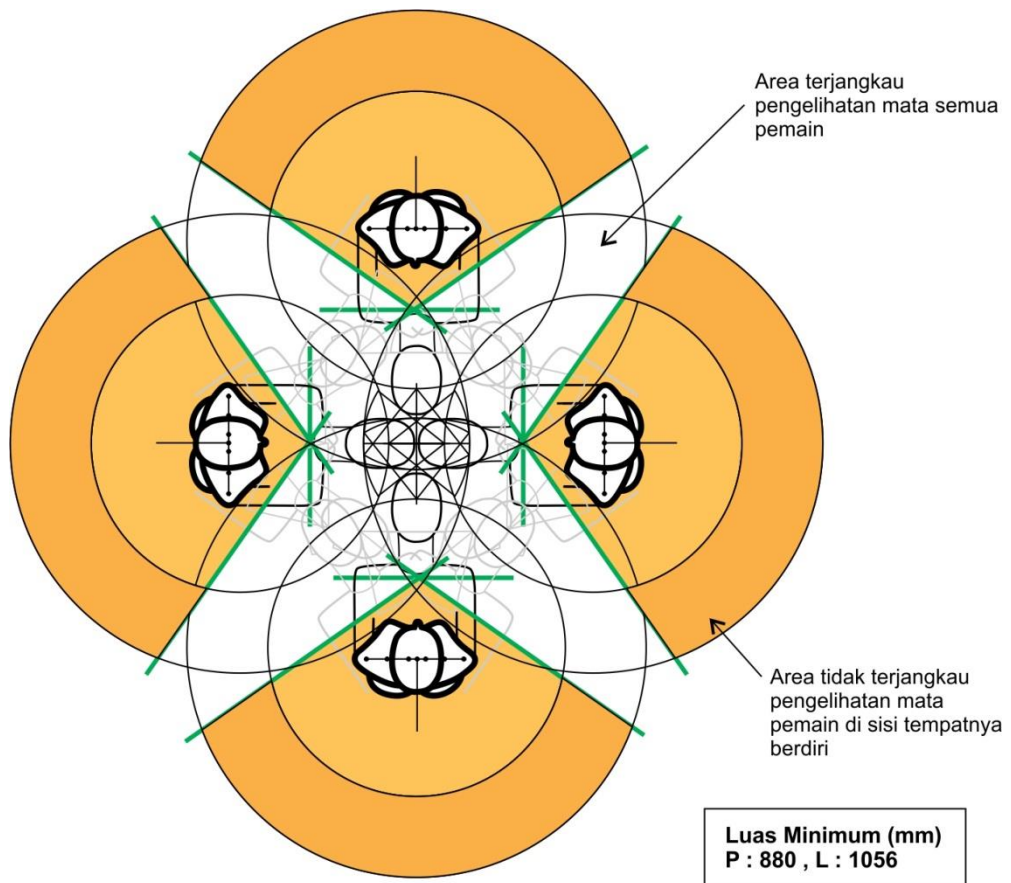


Gambar 4.32. Simulasi satu tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihat mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

2. Simulasi 2

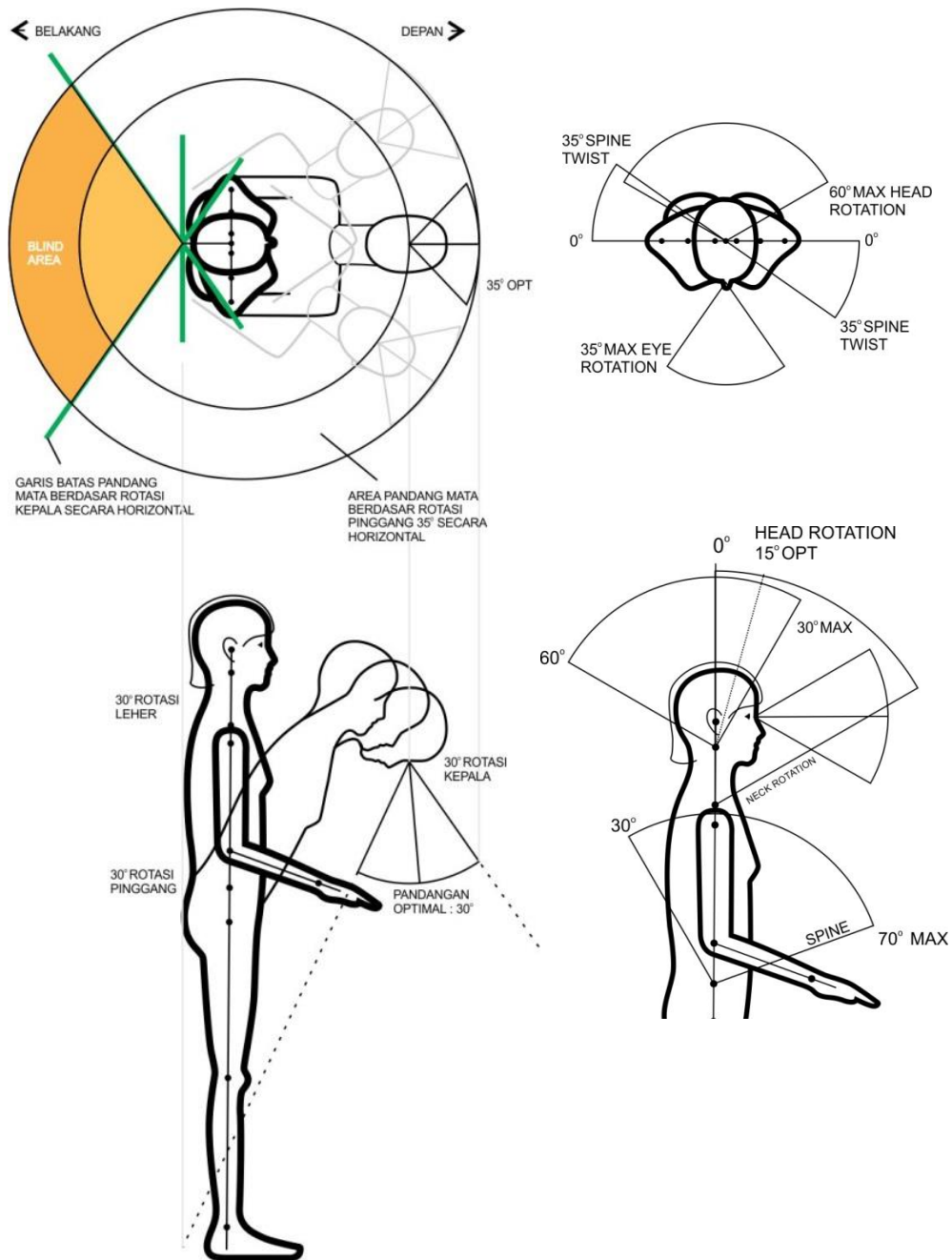


Gambar 4.33 Simulasi dua tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

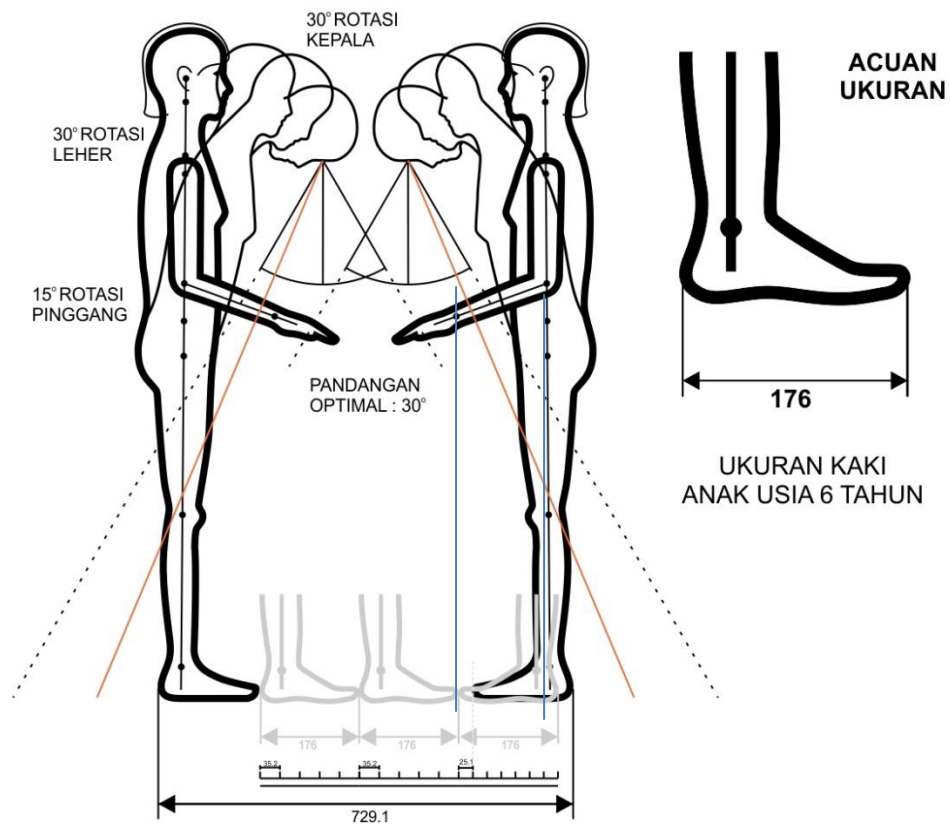
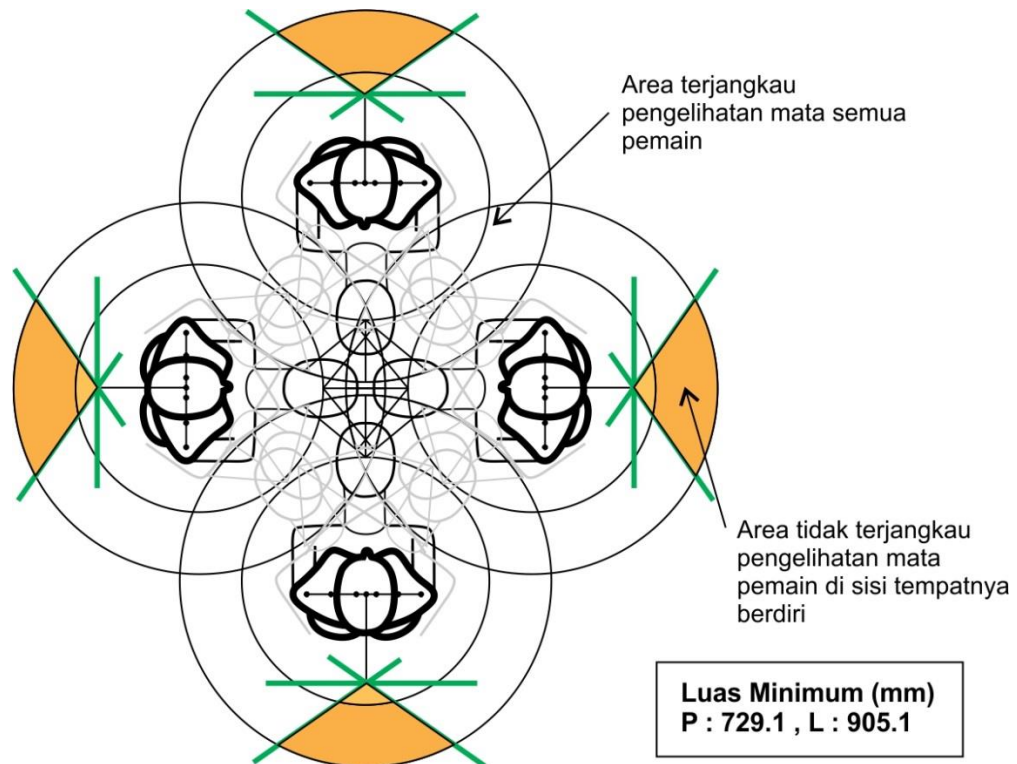


Gambar 4.34. Simulasi dua tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihatan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

3. Simulasi 3

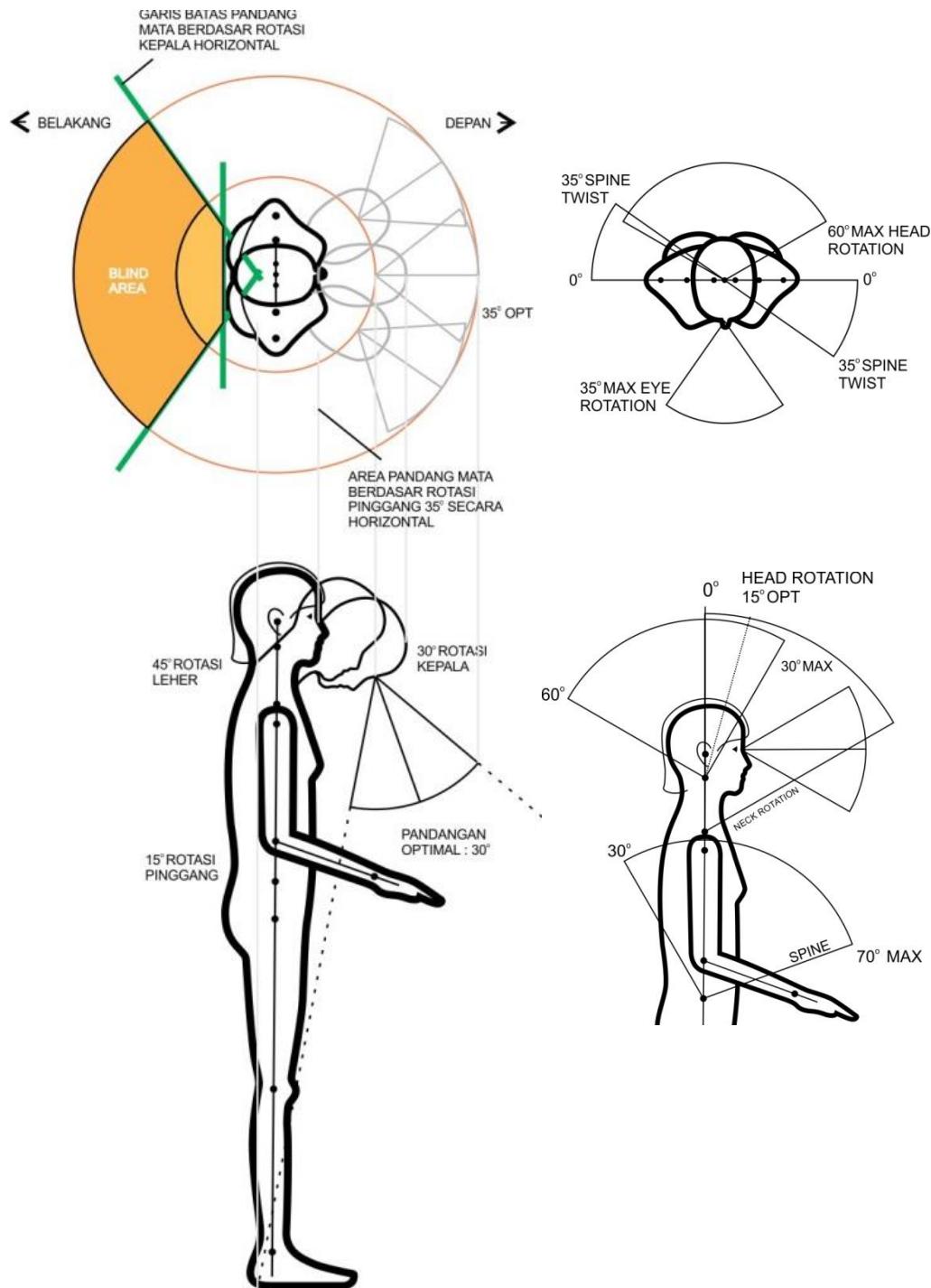


Gambar 4.35. Simulasi tiga tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

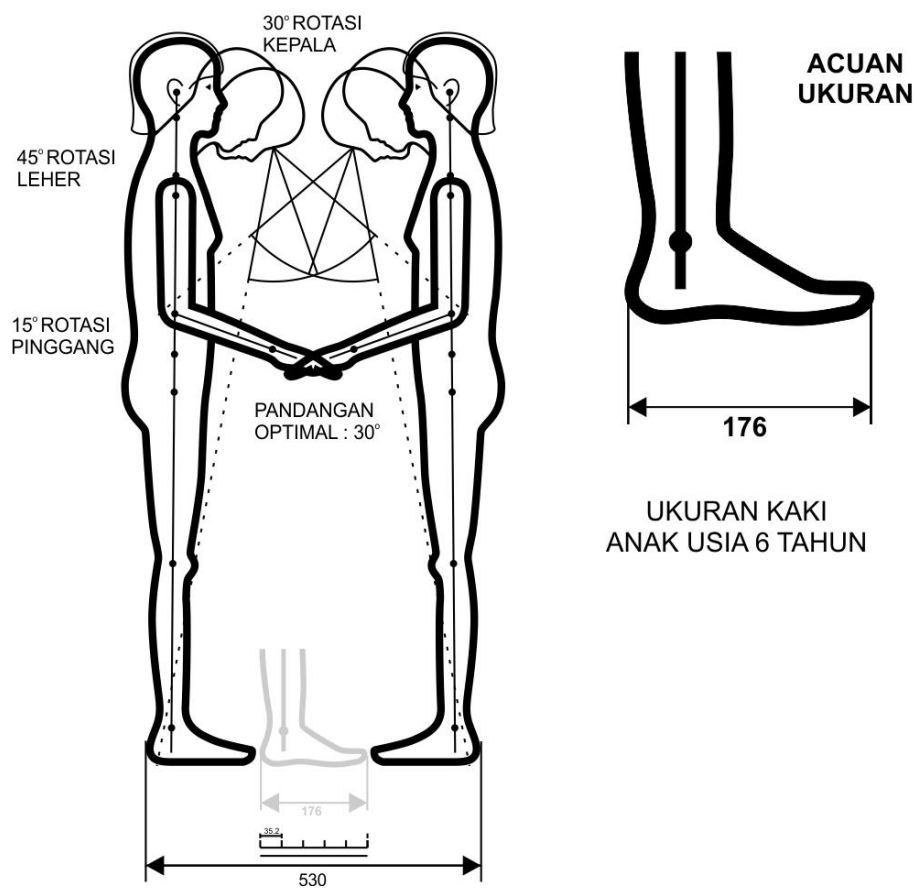
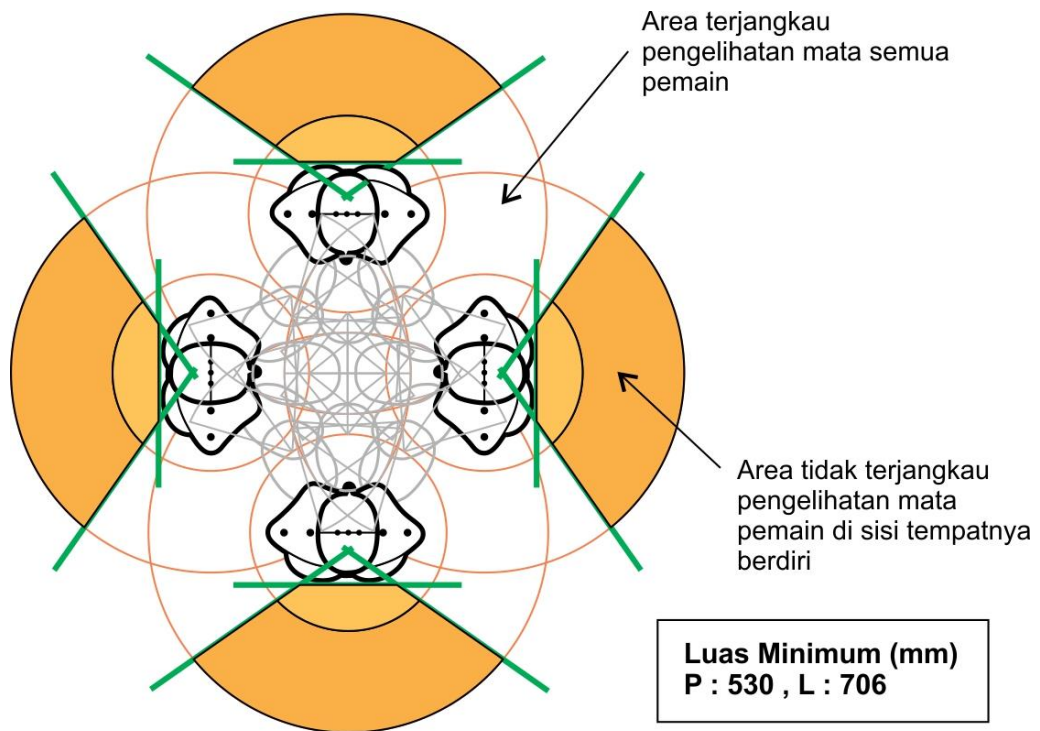


Gambar 4.36. Simulasi tiga tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihat mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

4. Simulasi 4

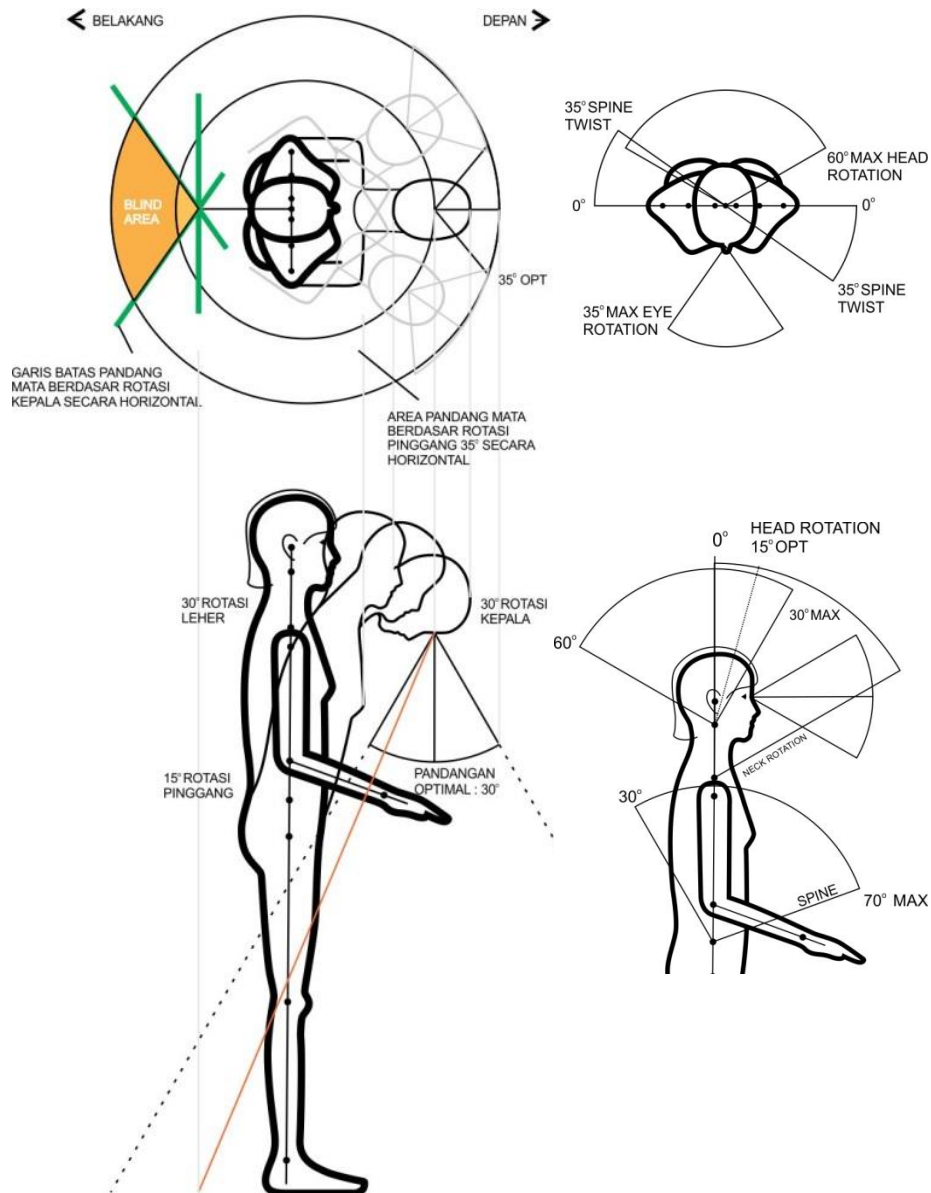


Gambar 4.37. Simulasi empat tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

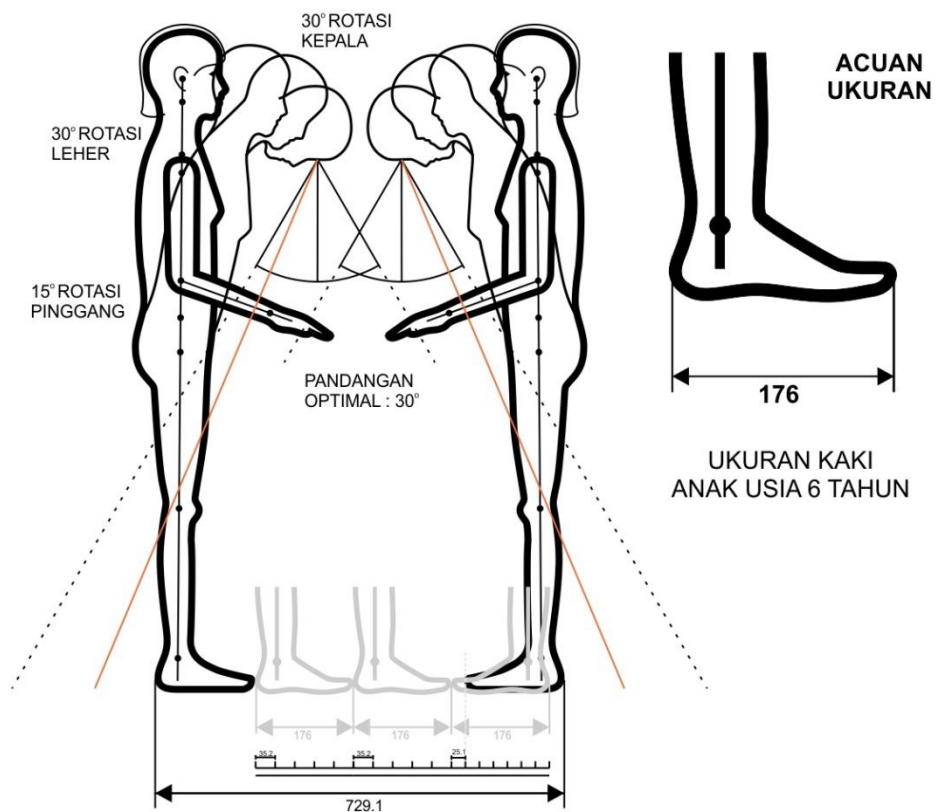
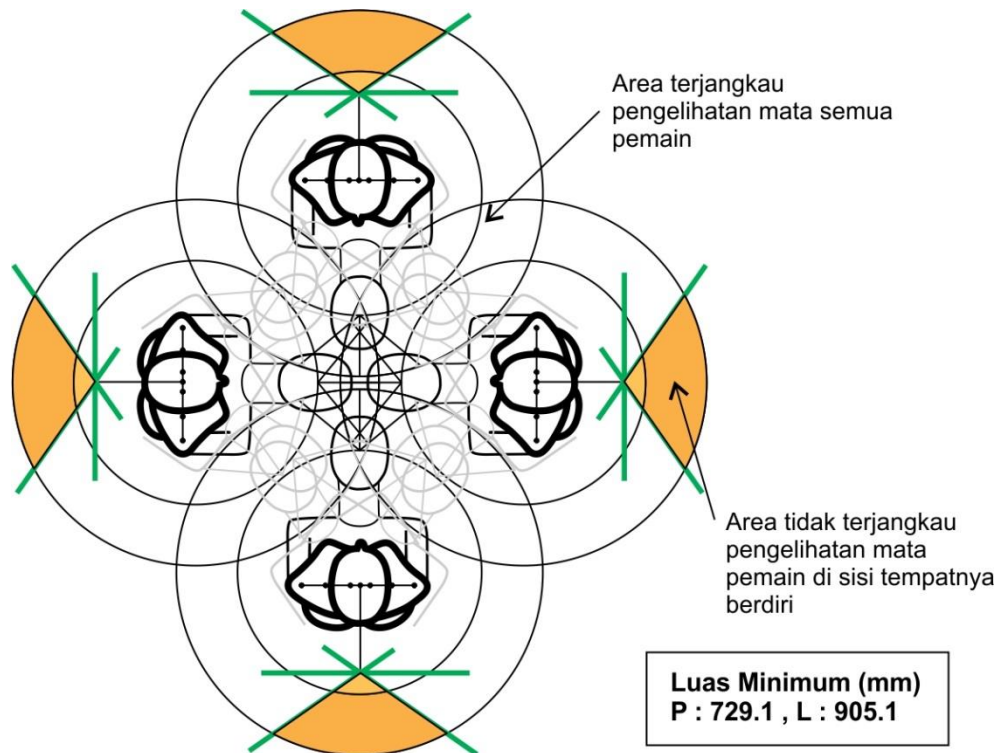


Gambar 4.38. Simulasi empat tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)

5. Simulasi 5



Gambar 4.39. Simulasi lima tentang pengaruh gerakan anggota badan terhadap sudut pengelihatan mata manusia.
(Sumber : Olahan penulis, 2019)



Gambar 4.40. Simulasi lima tentang pengaruh gerakan anggota badan dan sudut pengelihatatan mata manusia terhadap dimensi papan keseimbangan.
 (Sumber : Olahan penulis, 2019)

Dari simulasi yang sudah dilakukan, ukuran ideal dapat diketahui dengan membandingkan simulasi satu dengan simulasi yang lain menggunakan beberapa parameter dengan metode *scoring* skala 1-5 dalam satu tabel. Parameter tersebut antara lain yaitu :

1. Potensi terjadinya benturan kepala dan anggota badan pemain
Meskipun masih ada kemungkinan terjadinya benturan kepala dan anggota badan antar pemain, potensinya harus dibuat sekecil mungkin. Sehingga dalam tabel, semakin besar nilai, maka semakin kecil peluang terjadinya peluang terjadi benturan.
2. Kemungkinan sisa luas area untuk arena permainan
Setiap simulasi memberikan hasil yang berbeda terhadap sisa area untuk arena permainan. Semakin luas arena permainan, semakin besar peluang kombinasi alur bola yang dapat membuat suasana bermain menjadi lebih menyenangkan. Dalam tabel, semakin besar nilai menyatakan bahwa area permainan semakin luas.
3. Potensi terjadinya kelelahan dan nyeri otot (*strain*) pada leher dan punggung pemain.
Hal ini berkaitan dengan sudut rotasi kepala, leher dan punggung. Semakin besar sudut, semakin besar pula peluang terjadinya *strain*. Dalam tabel, semakin besar nilai maka semakin kecil peluang terjadinya *strain*.
4. Dimensi kompak
Dimensi kompak menjadi salah satu indikator yang berkaitan dengan keterbatasan area permainan dan area penyimpanan. Dalam tabel, semakin besar nilai, maka dimensinya semakin kompak.

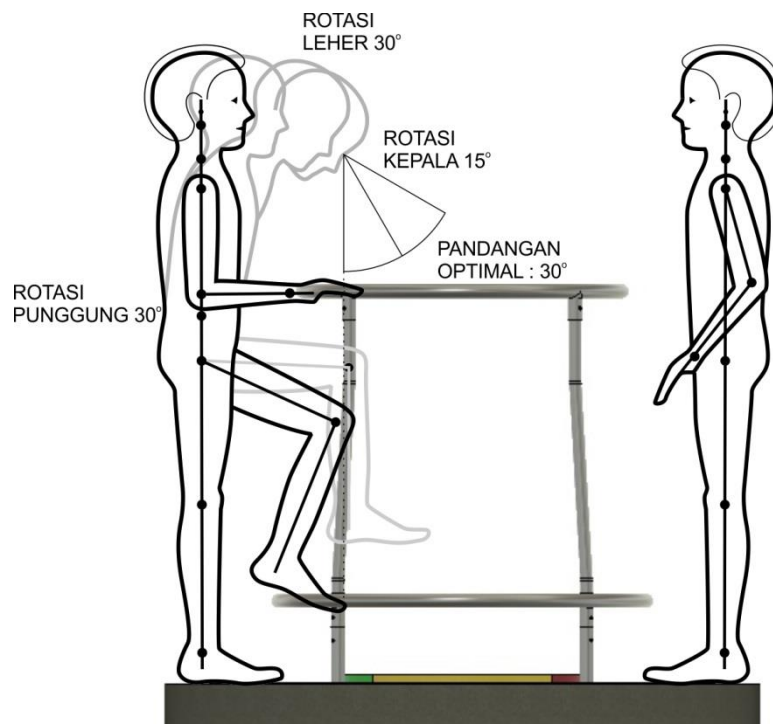
Tabel 4.6. Penilaian tiap simulasi terhadap indikator.

No.	Parameter	Sim. 1	Sim. 2	Sim. 3	Sim. 4	Sim. 5
1.	Parameter 1	3	5	5	3	4
2.	Parameter 2	1	3	5	4	5
3.	Parameter 3	4	5	2	2	2
4.	Parameter 4	4	3	2	5	4
	TOTAL	12	16	14	14	15

Dari analisis serta *scoring* terhadap beberapa simulasi, diketahui bahwa hasil simulasi 3 mendapatkan skor tertinggi dibandingkan hasil simulasi yang lain. Sehingga akan digunakan sebagai referensi utama dimensi serta plot area tapak kaki pada produk.

4.10 Studi Jangkauan Pandangan Pemain Terhadap Arena Permainan

Berdasarkan hasil analisis antropometri, diketahui bahwa dimensi papan permainan adalah menggunakan dimensi hasil simulasi antropometri 2 (Gambar 4.33). Akan tetapi dengan penambahan *handlebar* maka harus dilakukan analisis kembali mengenai jangkauan pandangan pemain terhadap arena permainan. Analisis tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.41. Simulasi jangkauan normal pandangan anak usia 4 tahun terhadap posisi arena.
(Sumber : Penulis, 2019)

Dari simulasi tersebut diketahui bahwa dimensi papan, arena permainan dan rangka sudah sesuai dengan jangkauan visual pemain terhadap arena permainan.

4.11 Studi Besar Sudut Kemiringan Papan

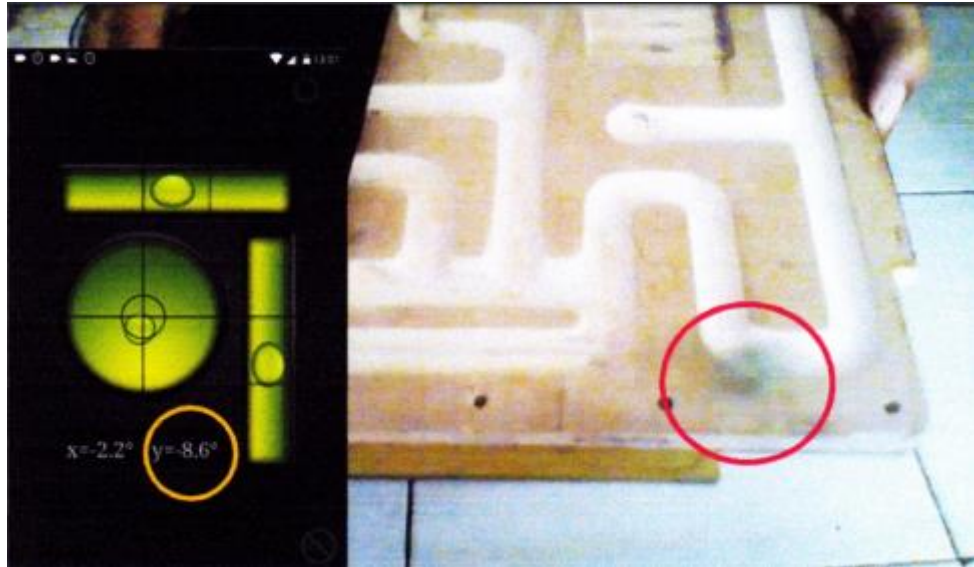
Besar sudut kemiringan papan perlu diperhitungkan supaya bola tidak mudah keluar dari arena. Besamya sudut kemiringan diukur dengan model alur dan sebuah kelereng yang dimiringkan dan diukur besar sudut kemiringannya menggunakan bantuan aplikasi *waterpass* pada *smartphone*. Berikut ini merupakan hasil pengujian tersebut :



Gambar 4.42. Pengujian pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) yang bergerak pelan saat kemiringan sekitar 2-3 derajat (dilingkari kuning).
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 4.43. Uji pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) yang melaju dengan kecepatan sedang pada kemiringan 4-6 derajat (dilingkari kuning).
(Sumber : Penulis, 2019)

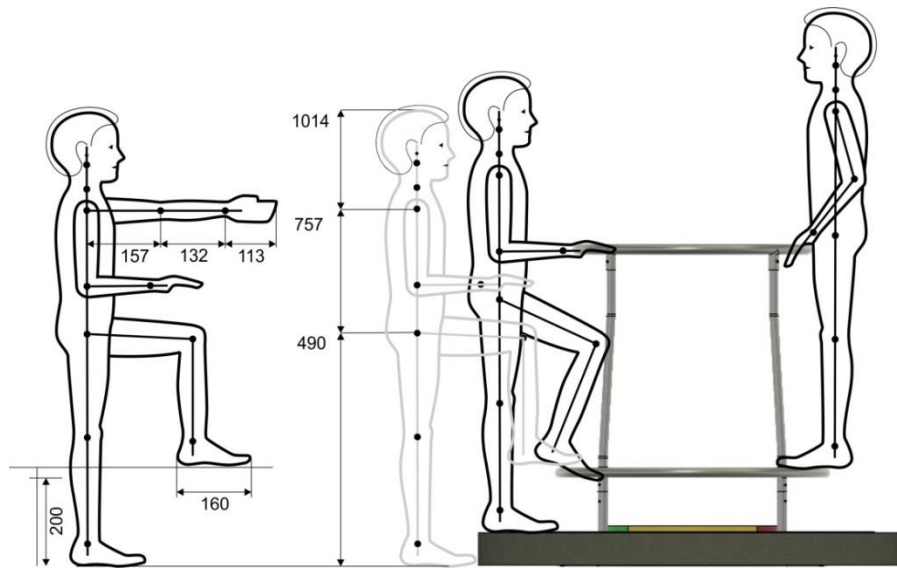


Gambar 4.44. Uji pengaruh sudut kemiringan terhadap laju kelereng (dilingkari merah) keluar jalur saat kemiringan lebih dari 8 derajat (dilingkari kuning).
(Sumber : Penulis, 2019)

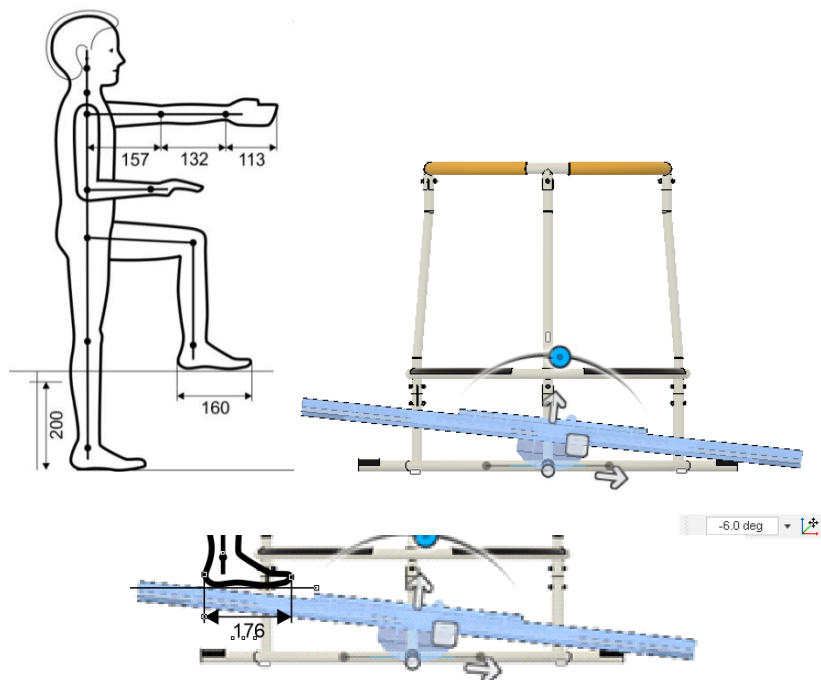
Dari pengujian di atas diketahui bahwa kemiringan maksimum supaya kelereng tidak terlempar keluar dari jalur adalah 8 derajat. Mengingat bahwa calon pengguna yang masih berusia dini maka kemiringan dibuat kurang lebih 4-6 derajat. Tujuannya supaya laju bola tidak terlalu kencang dan tidak menyulitkan anak untuk bermain. Dengan sistem gerak *wobble* maka besar sudut kemiringan tersebut harus disesuaikan dengan dimensi papan pijakan dan rangka logam supaya didapat dimensi tumpuan yang tepat.

4.12 Studi Tinggi Pijakan Kaki (*Footbar*)

Tinggi pijakan kaki disesuaikan dengan analisis terhadap relasi antara data antropometri anak usia 4 tahun dengan data simulasi kemiringan papan pijakan. Berikut ini disajikan simulasi yang menjadi sumber data yang dijadikan referensi penentuan tinggi pijakan kaki dari papan pijakan :



Gambar 4.45. Simulasi jangkauan kaki anak usia 4 tahun terhadap papan pijakan dan pijakan kaki (*footbar*).
(Sumber : Olahan penulis, 2020)



Gambar 4.46 Kemiringan papan 6 derajat masih terjangkau kaki anak usia 4 tahun.
(Sumber : Olahan penulis, 2020)

Dari gambar simulasi di atas diketahui bahwa jangkauan kenaikan telapak kaki adalah dari tanah adalah 200 mm. Sehingga dengan demikian jarak *footbar* dari tanah harus kurang dari 200 mm. Hal tersebut bertujuan supaya didapatkan posisi bermain dan jarak pandang yang baik ke arena permainan.

Sedangkan dari simulasi gerakan papan pijakan diketahui bahwa jarak antara papan pijakan dan *footbar* masih memadai untuk mencegah kemungkinan kaki cedera akibat terjepit di antara di antara dua komponen tersebut.

Perlu diketahui juga bahwa jika menggunakan *handlebar* tipe lingkaran penuh, maka lingkaran luar/radius pijakan kaki (*footbar*) harus lebih besar dari lingkaran luar *handlebar*. Tujuannya supaya pemain dapat berdiri dengan tegak di *footbar*. Dari studi yang sudah dilakukan diketahui bahwa diameter *footbar* adalah 630 mm, sudah lebih kecil daripada diameter *handlebar* (544 mm).

4.13 Studi Sistem Gerak Mainan Papan Keseimbangan

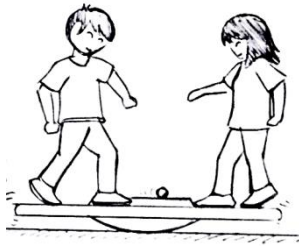
Salah satu tujuan perancangan adalah untuk pembuatan permainan yang variatif. Dengan demikian salah satu parameter penting yang berkaitan dengan sistem gerak mainan papan keseimbangan adalah variasi gerakan. Selain itu juga perlu diperhatikan parameter seperti aspek keamanan serta kemudahan cara bermain karena penggunaannya merupakan anak usia dini yang masih belajar koordinasi gerak anggota tubuh.

Tabel 4.7. *Scoring* untuk sistem gerak yang akan digunakan pada mainan papan keseimbangan.

No.	Parameter	Sistem gerak				
		<i>Rocker</i>	<i>Rocker-roller</i>	<i>Wobble</i>	<i>Sphere and ring</i>	<i>Spring</i>
1.	Variasi gerakan	2	2	5	5	5
2.	Keamanan	4	2	4	2	4
3.	Mudah dimainkan	5	2	5	1	4
4.	Mudah dipindahkan	5	4	5	3	1
	TOTAL	16	10	19	11	14

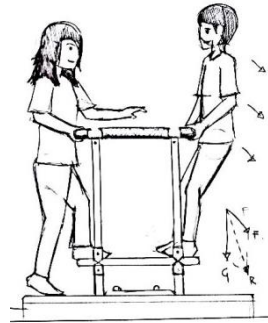
Dari tabel penilaian di atas dapat diketahui bahwa sistem gerak *wobble* secara kumulatif mendapatkan skor tertinggi. Dengan demikian sistem gerak yang digunakan dalam perancangan mainan papan keseimbangan adalah sistem gerak *wobble*. Sistem gerakan beserta inovasinya dijelaskan lebih lanjut pada gambar berikut ini :

INOVASI SISTEM GERAK



NORMAL :

- Sistem sulit dimainkan jika perbedaan berat badan pemain terlalu besar
- Sulit dimainkan anak yang keseimbangan tubuhnya belum baik



INOVASI :

- Sistem dapat dimainkan meski perbedaan berat badan pemain terlalu besar
- Mudah dimainkan anak yang keseimbangan tubuhnya belum baik.

Gambar 4.47. Inovasi sistem gerak pada mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)

4.14 Studi Bentuk Tumpuan

Bentuk tumpuan papan disesuaikan dengan bentuk rangka dasar logam serta rekomendasi besar sudut kemiringan arena permainan berdasarkan studi yang sudah dilakukan sebelumnya.



Tinggi tumpuan 8 cm
Kemiringan max. 6 derajat



Tinggi tumpuan 7 cm
Kemiringan max. 5 derajat



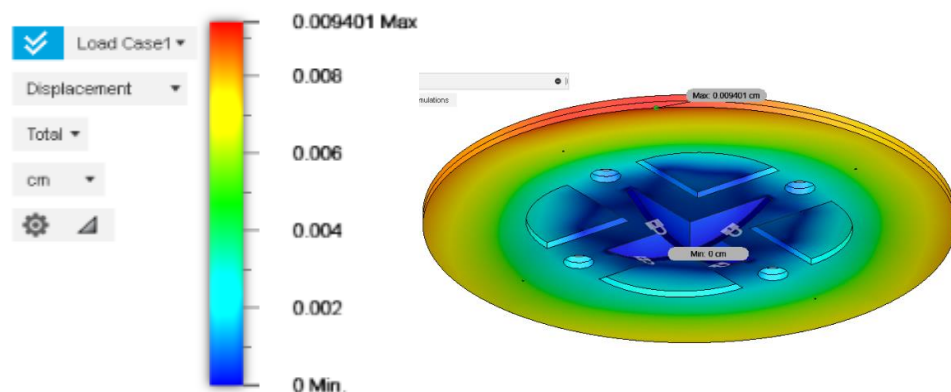
Tinggi tumpuan 6 cm
Kemiringan max. 3,5 derajat

Gambar 4.48. Simulasi tumpuan dan kemiringan papan pijakan.
(Sumber : Penulis, 2020).

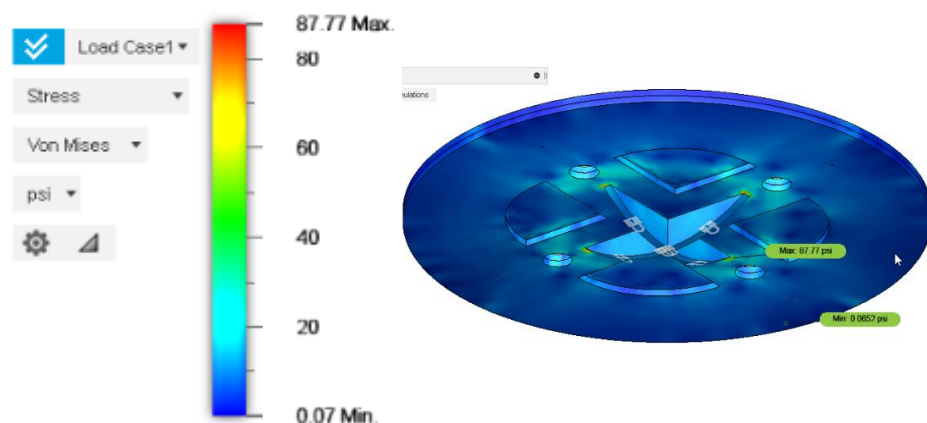
Dari studi sebelumnya diketahui bahwa kemiringan papan mempengaruhi gerakan bola. Semakin miring papan, maka laju bola semakin cepat. Dari studi kemiringan papan juga diketahui bahwa kemiringan maksimum supaya laju

bola tetap mudah dikendalikan adalah 6 derajat. Sehingga dengan demikian dari gambar studi dapat ditentukan bahwa tinggi tumpuan yang sesuai adalah 8 cm. Studi tersebut kemudian dilanjutkan dengan simulasi terhadap gaya yang bekerja pada tumpuan beserta pengaruhnya pada papan pijakan. Mode simulasi yang digunakan adalah *static pressure* dengan beban 1000 newton (N). Nilai tersebut didapatkan dengan mengalikan jumlah maksimum pemain permainan (4 pemain) dengan berat rata-rata anak usia 6 tahun berdasarkan antropometri ditambah 5 kg yaitu $20 \text{ kg} + 5 \text{ kg} = 25 \text{ kg}$ dikalikan percepatan gravitasi (10 kg/m/s). Hasil simulasinya sebagai berikut :

- Alternatif 1

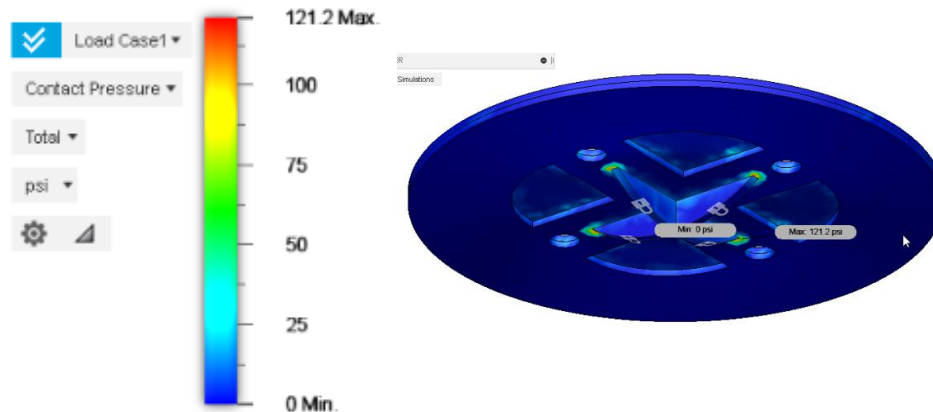


Gambar 4.49. Simulasi pengaruh beban statis terhadap perubahan bentuk papan pijakan pada alternatif desain tumpuan 1.
(Sumber : Penulis, 2020).



Gambar 4.50. Simulasi pengaruh beban statis terhadap sebaran tekanan pada papan pijakan dengan alternatif desain tumpuan 1.
(Sumber : Penulis, 2020)

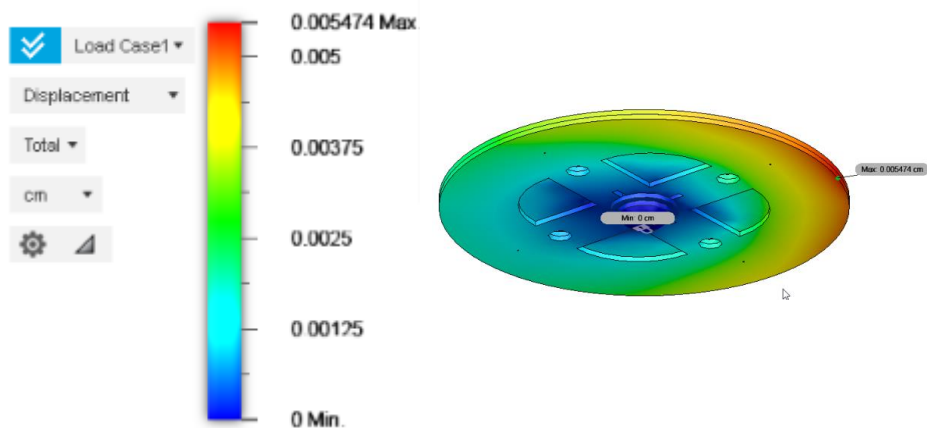
Dari gambar hasil simulasi terhadap alternatif desain tumpuan 1, diketahui bahwa beban statis sebesar 1000 N pada papan menyebabkan pergerakan pada bagian tepi papan sebesar 0,1 mm (maksimum). Sebaran tekanan terpusat pada setiap bagian ujung tumpuan yang menempel pada papan pijakan.



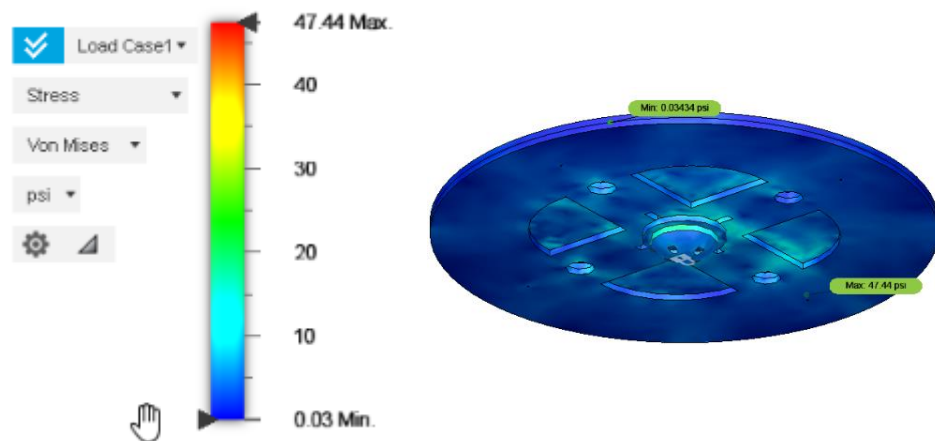
Gambar 4.51. Simulasi pengaruh beban statis terhadap tekanan kontak antara alternatif desain tumpuan 1 dengan papan pijakan.
(Sumber : Penulis, 2020)

Sedangkan untuk tekanan kontak antara tumpuan dan papan pijakan terpusat pada bagian tengah dengan tekanan sebesar 121,2 psi atau kurang lebih 8,5 kg/cm².

- Alternatif 2

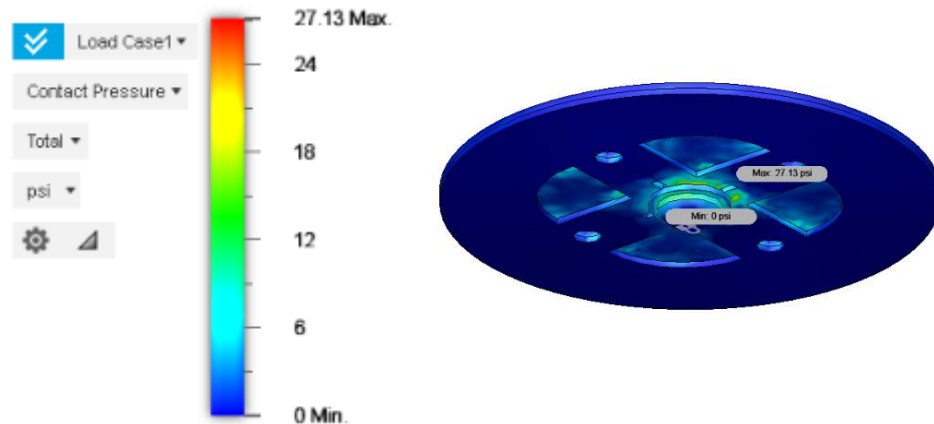


Gambar 4.52. Simulasi pengaruh beban statis terhadap perubahan bentuk papan pijakan pada alternatif desain tumpuan 2.
(Sumber : Penulis, 2020).



Gambar 4.53. Simulasi pengaruh beban statis terhadap sebaran tekanan pada papan pijakan dengan alternatif desain tumpuan 2.
(Sumber : Penulis 2020)

Gambar hasil simulasi terhadap alternatif desain tumpuan 2 menunjukkan bahwa beban statis sebesar 1000 N pada papan menyebabkan pergerakan pada bagian tepi papan sebesar 0.05 mm (max). Sebaran tekanan terpusat pada bagian tengah tumpuan yang menempel pada papan pijakan.



Gambar 4.54. Simulasi pengaruh beban statis terhadap tekanan kontak antara alternatif desain tumpuan 2 dengan papan pijakan.
(Sumber : Penulis, 2020)

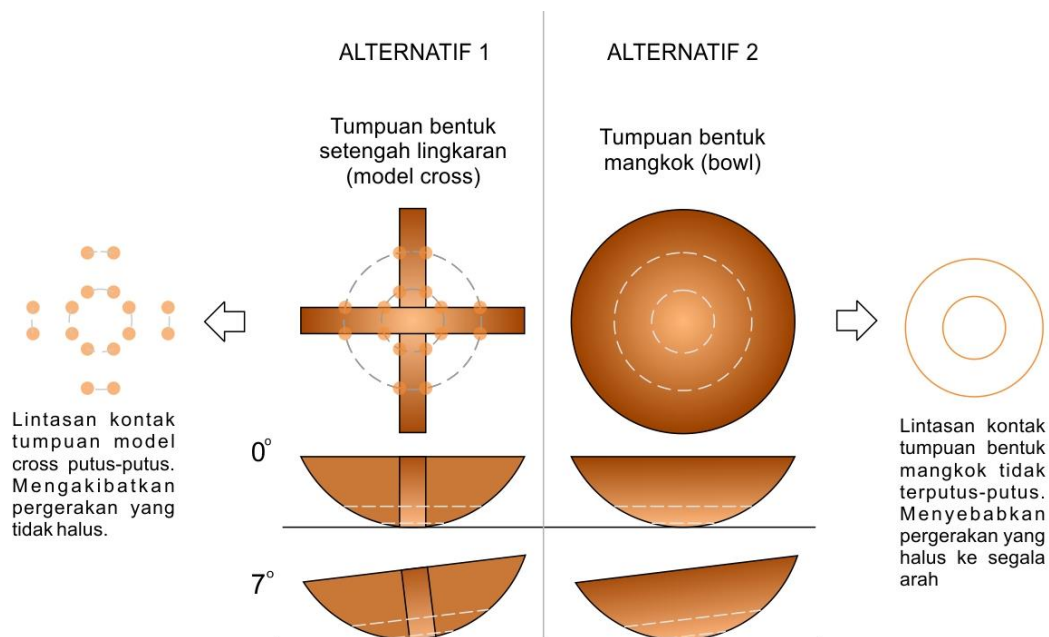
Sedangkan untuk tekanan kontak antara tumpuan dan papan pijakan terpusat pada bagian tengah dengan tekanan sebesar 27,13 psi atau kurang lebih 2 kg/cm².

Untuk mengetahui pengaruh bentuk alternatif desain tumpuan 1 dan 2 terhadap gerakan papan digunakan eksperimen model seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.55. Eksperimen tumpuan menggunakan model dari material MDF.
(Sumber : Penulis, 2020)

Hasil eksperimen tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.56. Bentuk tumpuan dan pengaruhnya terhadap gerakan papan.
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari gambar perbandingan di atas dapat diketahui bahwa alternatif tumpuan model *cross* menimbulkan gerakan disertai dengan jeda pada tiap titik kontak. Berbeda jika dibandingkan alternatif desain tumpuan bentuk mangkok (*bowl*)

yang tidak memiliki jeda pada lintasan kontakannya. Pergerakan dengan jeda dapat membuat rasa dan suasana bermain menjadi kurang menyenangkan.

Untuk menentukan tipe tumpuan yang tepat pada perancangan ini, maka digunakan tabel untuk mengetahui perbandingan alternatif tumpuan 1 dan alternatif tumpuan 2.

Tabel 4.8. Perbandingan alternatif tumpuan

No.	Parameter	Alternatif tumpuan 1	Alternatif tumpuan 2
1.	Perubahan bentuk papan dari posisi awal akibat gaya statis 1000 N	0.1 mm	0.05 mm
2.	Besar tekanan pada tumpuan	121,2 psi (8,5 kg/ cm ²)	27,13 psi (2 kg/ cm ²)
3.	Gerakan	Disertai jeda pada tiap titik kontak tumpuan dengan landasan.	Tanpa jeda pada lintasan kontak tumpuan dengan landasan.

Dari tabel perbandingan di atas dapat diketahui bahwa alternatif tumpuan 2 memiliki jumlah nilai disposisi dan tekanan akibat beban statis yang lebih rendah daripada alternatif desain tumpuan 2. Nilai disposisi dan tekanan yang rendah akan membuat usia pemakaian produk menjadi lebih panjang. Sementara itu lintasan kontak tanpa jeda pada alternatif 2 akan membuat rasa dan suasana bermain menjadi lebih menyenangkan.

Sehingga dengan demikian dapat disimpulkan bahwa yang digunakan dalam perancangan ini adalah alternatif desain tumpuan 2 (bentuk mangkok) dengan tinggi 8 cm.

4.15 Studi Material Tumpuan

Studi ini merupakan lanjutan dari studi sebelumnya. Pada studi bentuk tumpuan diketahui bahwa tumpuan harus mampu menahan beban sebesar 1000 N. Data tersebut kemudian direlasikan dengan data kelas kuat material kayu pada referensi studi yang sudah dilakukan sebelumnya. Relasi tersebut kemudian dimasukkan kedalam tabel untuk memudahkan mengetahui perbandingan kekuatan tiap kayu. Kayu yang dibandingkan adalah jenis kayu yang mudah ditemukan di pasaran. Berikut disajikan tabel perbandingan kayu :

Tabel 4.9. Perbandingan jenis kayu untuk tumpuan.

No.	Jenis kayu	Skala kekuatan kayu	Harga di pasaran (uk. 6cm x 12cm x 4m)
1.	Meranti	II-III	Rp 80.000
2.	Sengon	IV-V	Rp 93.500
3.	Kamper	I-II	Rp 185.000

(Keterangan : Nilai skala semakin kecil maka kayu semakin kuat)

Dari tabel di atas diketahui bahwa kayu meranti memiliki rasio harga dengan kekuatan kayu yang lebih kecil dibandingkan jenis kayu yang lainnya. Sehingga dengan demikian material kayu yang digunakan untuk tumpuan adalah kayu meranti.

4.16 Studi Sambungan Kayu

Mainan papan keseimbangan memerlukan sambungan kayu yang kuat. Terutama pada bagian papan dan penumpu. Berikut ini merupakan studi sambungan kayu dengan metode *scoring* skala 1-5 (semakin tinggi nilai, semakin baik) :

Tabel 4.10. Penilaian untuk sambungan kayu

No.	Parameter	<i>Domino joint</i>	<i>Dowel joint</i>	<i>T-nut</i>
1.	Kekuatan	4	2	4
2.	Kemudahan pengaplikasian	4	5	3
	TOTAL	10	9	11

Dari tabel tersebut diketahui bahwa sambungan kayu yang cocok digunakan pada mainan papan keseimbangan adalah menggunakan *T-nut*. Hasil analisis ini hanya digunakan sebagai referensi desain. Tidak menutup kemungkinan jika seiring proses desain dilakukan kombinasi sambungan dalam satu produk.

4.17 Studi Asesori Produk

Asesori ditambahkan pada produk mainan papan keseimbangan dengan tujuan untuk menambah nilai dan kenyamanan penggunaan produk. Berikut ini merupakan analisis untuk asesoris tersebut :

1. *Grip* untuk pijakan kaki

Grip untuk pijakan kaki ditambahkan pada permukaan atas papan keseimbangan supaya pengguna tidak terpeleset saat memainkannya.

Berikut ini merupakan analisis material *grip* tersebut dengan metode *scoring* skala 1-5 (semakin tinggi nilai, semakin baik) :

Tabel 4.11. Penilaian untuk alternatif material alas pijakan kaki berbasis stiker

No.	Parameter	Stiker kulit jeruk	Grip tape
1.	Tingkat cengkeraman	2	5
2.	Keawetan	3	4
3.	Harga ekonomis	4	3
4.	<i>Safety</i>	3	3
5.	Mudah dibersihkan	5	5
	TOTAL	17	20

Dari tabel tersebut diketahui bahwa material yang memenuhi kriteria untuk diaplikasikan pada mainan papan keseimbangan adalah *grip tape*.

2. *Grip* pegangan tangan

Grip untuk pegangan tangan ditambahkan pada *handlebar* supaya telapak tangan pengguna dapat menggenggam dengan nyaman dan tidak selip. Berikut ini merupakan analisis material *grip* dengan metode *scoring* skala 1-5 (semakin tinggi nilai, semakin baik) :

Tabel 4.12. Penilaian untuk material pegangan tangan

No.	Indikator	Busa EVA	Busa EVA lilitan
1.	Tingkat cengkeraman	5	5
2.	Keawetan	3	3
3.	Kenyamanan	4	3
4.	Fleksibilitas pemasangan	2	5
	TOTAL	14	16

Dari tabel tersebut diketahui bahwa material yang cocok digunakan sebagai material untuk pegangan tangan adalah busa EVA lilitan.

4.18 Studi Teknis Rangka Dasar

Analisis ini bertujuan untuk menghasilkan keputusan terkait jenis rangka serta material yang akan digunakan. Setelah dilakukan studi terhadap bentuk rangka dasar, didapatkan hasil bahwa rangka dasar dibuat terpisah dari papan multipleks. Selain itu, jika dikaitkan dengan skenario penggunaan mainan secara ekstrim, diketahui bahwa rangka dasar harus memiliki ekstensi untuk menjaga supaya mainan tidak mudah terguling. Gambaran terhadap desain rangka dasar yang baru dapat dilihat pada gambar berikut ini :

- Alternatif 1



Gambar 4.57. Alternatif desain rangka 1.
(Sumber : Penulis, 2020)

Alternatif rangka seperti gambar di atas terinspirasi dari bentuk potongan berlian yang terkenal karena kekuatannya. Akan tetapi desain tersebut membutuhkan banyak potongan pipa berikut dengan pengelasannya.

- Alternatif 2



Gambar 4.58. Alternatif desain rangka 2.
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari dua gambar alternatif tersebut kemudian dibuat tabel perbandingan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif berdasarkan parameter yang ada. Tabel tersebut disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.13. Perbandingan alternatif rangka dasar

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Jumlah titik perpotongan pipa	12	8

Dari tabel perbandingan di atas diketahui bahwa alternatif desain rangka 2 memiliki jumlah titik potong pipa dan volume yang lebih sedikit daripada alternatif desain rangka 1. Penggunaan alternatif 2 tentu dapat mengurangi biaya produksi sehingga pada akhirnya juga berimbas pada harga jual yang lebih terjangkau.

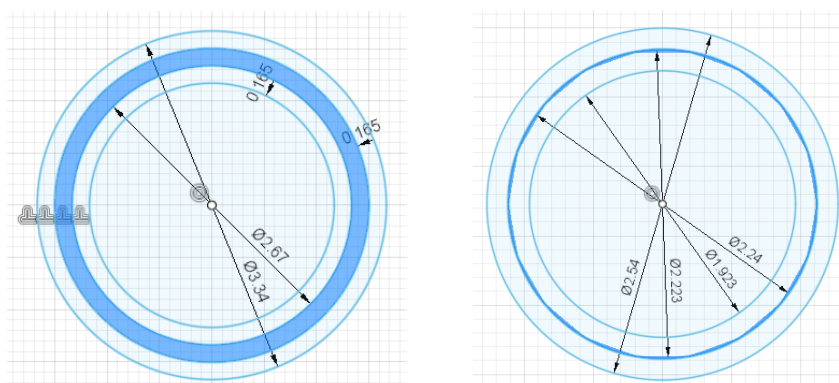
4.19 Studi Material Rangka

Rangka yang dimaksud meliputi *handlebar*, tiang *handlebar*, *footbar* dan rangka dasar yang terbuat dari rangkaian pipa. Berikut tabel untuk mengetahui perbandingan tiap material :

Tabel 4.14. Perbandingan tiap material rangka

No.	Parameter	Aluminium	Besi	Baja
1.	Tingkat kekakuan (Modulus Elastisitas)	68,0 GPa	200 GPa	200 GPa
2.	Ketersediaan pipa diameter 7/8" tebal 1,5 mm	v	-	-

Dari tabel di atas diketahui bahwa aluminium adalah logam dengan modulus elastisitas yang paling rendah. Akan tetapi, hanya pipa aluminium yang mempunyai diameter 22 mm. Diameter 22 mm menjadi penting karena tiap sambungan pada desain akan rapat tanpa memerlukan sok tambahan. Perbandingan ukuran tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.59 Perbandingan celah antar diameter pipa (garis tebal warna biru) pada pipa besi (kiri) dan pipa aluminium.
(Sumber : Penulis, 2020)

Sehingga dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pipa untuk rangka digunakan pipa aluminium diameter 7/8" dengan ketebalan 1,5 mm.

4.20 Studi Bentuk *Handlebar*

Studi *handlebar* bertujuan untuk mengetahui bentuk yang paling sesuai dengan hasil berbagai analisis maupun studi yang sudah dilakukan sebelumnya. Berikut merupakan contoh model *handlebar* tersebut :

- Alternatif 1



Gambar 4.60. Alternatif desain *handlebar* 1.
(Sumber : Penulis, 2020)

- Alternatif 2



Gambar 4.61. Alternatif desain *handlebar* 2.
(Sumber : Penulis, 2020)

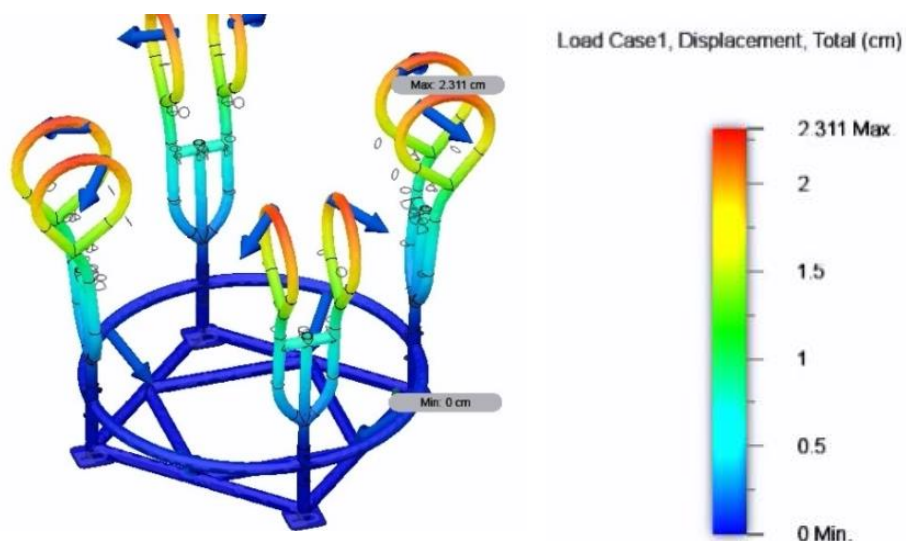
- Alternatif 3



Gambar 4.62. Contoh alternatif desain *handlebar* 3.
(Sumber : Penulis, 2020)

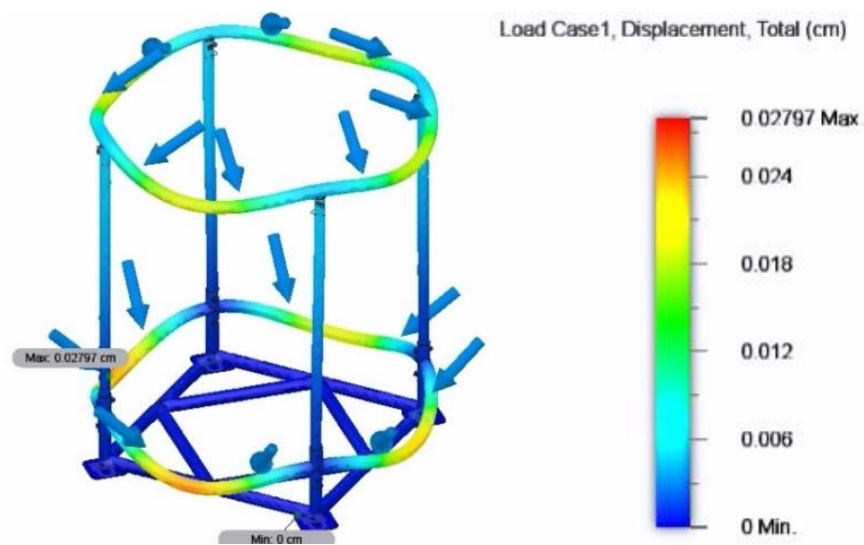
Dari beberapa alternatif *handlebar* tersebut kemudian dilakukan simulasi kekuatan struktur dengan menggunakan bantuan software Autodesk Fusion 360 (Education License). Gambaran hasil simulasi 4 pemain dengan gaya masing-masing pemain sebesar 300N dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

- Alternatif 1



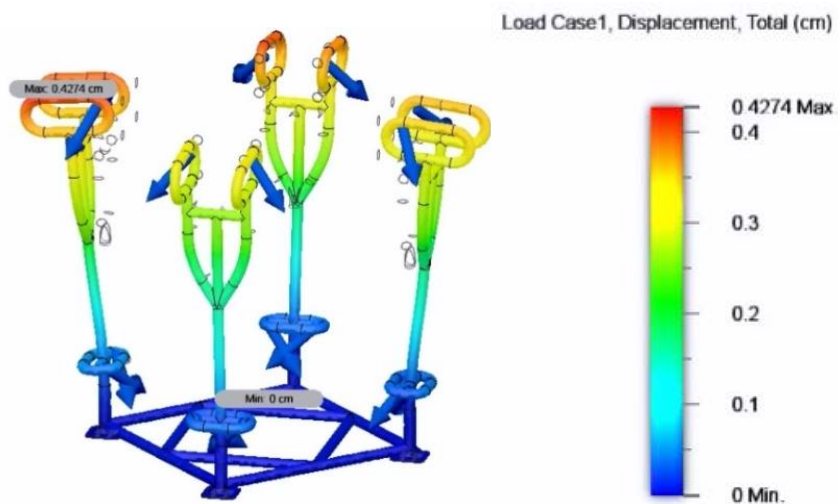
Gambar 4.63. Simulasi pada alternatif desain *handlebar* 1.
(Sumber : Penulis, 2020)

- Alternatif 2



Gambar 4.64. Simulasi pada alternatif desain *handlebar 2*.
(Sumber : Penulis, 2020)

- Alternatif 3



Gambar 4.65. Simulasi pada alternatif desain *handlebar 3*.
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari gambar simulasi di atas kemudian dirumuskan dalam suatu tabel untuk mengetahui perbandingan tiap alternatif berdasarkan parameter yang ada. Tabel tersebut disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.15. Perbandingan alternatif *handlebar*

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1.	Pergerakan maksimum <i>handle</i> dari titik semula	23 mm	0.2 mm	40 mm
2.	Volume	1020 cm ³	496 cm ³	1735 cm ³

Dari gambar simulasi dan tabel parameter dapat diketahui bahwa alternatif desain *handlebar* 2 memiliki perpindahan serta volume paling minimal dibandingkan dengan alternatif lainnya. Minimnya perpindahan menunjukkan bahwa desain rangka memiliki struktur dan stabilitas yang baik. Sedangkan minimnya volume selaras dengan besaran biaya produksi yang harus dikeluarkan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alternatif *handlebar* 2 digunakan dalam perancangan ini.

4.21 Studi Sambungan Rangka

Setiap bagian rangka aluminium pada perancangan ini dihubungkan satu sama lain dengan sistem *slot and lock*. Sistem ini memungkinkan salah pipa satu masuk ke dalam pipa yang berdiameter lebih besar untuk kemudian dikunci posisinya dengan mur dan baut. Baut dan mur yang dapat digunakan dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4.66 Dari kiri, baut kembang, baut kunci L, mur segi enam standar, mur topi.
(Sumber : Penulis, 2020)

Untuk perbandingan mur dan baut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.16 Perbandingan baut kembang dan baut kunci L

No.	Parameter	Baut kembang (+)	Baut kunci L
1.	Menimbulkan sisa gencetan logam yang tajam pada kepala baut	Ya	Tidak

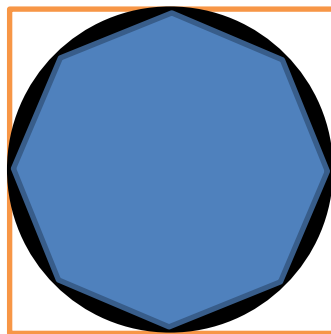
Tabel 4.17 Perbandingan mur segi enam standar dan mur topi

No.	Parameter	Mur segi enam biasa	Mur topi
1.	Menutup sisa perpanjangan baut	Tidak	Ya

Dari studi di atas dapat diketahui bahwa baut kembang menimbulkan sisa gencetan logam yang tajam pada kepala baut, sedangkan baut kunci L tidak. Sementara itu, mur segi enam biasa tidak dapat menutup sisa perpanjangan ujung baut, sedangkan mur topi mampu menutup sisa perpanjangan tersebut. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa untuk segi keamanan, kombinasi baut kunci L dan mur topi memiliki nilai lebih tinggi daripada kombinasi lainnya. Hanya saja, perlu disertakan kunci L dalam *packaging*.

4.22 Studi Bentuk Papan Pijakan

Studi ini diawali dengan pencarian bentuk bidang datar yang sesuai untuk akomodasi 4 orang pemain. Lingkaran, persegi dan segi delapan merupakan bidang datar yang memenuhi unsur tersebut.



Gambar 4.67. Perbandingan bentuk bidang datar.
(Sumber : Penulis, 2020)

Selanjutnya dilakukan perbandingan dengan tabel untuk mengetahui bidang datar yang paling sesuai. Tabel tersebut disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.18. Perbandingan bidang datar papan pijakan

No.	Parameter	Lingkaran	Persegi	Segi delapan
1.	Luas area (mis. panjang sisi persegi 20cm)	314 cm ²	400 cm ²	282,8 cm ²
2.	Jumlah sudut	0	4	8
3.	Luas merata di setiap area papan pijakan	Ya	Tidak	Tidak

Dari tabel di atas diketahui poin-poin berikut :

- Segi delapan memiliki luas area yang paling kecil. Luas area linier dengan biaya produksi yang harus dikeluarkan.
- Lingkaran merupakan bidang datar yang tidak memiliki sudut sehingga lebih aman dibandingkan bidang datar yang lain.
- Lingkaran memiliki luasan yang merata dibandingkan bidang datar lain.
- Lingkaran merupakan pengulangan bentuk dari desain rangka dasar dan *handlebar*. Pengulangan merupakan unsur yang penting dalam desain.

Sehingga dengan demikian lingkaran adalah bentuk bidang datar yang dipilih sebagai bentuk papan pijakan.

4.23 Studi Material Papan Pijakan

Analisis material didasarkan pada preferensi konsumen yang didapat saat survey dan studi literatur tentang material berbasis kayu. Untuk mempermudah proses analisis maka dilakukan metode *scoring* skala 1-5 dari masing-masing material terhadap indikator yang dibuat berdasarkan preferensi konsumen. Proses *scoring* tersebut disajikan dalam tabel berikut ini :

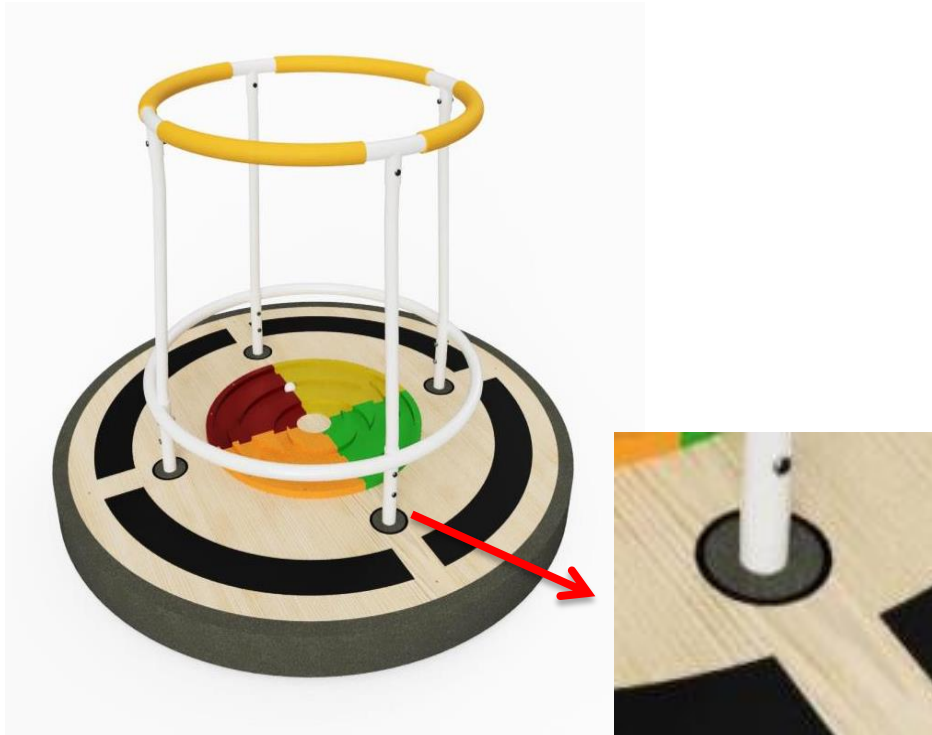
Tabel 4.19. Perbandingan material papan pijakan

No.	Parameter	Kayu lapis (plywood)	Kayu pinus	MDF
1.	Material ringan	3	2	3
2.	Aman untuk anak	3	4	2
3.	Harga terjangkau	4	2	4
4.	Mudah dibentuk	4	3	4
TOTAL		14	11	13

Dari tabel perbandingan di atas dapat diketahui bahwa kayu lapis memiliki skor tertinggi. sehingga dapat disimpulkan bahwa kayu lapis adalah material yang paling sesuai untuk digunakan sebagai material papan pijakan.

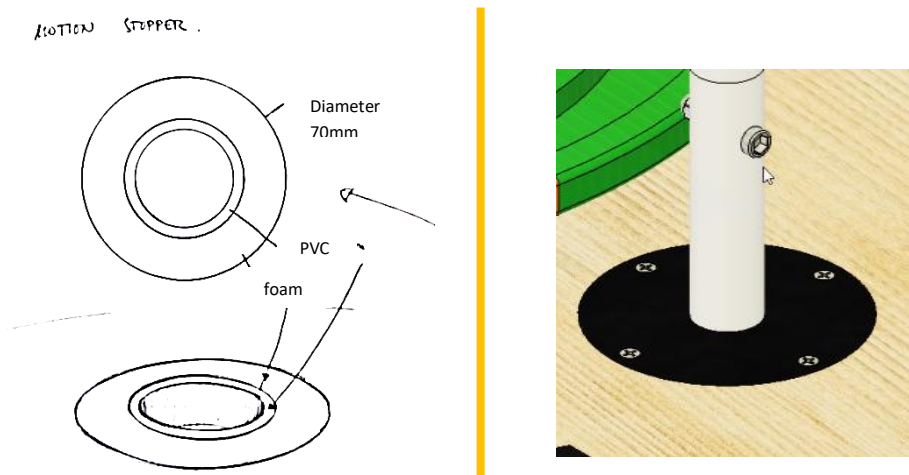
4.24 Studi *Stopper* Papan Pijakan

Stopper pada papan pijakan berfungsi untuk meminimalisir pergeseran yang terjadi pada papan pijakan ketika dimainkan. Letak *stopper* pada mainan papan keseimbangan dijelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 4.68. Letak *stopper* pada mainan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)

Sketsa model alternatif stopper dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.69. Alternatif *stopper* 1 (kiri) dan alternatif *stopper* 2.
(Sumber : Penulis, 2020)

Perbandingan setiap alternatif *stopper* dapat dilihat pada tabel berikut :

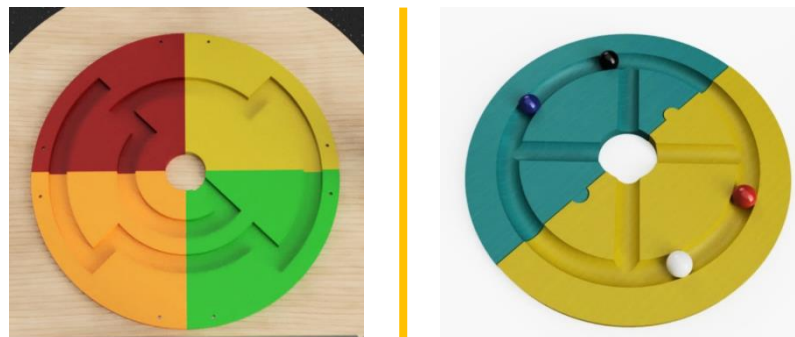
Tabel 4.20. Tabel perbandingan alternatif *stopper*.

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Tidak timbul gangguan gerakan pada papan pijakan	-	v
2.	Tidak timbul lecet pada permukaan rangka	-	v

Dari tabel di atas diketahui bahwa alternatif 2 tidak menimbulkan gangguan gerakan maupun lecet pada permukaan rangka dibandingkan dengan alternatif 1. Sehingga dapat disimpulkan model *stopper* alternatif 2 digunakan dalam perancangan ini dengan sedikit modifikasi perbesaran diameter lingkaran dalam sebesar 1,5 cm dari ukuran awal. Tujuannya supaya gaya elastisitas yang bekerja tidak cepat merusak karet *stopper*.

4.25 Studi Bentuk Arena Permainan

Bentuk arena permainan disesuaikan dengan bentuk *handlebar* dan pijakan kaki, yaitu lingkaran. Ada dua kemungkinan alternatif arena permainan.. Alternatif tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.70. Alternatif bentuk arena 1 dengan 4 kombinasi (kiri) dan alternatif bentuk arena dengan 2 kombinasi.
(Sumber : Penulis, 2020)

Kedua gambar alternatif kemudian dimasukkan tabel perbandingan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif. Tabel tersebut disajikan sebagai berikut :

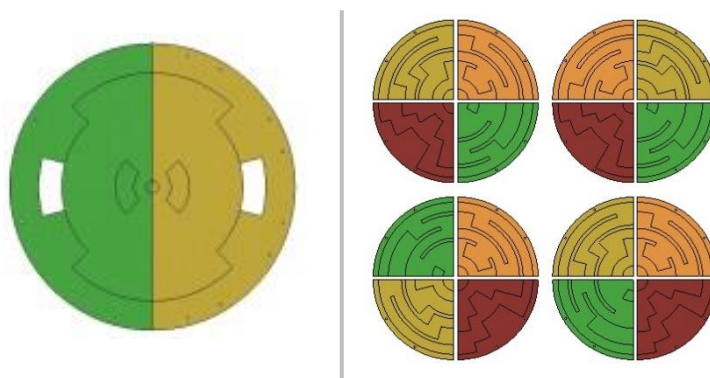
Tabel 4.21. Tabel perbandingan bentuk arena permainan

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Jumlah kombinasi permainan	4	2
2.	Jumlah potongan arena	4	2
3.	Langkah pemasangan	4	2
4.	Kemungkinan dimainkan tanpa papan pijakan	Tidak ada	Tidak ada

Dari tabel perbandingan diketahui bahwa jumlah kombinasi permainan linier dengan jumlah potongan dan langkah pemasangan arena. Alternatif 1 memiliki jumlah kombinasi yang lebih banyak dibandingkan dengan alternatif 2. Semakin banyak kombinasi tentu semakin banyak pula hal baru serta tantangan yang akan dirasakan oleh pemain. Hal tersebut selaras dengan hasil analisis karakter serta persona end-user yang sangat menyukai hal-hal baru. Sehingga dengan demikian alternatif 1 menjadi pilihan yang paling sesuai untuk mode kerjasama. Sementara itu arena mode bertanding didesain satu lingkaran utuh sehingga tidak dapat dikombinasikan dengan keeping arena mode kerjasama.

4.26 Studi Alur Permainan

Alur pada arena permainan didesain untuk akomodasi dua mode permainan yaitu untuk kerjasama dan bertanding. Selain itu, alur pada arena permainan harus dapat saling terhubung saat dikombinasikan. Hasil studi tersebut ditampilkan dalam model digital berikut :



Gambar 4.71. Arena untuk mode bertanding (kiri) dan mode kerjasama yang dapat dikombinasikan (kanan).
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari gambar tersebut diketahui bahwa pada mode bertanding, arena yang digunakan berbeda dengan arena yang digunakan untuk mode kerjasama. Arena permainan untuk mode bertanding juga tidak dapat dikombinasikan. Hal

tersebut berbeda dengan arena untuk mode kerjasama yang dapat dikombinasikan dengan berbagai variasi. Cara yang dapat dilakukan supaya arena bertanding tidak tertukar dengan arena kerjasama adalah dengan membuat arena bertanding menjadi satu keping lingkaran penuh.

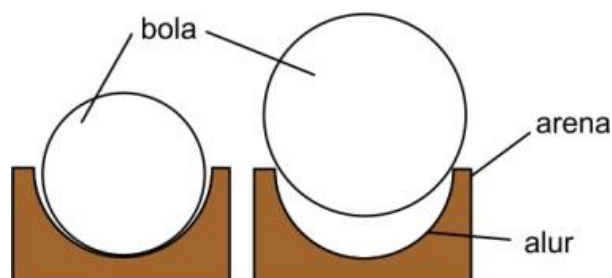
4.27 Studi Penampang dan Tekstur Alur Arena Permainan

Studi ini didapat dari tinjauan mengenai ukuran dan jenis bola permainan serta model arena permainan. Dari eksperimen diketahui bahwa ukuran dan jenis bola yang digunakan akan mempengaruhi bentuk alur arena permainan.



Gambar 4.72. Eksperimen pengaruh lebar alur terhadap jenis serta ukuran bola kelereng (kiri) dan bola bekel (kanan) pada papan multipleks.
(Sumber : Penulis, 2019)

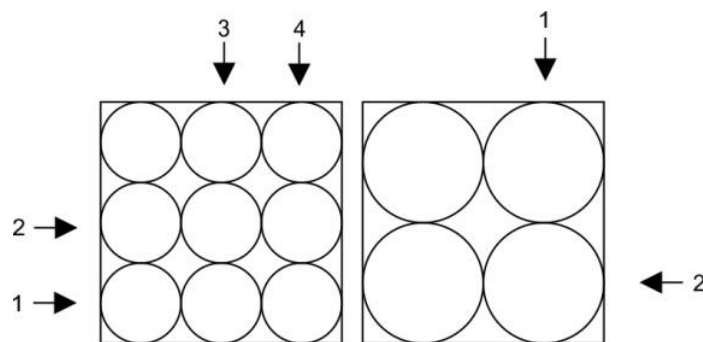
Hal tersebut disebabkan karena lebar alur harus menyesuaikan ukuran bola. Semakin besar bola yang digunakan, maka alur juga harus semakin lebar. Tujuannya adalah untuk meminimalisir peluang bola terlempar keluar arena atau jalurnya. Penjelasannya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.73. Dampak penggunaan bola berdiameter lebih besar dari lebar alur.
(Sumber : Penulis, 2019)

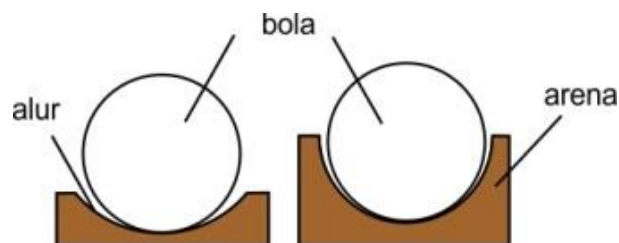
Dari gambar di atas diketahui bahwa jika alur yang sempit digunakan untuk bola berukuran lebih besar daripada lebar alur, maka bola akan berada di tepi atas alur. Hal tersebut akan menyebabkan bola lebih mudah terlempar keluar

arena. Bola bekel yang terbuat dari material karet merupakan jenis bola yang peluang keluar arenanya paling besar karena material karet memiliki elastisitas. Elastisitas menyebabkan perubahan energi potensial yang dapat merubah nilai momentum serta arah pergerakan bola sehingga lebih sulit diprediksi. Sifat tersebut di satu sisi merugikan karena menyebabkan kemungkinan bola keluar arena lebih besar. Namun di sisi lain juga dapat menyajikan keseruan karena pergerakan yang sulit diprediksi. Sementara itu, tidak ada masalah jika lebar alur lebih besar dari diameter bola.



Gambar 4.74. Bola kecil (kiri) memiliki rasio diameter bola terhadap luas arena yang lebih besar dibandingkan bola berdiameter lebih besar.
(Sumber : Penulis, 2019)

Dampak penggunaan bola berdiameter besar juga berpengaruh terhadap variasi model arena permainan. Semakin besar diameter bola yang digunakan maka variasi arena permainan akan semakin sedikit karena luas arena untuk variasi juga berkurang. Kedalaman alur juga memiliki peran terhadap pergerakan bola. Rasio kedalaman alur dengan diameter bola yang lebih dari 1:2 akan menyebabkan peluang bola keluar arena lebih besar.



Gambar 4.75. Alur yang dangkal (kiri) menyebabkan bola mudah keluar arena.
(Sumber : Penulis, 2019)

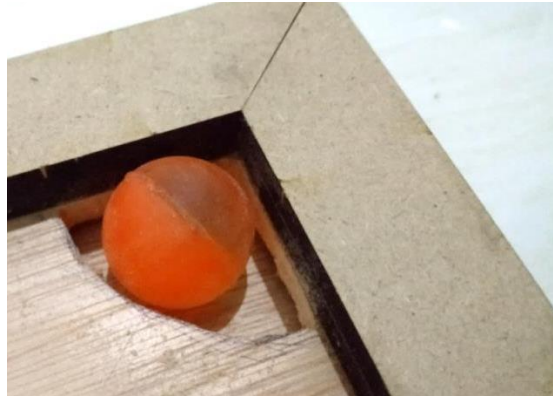
Namun, penulis berpendapat bahwa alur dangkal tidak sepenuhnya berdampak buruk. Alur dangkal dapat dimanfaatkan untuk sarana *leveling* (tingkat kesulitan) dimana pemain harus menjaga supaya bola tidak keluar arena. Bentuk alur juga berpengaruh terhadap gerak bola, alur dengan dinding mengotak membuat laju bola lebih stabil daripada alur dengan dinding lengkung. Sementara itu untuk tekstur arena permainan, dari eksperimen diketahui bahwa perancangan model tekstur juga harus memperhatikan prinsip alur, yaitu kedalaman dan lebar alur.



Gambar 4.76. Eksperimen pengaruh tekstur terhadap kelereng dan bola bekel.
(Sumber : Penulis, 2019)

Tekstur pada umumnya memiliki perbedaan ketinggian. Bola juga akan ikut berubah ketinggiannya mengikuti bentuk alur tekstur. Akan tetapi, perbedaan ketinggian yang terlalu besar dan drastis dapat menghentikan laju bola. Sehingga harus diupayakan supaya perbedaan ketinggian pada tekstur dibuat secara gradual dan tidak drastis. Namun sama seperti alur dangkal, tekstur dengan beda ketinggian drastis dapat digunakan sebagai sarana variasi tingkat kesulitan.

Untuk arena yang menggunakan lubang, harus diperhatikan gradien ketinggian dan luas lubang. Gradien yang terlalu landai dan lubang yang terlalu luas akan menyebabkan bola memiliki momentum atau gaya yang dapat membuat bola keluar dari lubang. Sehingga jika tujuannya adalah supaya bola tidak dapat lolos dari lubang, maka yang harus dilakukan adalah membuat lubang seukuran bola dengan dinding yang tegak vertikal.



Gambar 4.77. Bentuk lubang seukuran bola.
(Sumber : Penulis, 2019)

Pada uji coba terhadap bentuk penampang alur juga diketahui bahwa penampang berbentuk kurva cenderung membuat bola lebih mudah keluar arena daripada penampang bentuk kotak. Dari berbagai ulasan tersebut, perbandingan untuk penampang kotak dan cekung adalah sebagai berikut :

Tabel 4.22. Data perbandingan bentuk penampang pada arena permainan

No.	Parameter	Penampang kotak	Penampang cekung
1.	Bola sulit terlempar dari alur	v	-
2.	Tidak perlu penyesuaian kedalaman alur	v	-

Kesimpulan dari analisis bentuk, jenis dan tekstur arena permainan adalah perancangan arena harus selalu disesuaikan dengan pengguna, luas arena, diameter bola dan jenis bola yang digunakan. Detailnya sebagai berikut :

1. Alur bola pada arena menggunakan penampang kotak untuk mengurangi peluang bola keluar arena dengan cepat ketika papan permainan digoyangkan.
2. Alur dibuat dengan pola yang mudah dimainkan karena pemainnya masih anak TK.

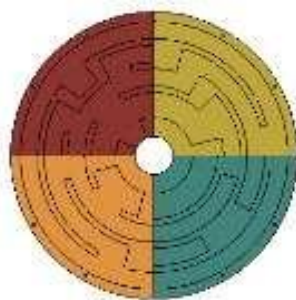
4.28 Studi Skenario Permainan

Studi ini dilakukan untuk perumusan aturan serta cara memainkan produk supaya konsep dan tujuan perancangan produk dapat tercapai. Sebelum penggunaan, produk yang sudah dirakit harus diletakkan pada alas atau karpet supaya produk tidak mudah bergeser. Berikutnya skenario yang dirumuskan

adalah skenario penggunaan untuk 2 (dua) dan 4 (empat) pemain beserta konfigurasi arena permainan berikut ini :

- Skenario untuk penggunaan arena permainan mode kerjasama

Skenario ini meliputi cara bermain mode kerjasama untuk dua dan empat orang pemain berikut dengan peraturannya sebagai berikut :



Arena mode kerjasama

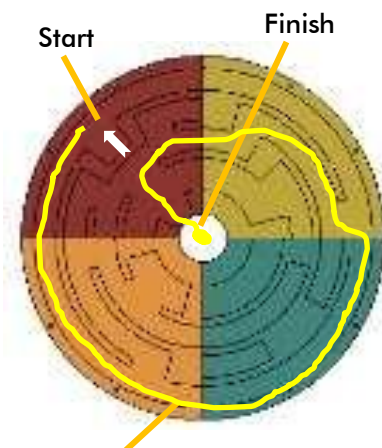
Terdiri dari empat keping arena yang terhubung dan dapat diganti-ganti dengan keping arena yang lain. Memiliki satu bagian primer berwarna merah. Bagian ini berfungsi sebagai jalur *start-finish* dan harus selalu terpasang. Bagian arena selain warna merah merupakan arena pelengkap supaya arena permainan dapat digunakan sebagaimana mestinya. Area *finish* berada di tengah-tengah arena



Dua pemain

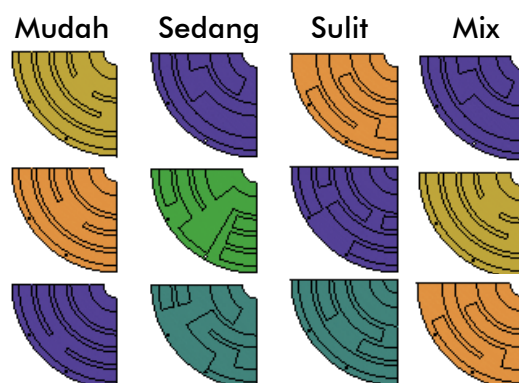


Empat pemain



Contoh jalur permainan

Leveling

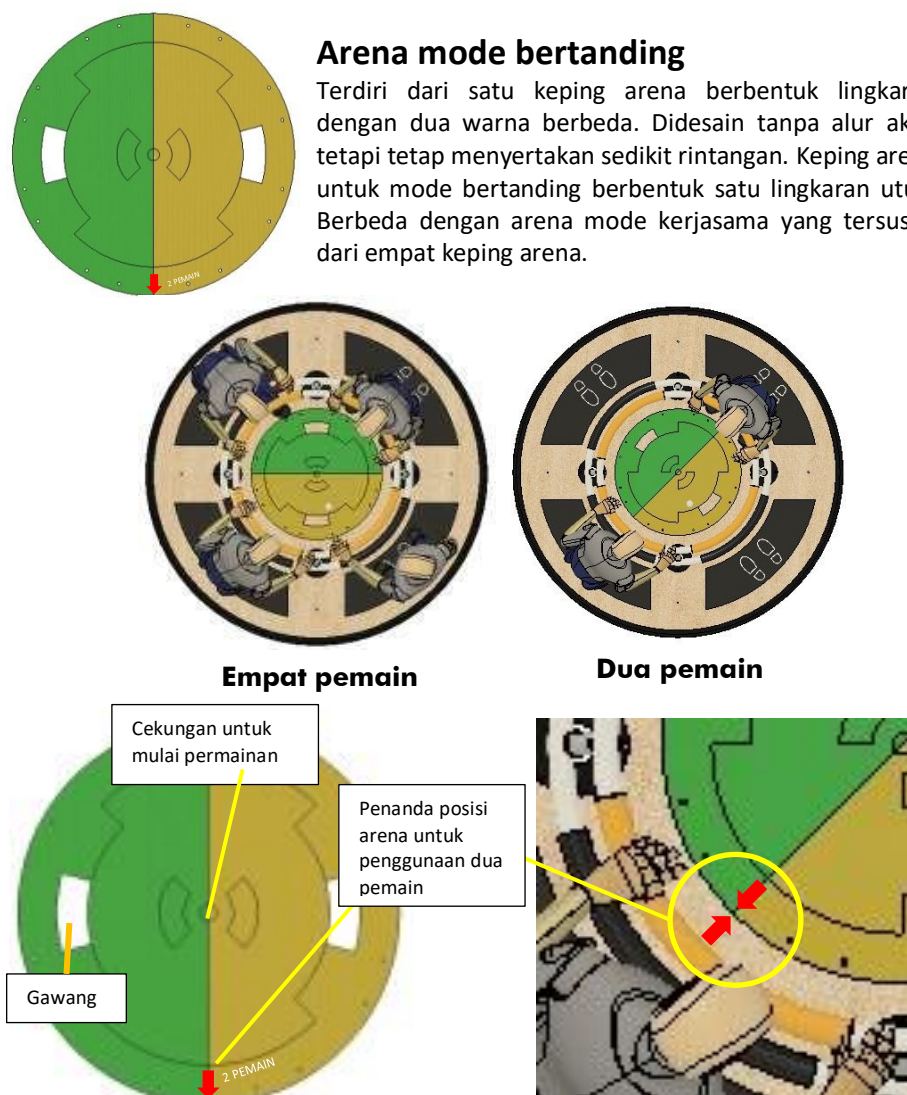


Gambar 4.78 Skenario penggunaan arena permainan mode kerjasama.
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa untuk memainkan produk, pemain harus memulai permainan dari titik mulai menuju titik akhir menggunakan bola yang sudah disertakan dalam paket penjualan. Bola akan bergerak seiring dengan gerakan papan pijakan. Tugas setiap pemain adalah bekerjasama untuk mengarahkan bola bergerak menuju titik akhir. Jika bola keluar arena maka harus mengulang dari titik awal. Untuk kepingan arena dapat dikombinasikan dengan satu atau lebih kombinasi tingkat kesulitan.

- Skenario penggunaan arena permainan mode bertanding

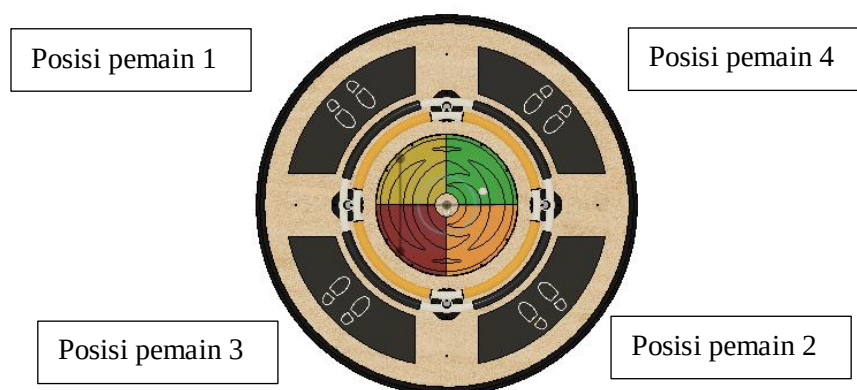
Skenario ini meliputi cara bermain mode bertanding untuk dua dan empat orang pemain yang disajikan sebagai berikut :



Gambar 4.79 Skenario penggunaan arena permainan mode kerjasama.
(Sumber : Penulis, 2020)

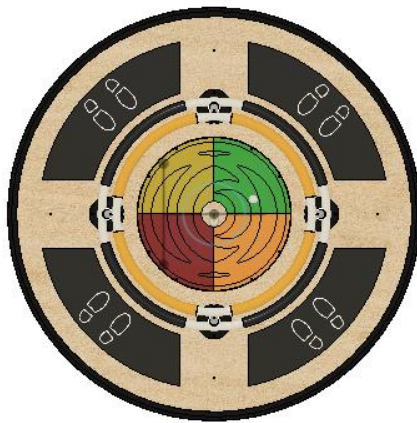
Dari gambar dapat dilihat bahwa posisi arena permainan saat digunakan 2 orang pemain dan 4 orang pemain berbeda. Untuk memudahkan penyesuaian posisi tersebut, digunakan penanda berupa panah warna merah pada arena permainan dan papan pijakan. Sehingga untuk penyesuaian posisi arena permainan hanya perlu mempertemukan dua tanda panah warna merah tersebut. Untuk cara bermainnya sendiri dimulai dengan penempatan bola pada cekungan di tengah-tengah arena permainan. Setiap kubu kemudian saling menggerakkan papan untuk mengarahkan bola ke lubang di daerah lawan. Tiap area dibatasi dengan warna berbeda supaya lebih komunikatif secara visual.

Selanjutnya harus ditentukan terlebih dahulu posisi tiap pemain di atas papan pijakan supaya produk dapat digunakan dengan baik. Studi untuk posisi pemain dapat dilihat pada gambar berikut :

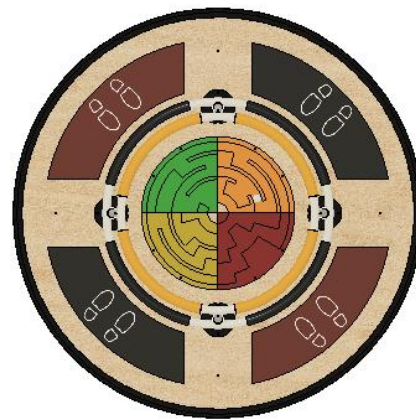


Gambar 4.80 Penempatan posisi tiap pemain untuk semua mode permainan.
(Sumber : Penulis, 2020)

Gambar di atas menunjukkan pemain 1 dan pemain 2 berada berseberangan. Begitu pula dengan posisi pemain 3 dan 4. Posisi ini berlaku untuk baik untuk mode kerjasama maupun mode bertanding. Untuk memudahkan pemain menempati posisinya maka diperlukan penyesuaian. Alternatif penyesuaian tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Alternatif 1



Alternatif 2

Gambar 4.81 Alternatif penempatan posisi pemain.
(Sumber : Penulis, 2020)

Selanjutnya untuk mengetahui alternatif yang tepat, tiap alternatif selanjutnya dinilai dengan beberapa parameter yang sesuai. Tabel penilaian tersebut disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.23 Penilaian alternatif metode penempatan posisi pemain

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Mudah dipahami pengguna	3	4
2.	Tidak mengganggu estetika produk	2	4
TOTAL		5	8

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa alternatif 2 memiliki nilai lebih tinggi daripada alternatif 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode penempatan posisi pemain menggunakan kode warna pada *griptape* pijakan kaki. Untuk warnanya sendiri dipergunakan warna hitam dan merah marun.

Untuk cara penggunaannya baik mode kerjasama maupun bertanding, jika penggunaan oleh dua pemain maka tiap pemain harus berdiri berhadapan berdasarkan kode warna pijakan yang sama. Untuk penggunaan oleh 4 pemain dalam mode kerjasama pemain bebas memilih posisi berdasarkan penanda pijakan yang sudah ada. Khusus untuk mode bertanding 4 pemain, setiap kubu harus berdiri di atas kode warna pijakan yang sama.

Skenario selanjutnya adalah skenario setelah penggunaan. Produk tidak perlu dikemas kembali. Hanya perlu dipindahkan atau digeser secara utuh jika

diperlukan. Namun, produk perlu dikemas kembali seperti semula ketika dipindahkan ke tempat yang cukup jauh (lebih dari 15 meter) atau dipindahkan melalui pintu atau celah yang berukuran lebar kurang dari 120 cm.

4.29 Studi Warna

Studi warna bertujuan untuk mendapatkan warna yang sesuai dengan anak-anak dengan mempelajari *moodboard*. *Moodboard* merupakan metode pengembangan ide untuk berkomunikasi, berpikir, dan berbagi pandangan sambil mendefinisikan produk atau tren di masa depan. *Moodboard* sebagian besar terdiri dari visual yang mencakup warna dan bahan, tekstur, gambar, dan objek fisik (Lucero, 2012).



Gambar 4.82. *Moodboard*, palet warna dan alternatif pewarnaan.
(Sumber : Penulis, 2019)

Dari studi terhadap gambar pada *moodboard*, diketahui bahwa warna turunan yang dihasilkan adalah warna pastel yang cerah. Sesuai dengan karakter *end-user* yang selalu ceria dan hari-harinya selalu penuh warna. Untuk penerapan warna pada produk disediakan dua alternatif pewarnaan yang kemudian dinilai

menggunakan parameter yang sesuai. Penilaian tersebut (skor maksimum 5 tiap parameter) disajikan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel 4.24 Penilaian alternatif pewarnaan produk

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Intensitas penggunaan warna pastel cerah	2	4

Dari penilaian di atas dapat diketahui bahwa alternatif pewarnaan 2 memiliki skor yang lebih tinggi daripada alternatif 1. Sehingga dapat disimpulkan alternatif yang digunakan adalah alternatif pewarnaan 2.

4.30 Studi Proses *Finishing*

Proses *finishing* yang dimaksud adalah proses penghalusan serta pengecatan beberapa part atau bagian yang butuh *finishing*. Bagian-bagian tersebut antara lain adalah rangka logam, arena permainan dan papan pijakan.

- *Finishing* rangka (*handlebar*, tiang *handlebar*, *footbar* serta rangka dasar)
Proses *finishing* dilakukan dengan proses pengecatan. Alternatif metode pengecatan yang dapat digunakan yaitu dengan cat *pylox*, *duco* (*water based*) atau dengan cat besi. Kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.25. Perbandingan cat pelapis logam

No.	Parameter	Pylox	Duco (<i>water based</i>)	Cat besi
1.	Zat yang digunakan	<i>Acrylates</i>	<i>Nitrocellulose</i> , pelarut air	<i>Thinner</i> (toluene)
2.	Aman untuk anak	Tidak	Ya	Tidak
3.	Pengaplikasian	Semprot dari kaleng	Semprot kompresor	Oles dengan kuas

Dari tabel di atas diketahui bahwa *Pylox* dan cat besi menggunakan cat dengan zat pelarut yang tidak aman digunakan untuk kontak dengan anak. Pelarut tersebut butuh waktu yang cukup lama untuk menguap dan hilang sepenuhnya dari permukaan cat. Sementara itu cat *duco* dengan pelarut air aman digunakan untuk kontak dengan anak meskipun pengaplikasiannya lebih rumit daripada *pylox* dan cat besi. Karena sisi keamanan sangat diutamakan untuk produk mainan anak, maka pelapis logam yang direkomendasikan adalah cat *duco*.

- *Finishing* papan pijakan

Proses ini diawali dengan proses penghalusan dengan menggunakan amplas atau kertas gosok. Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melapisi dengan dempul kayu (*wood filler*) sebelum kemudian dicat menggunakan *wood stain*. *Wood stain* yang digunakan ada dua macam yaitu yang menggunakan pelarut air (*water based*) dan menggunakan pelarut minyak (*oil based*). Perbandingan masing-masing *wood stain* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.26. Perbandingan pelapis untuk finishing papan pijakan.

No.	Parameter	<i>Wood stain (water based)</i>	<i>Wood stain (oil based)</i>
1.	Zat yang digunakan	Pelarut air	Pelarut/ <i>thinner</i> (toluene)
2.	Aman untuk anak	Ya	Tidak

Dari tabel perbandingan di atas diketahui bahwa *wood stain* dengan bahan pelarut air lebih aman digunakan untuk anak dibandingkan dengan *wood stain* berpelarut minyak. Dari segi harga, *wood stain* berpelarut air tentunya lebih ekonomis daripada *wood stain* berpelarut minyak karena tidak perlu tambahan biaya untuk pembelian *thinner*. Sehingga pelapis yang direkomendasikan untuk pijakan kaki adalah *wood stain* dengan pelarut air (*water based*).

- *Finishing* arena permainan

Proses ini kurang lebih sama seperti proses *finishing* pada papan pijakan. Hal yang membedakan adalah warna yang digunakan. Bahan yang dapat digunakan ada dua macam yaitu cat warna berpelarut air (*water based*) dan cat warna berpelarut minyak (*oil based*). Kekurangan dan kelebihan masing-masing cat dapat dilihat pada tabel perbandingan berikut :

Tabel 4.27. Tabel perbandingan cat warna water based dan cat warna oil based.

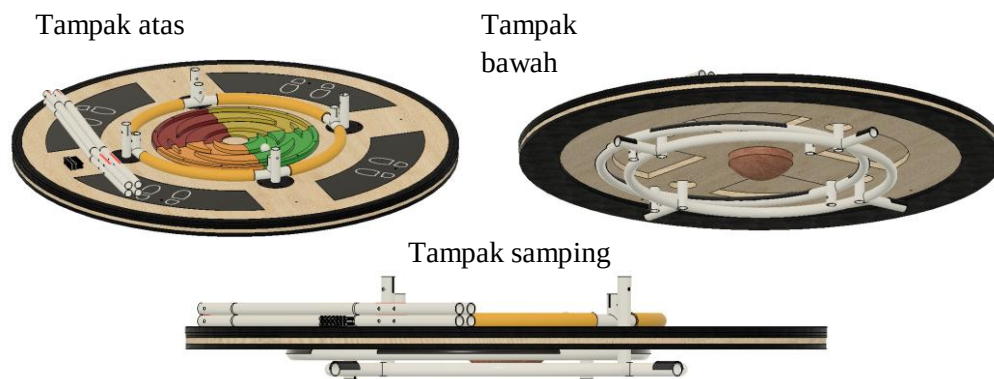
No.	Parameter	Cat <i>water based</i>	Cat <i>oil based</i>
1.	Zat yang digunakan	Pelarut air	Pelarut/ <i>thinner</i> (toluene)
2.	Aman untuk anak	Ya	Tidak

Dari tabel perbandingan di atas diketahui bahwa cat warna *water based* lebih aman digunakan untuk mainan anak daripada cat warna *oil based*. Penggunaan

pelarut air tentunya juga dapat menghemat biaya karena tidak perlu pembelian *thinner*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa cat warna *water based* adalah rekomendasi terbaik untuk cat arena permainan. Untuk warna yang digunakan mengacu pada studi warna.

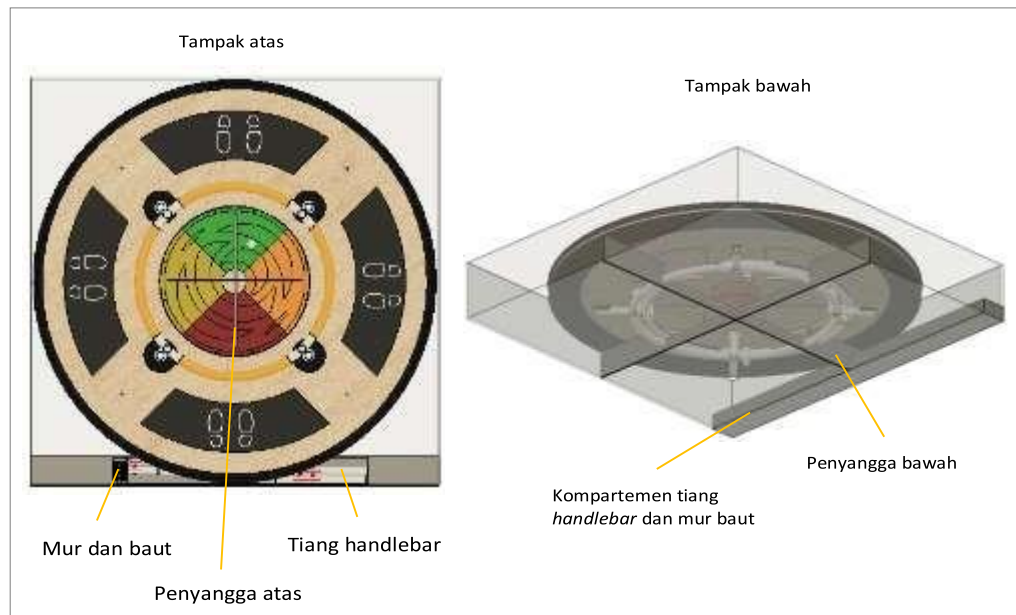
4.31 Studi Kemasan

Studi kemasan bertujuan untuk mengetahui konfigurasi kemasan yang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.83. Konsep penataan *packaging* produk.
(Sumber : Penulis, 2020)

Dari gambar di atas dapat diketahui bahwa masih ada beberapa ruang kosong yang memungkinkan beberapa komponen bergerak di dalam kemasan saat dipindahkan. Selain itu, perlu diketahui juga bahwa masih ada beberapa ujung komponen rangka yang dapat merusak kemasan. Sehingga perlu ditambahkan skenario penataan komponen di dalam kemasan sebagai berikut :



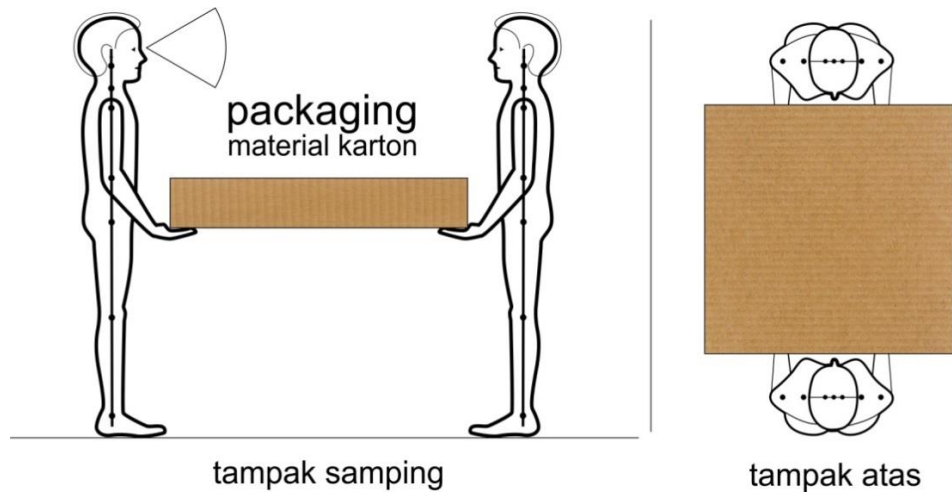
Gambar 4.84 Skenario pengemasan.
(Sumber : Penulis, 2020)

Gambar model pengemasan produk tersebut kemudian direlasikan dengan berat keseluruhan produk untuk menentukan model kemasan dijadikan satu atau dipisah. Dari pemodelan secara digital didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.28. Berat dan dimensi kemasan mainan keseimbangan.

No.	Parameter	Nilai
1.	Panjang x lebar	1200 mm × 1200 mm
2.	Tinggi	185 mm
3.	Berat total	28,7 kg

Berdasarkan studi terhadap tabel di atas dapat disimpulkan bahwa berat serta dimensi mengindikasikan bahwa tidak perlu dilakukan pemisahan kemasan.



Gambar 4.85 Model kemasan yang dapat diangkat oleh dua orang dewasa.
(Sumber : Penulis, 2020)

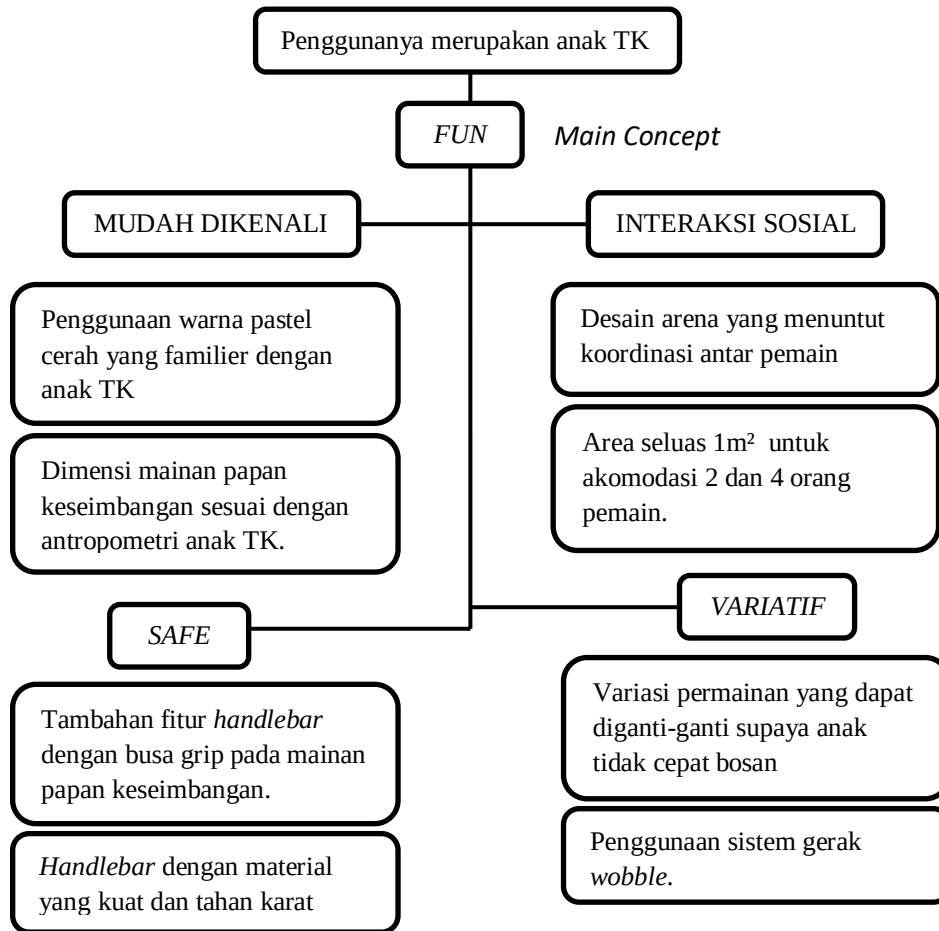
Model kemasan dirancang untuk dibawa oleh dua orang dan dibawa secara rebah mengingat beban 20-25 kg sudah tergolong berat bagi sebagian besar orang (Burton, 2015). Tujuan dibawa dalam posisi rebah adalah untuk menjaga kestabilan kemasan dikarenakan pusat gravitasi yang lebih rendah dibandingkan saat dibawa dalam posisi tegak. Selain itu, posisi kemasan yang rebah juga tidak menghalangi pandangan. Posisi kemasan yang rebah juga tidak menghalangi pandangan. Selain itu, untuk mengurangi resiko komponen produk rusak saat proses pengemasan, maka perlu dilakukan beberapa langkah antisipasi. Langkah antisipasi tersebut dapat dilihat pada rangkuman gambar berikut ini :



Gambar 4.86 Rangkuman studi kemasan.
(Sumber : Penulis, 2020)

4.32 Konsep Desain

Dari berbagai analisis yang sudah dilakukan maka kemudian dibuat sebuah konsep desain. Konsep desain dijabarkan dalam skema berikut :



Gambar 4.87. Pengelompokan pernyataan yang menghasilkan konsep desain.
(Sumber : Penulis, 2019)

4.33 Studi *Business Model Canvas (BMC)*

Model bisnis adalah representasi tentang tata cara suatu organisasi menciptakan, mengirim dan memperoleh nilai dari suatu produk atau layanan (Torro-Jarrin, Ponce-Jaramillo, & Güemes-Castorena, 2016). Berikut merupakan model bisnis untuk produk perancangan ini :

Tabel 4.29. Model bisnis untuk mainan papan keseimbangan

Key Partner Penyuplai asesoris produk dan kemasan Jasa las aluminium dan CNC (proses manufaktur) Jasa potong dan <i>finishing</i> multipleks <i>Online marketplace</i>	Key Activities Perakitan Pengemasan Pemasaran Pengembangan desain	Value Propositions Aman : Mainan keseimbangan dengan fitur <i>handlebar</i> yang aman, mudah digunakan Variatif : Arena permainan dapat diganti-ganti dengan dua mode (kerjasama atau bertanding) untuk melatih dan menantang kemampuan koordinasi gerak motorik serta interaksi sosial anak TK	Customer Relationship Kerjasama dengan beberapa TK target pasar untuk menjadi percontohan Promosi ke TK lain dan beberapa paguyuban TK memakai data hasil percontohan Komunikasi dengan konsumen serta promosi melalui media sosial dan <i>customer service</i>	Customer Segment Pendidikan setingkat taman kanak-kanak (TK) yang ingin berinovasi dan bereksperimen dengan menyediakan tipe mainan edukasi baru dengan harga terjangkau namun tetap aman dan menyenangkan untuk anak-anak.
	Key Resources Pegawai Aplikasi dan jaringan telekomunikasi Bangunan berikut dengan listrik dan air		Channels Media Sosial Komunitas/ paguyuban pendidikan setingkat TK (<i>direct delivery</i>)	
	Cost Structures Biaya las aluminium dan CNC Pembelian asesoris produk dan kemasan Biaya promosi dan pemasaran Biaya operasional (pegawai dan bangunan)		Revenue Streams Penjualan per unit produk Penjualan ragam arena permainan, asesoris pendukung dan suku cadang.	

Dari studi tersebut kemudian dilakukan analisis lebih lanjut dengan menyatakan jumlah pengeluaran bentuk nominal. Tujuannya adalah untuk mengetahui total pengeluaran sehingga kemudian dapat ditentukan besaran harga jualnya Perhitungan ini menggunakan skala produksi UMKM. Untuk memudahkan analisis maka data tersebut disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.30. Perkiraan perhitungan biaya produksi satu unit produk

No.	Pengeluaran faktor produksi	Nominal (dalam rupiah)
1.	Biaya material produksi, kemasan dan pengirimannya - Multipleks (1220 × 2440 × 15 mm) (Rp 150.000/lembar) - Kayu meranti bubut (Rp 100.000/pc) - Mur, baut, sekrup (Rp 30.000) - Busa EVA dan karet-karet	150.000 100.000 30.000 250.000
2.	Biaya jasa manufaktur - Jasa dan las dan <i>bending</i> pipa aluminium - Jasa dan CNC arena permainan (Rp 100.000/set) - Jasa dan cat duco - Jasa potong dan finishing multipleks	1.300.000 100.000 200.000 150.000
TOTAL		2.280.000

Sehingga dengan demikian dapat diketahui bahwa pengeluaran faktor produksi satu produk mainan papan keseimbangan adalah Rp 2.280.000. Sedangkan untuk mengetahui tingkat keberlanjutan produk jika dijadikan sebuah usaha, maka perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.31 Perkiraan pengeluaran faktor produksi

No.	Pengeluaran faktor produksi (50 unit/bulan)	Nominal (dalam rupiah)
1.	Biaya material produksi, kemasan dan pengirimannya - Multipleks (1220 × 2440 × 15 mm) (Rp 150.000/lembar) - Kayu meranti bubut (Rp 100.000/pc) - Mur, baut, sekrup (Rp 30.000) - Busa EVA dan karet-karet (Rp 250.000)	7.500.000 5.000.000 1.500.000 12.500.000
2.	Biaya jasa manufaktur - Jasa las dan bending pipa aluminium (Rp 1.300.000) - Jasa cat duco (Rp 200.000/unit) - Jasa CNC, potong dan finishing multipleks (Rp 250.000/unit)	65.000.000 10.000.000 12.500.000
TOTAL		114.000.000

Tabel 4.32 Perkiraan perhitungan biaya pegawai per bulan

No.	Biaya pegawai (per bulan)	Nominal (dalam rupiah)
1.	Biaya pegawai (3 orang) - Gaji pokok (UMR Rp 4.000.000/bulan/orang) - Tunjangan (Rp 200.000/bulan) - Jaminan kecelakaan kerja (0,5% × 4.000.000)	12.000.000 600.000 60.000
TOTAL		12.660.000

Tabel 4.33 Perkiraan perhitungan biaya lain-lain

No.	Biaya lain-lain (per bulan)	Nominal (dalam rupiah)
1.	Sewa Bangunan	4.000.000
2.	Listrik dan air	2.000.000
TOTAL		6.000.000

Dari tabel simulasi pertama tersebut kemudian didapatkan perhitungan untuk satu unit produk sebagai berikut :

Biaya produksi per unit = ((Total biaya per bulan) + (biaya pegawai per bulan) + (biaya lain-lain)) / (jumlah unit yang diproduksi per bulan)

Biaya produksi per unit = 132.660.000 / 50

Biaya produksi per unit = 2.653.200

Harga jual = biaya produksi per unit + (persentase keuntungan per unit x biaya produksi per unit)

Harga jual = 2.653.200 + (10% × 2.653.200)

Harga jual = 2.653.200 + 265.320

Harga jual = 2.918.520

Jumlah keuntungan = 265.320 x 50

Jumlah keuntungan = Rp 13.266.000/bulan (jika semua unit produksi terjual)

4.34 Studi Merek

American Marketing Association mendefinisikan merek atau *brand* sebagai “nama, istilah, tanda, simbol, atau desain, atau kombinasinya untuk mengidentifikasi barang atau jasa dari satu penjual atau kelompok penjual dan untuk membedakan barang atau jasa tersebut dari pesaing” (Kotler & Keller, 2011, p. 241). Berdasarkan Kotler dan Keller (p. 250) ada tiga hal yang dapat menjadi dasar penamaan sebuah merek yaitu :

1. Pilihan awal untuk elemen atau identitas merek (nama merek, URL, logo, simbol, karakter, slogan, *jingle*, paket, dan *signage*). Untuk poin ini ide untuk penamaan merek antara lain adalah *Togeta* dan *Yangoyang*.
2. Produk atau layanan dan semua kegiatan pemasaran, serta program pemasaran pendukung. Untuk poin ini ide untuk penamaan merek antara lain yaitu *Nakative* dan *Kinekid*.
3. Asosiasi lain secara tidak langsung dipindahkan ke merek dengan mengaitkannya ke entitas lain (orang, tempat, atau benda).

Dari beberapa nama yang dimunculkan tersebut, kemudian dianalisis menggunakan kriteria yang berkaitan erat dengan perencanaan merek produk perancangan ini yaitu :

1. *Memorable*. Sebuah merek harus mudah dikenali dan diingat kembali oleh konsumen.
2. *Meaningful*. Sebuah merek harus dapat dipercaya oleh konsumen. Hal tersebut dapat diketahui dari elemen merek yang memberi kesan terhadap keunggulan maupun sasaran penggunaannya.
3. *Likeable*. Estetika dari setiap elemen sebuah merek harus mampu menarik perhatian dan disukai oleh konsumen. Cara yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan nama unik.
4. *Protectable*. Nama maupun elemen merek lainnya yang mempunyai kesamaan dengan kategori produknya harus mampu mempertahankan merek dagangnya dan tidak menjadi sebutan untuk nama produk secara umum.
5. *Adaptable*. Elemen merek dapat diperbarui sesuai perkembangan yang terjadi di masyarakat.
6. *Transferable*. Kemampuan sebuah merek untuk memperluas pasar dengan masuk ke kategori maupun segmen pasar yang baru.

Dari beberapa ide nama merek kemudian dimasukkan ke dalam tabel penilaian dengan parameter berupa kriteria merek yang sudah disebutkan sebelumnya. Skala penilaian adalah 1-5 untuk tiap parameter, semakin besar nilai semakin baik.

Tabel 4.34. Penilaian alternatif nama merek

No.	Parameter	Ide 1 (Togeta)	Ide 2 (Yangoyang)	Ide 3 (Nakative)	Ide 4 (Kinekid)
1.	<i>Memorable</i>	5	3	2	5
2.	<i>Meaningful</i>	5	3	4	5
3.	<i>Likeable</i>	4	5	3	4
4.	<i>Protectable</i>	3	5	3	3
5.	<i>Adaptable</i>	5	2	3	5
6.	<i>Transferable</i>	3	2	5	4
TOTAL		25	20	20	26

Dari tabel penilaian di atas dapat diketahui bahwa nama merek yang paling sesuai adalah “*Kinekid*”. Nama tersebut akan digunakan sebagai nama merek utama. Sedangkan untuk nama produk digunakan “*Yango*”. Sehingga dengan demikian keseluruhan nama merek produk adalah “*Kinekid Yango*”. Untuk grafis merek dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.88. Logo merek untuk mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)

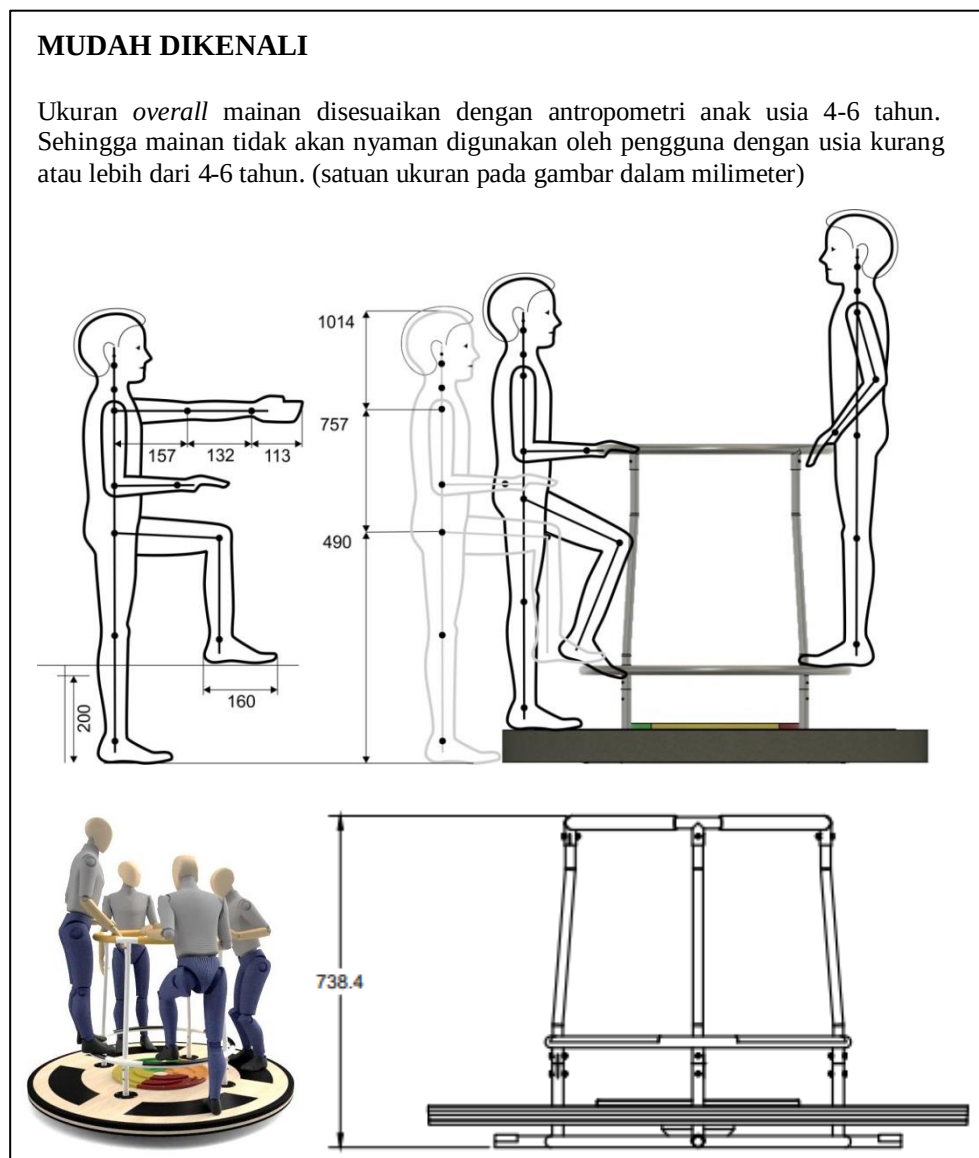
(Halaman dikosongkan)

BAB V

IMPLEMENTASI DESAIN DAN PEMBAHASAN

5.1 Penjelasan Konsep Desain

Konsep inti dari perancangan ini adalah *fun* (menyenangkan). Poin-poin dari konsep inti tersebut dijelaskan lebih lanjut pada gambar berikut ini :



Gambar 5.1 Konsep desain mudah dikenali melalui ukuran mainan yang hanya sesuai untuk anak usia 4-6 tahun.
(Sumber : Penulis, 2020)

MUDAH DIKENALI

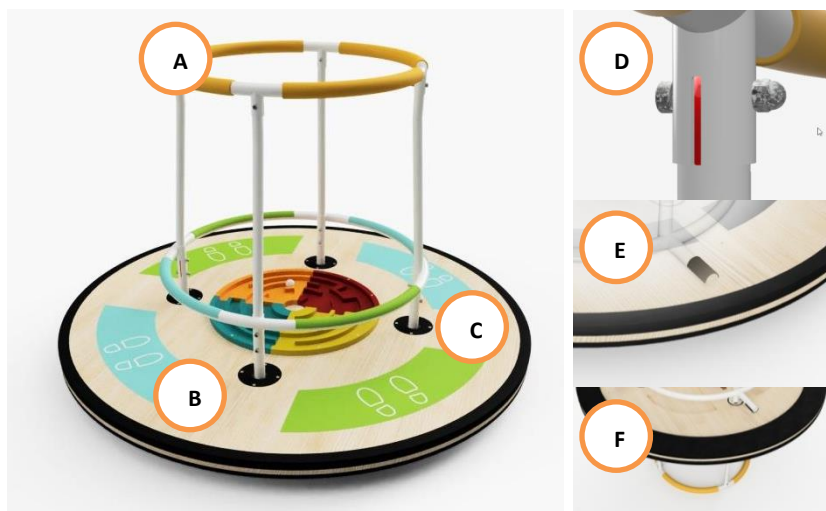
- Mainan mudah dikenali melalui warna pastel cerah pada busa grip dan arena permainan.
- Cara penggunaan mainan mudah dikenali melalui simbol telapak kaki yang akan menempatkan pengguna pada posisi bermain yang tepat.



Gambar 5.2 Konsep desain mudah dikenali melalui warna dan simbol pada mainan .
(Sumber : Penulis, 2020)

SAFE (AMAN DIGUNAKAN)

Mainan papan keseimbangan ini memiliki beberapa fitur tambahan yang berfungsi untuk menambah aspek keamanan untuk anak saat bermain.



Keterangan :

Poin (A) merupakan *handlebar* berlapis busa EVA dan rangka dari material aluminium yang aman dan awet (tidak mudah berkarat). Poin (B) merupakan papan pijakan yang dilapisi *griptape* dengan tambahan simbol kaki untuk mencegah kaki pemain selip saat bermain. Poin (C) merupakan *stopper* yang berfungsi untuk mencegah kaki atau tangan pemain masuk ke dalam celah antara rangka dan papan pijakan.

Poin (D) merupakan stiker *assembly* yang memudahkan pengguna saat merangkai mainan. Sementara itu, baut L dan mur topi yang memiliki tepian dan ujung permukaan membulat mengurangi resiko cedera saat bermain. Poin (E) merupakan ekstensi rangka yang berfungsi mengurangi resiko mainan terguling saat dimainkan. Poin (F) merupakan lapisan busa EVA pada bagian bawah pijakan yang berfungsi untuk mengurangi resiko cedera jika terjepit papan pijakan.

Gambar 5.3 Konsep desain mainan papan keseimbangan yang aman untuk anak TK.
(Sumber : Penulis, 2020)

INTERAKSI SOSIAL

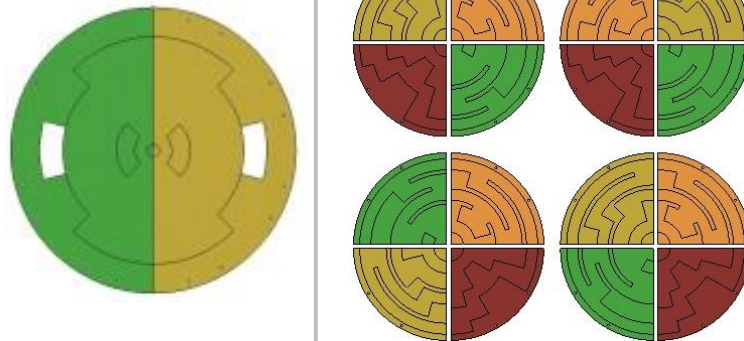
Mainan papan keseimbangan dapat digunakan hingga empat pemain dengan arena permainan sebagai media perantara interaksi sosial antar pemain.



Gambar 5.4 Ilustrasi digital konsep interaksi sosial saat bermain mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)

VARIATIF

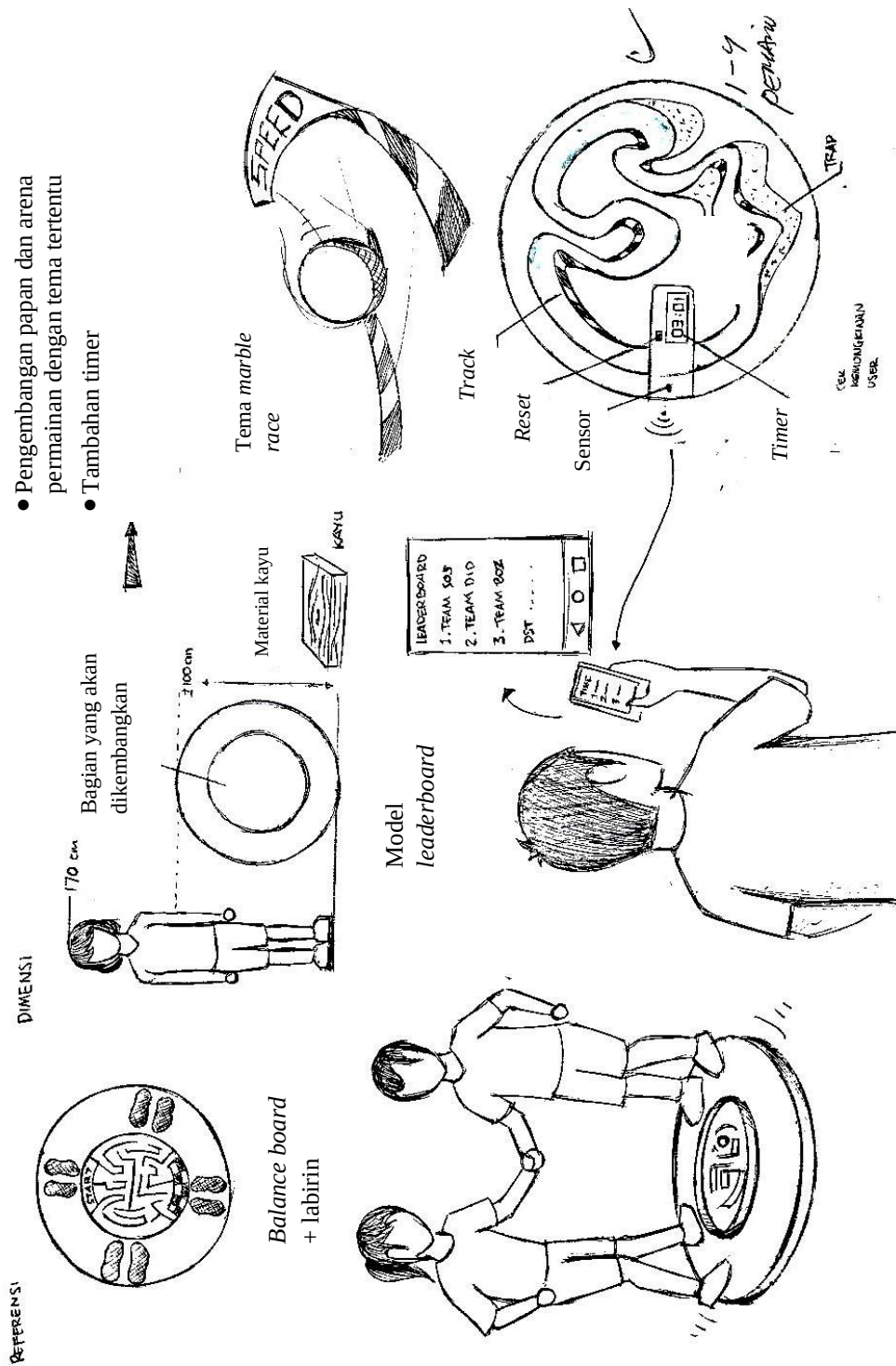
Satu set mainan papan keseimbangan disertai dengan arena permainan yang dapat dikombinasikan serta dapat diganti dengan mode arena permainan yang lain (contoh : arena bertanding)



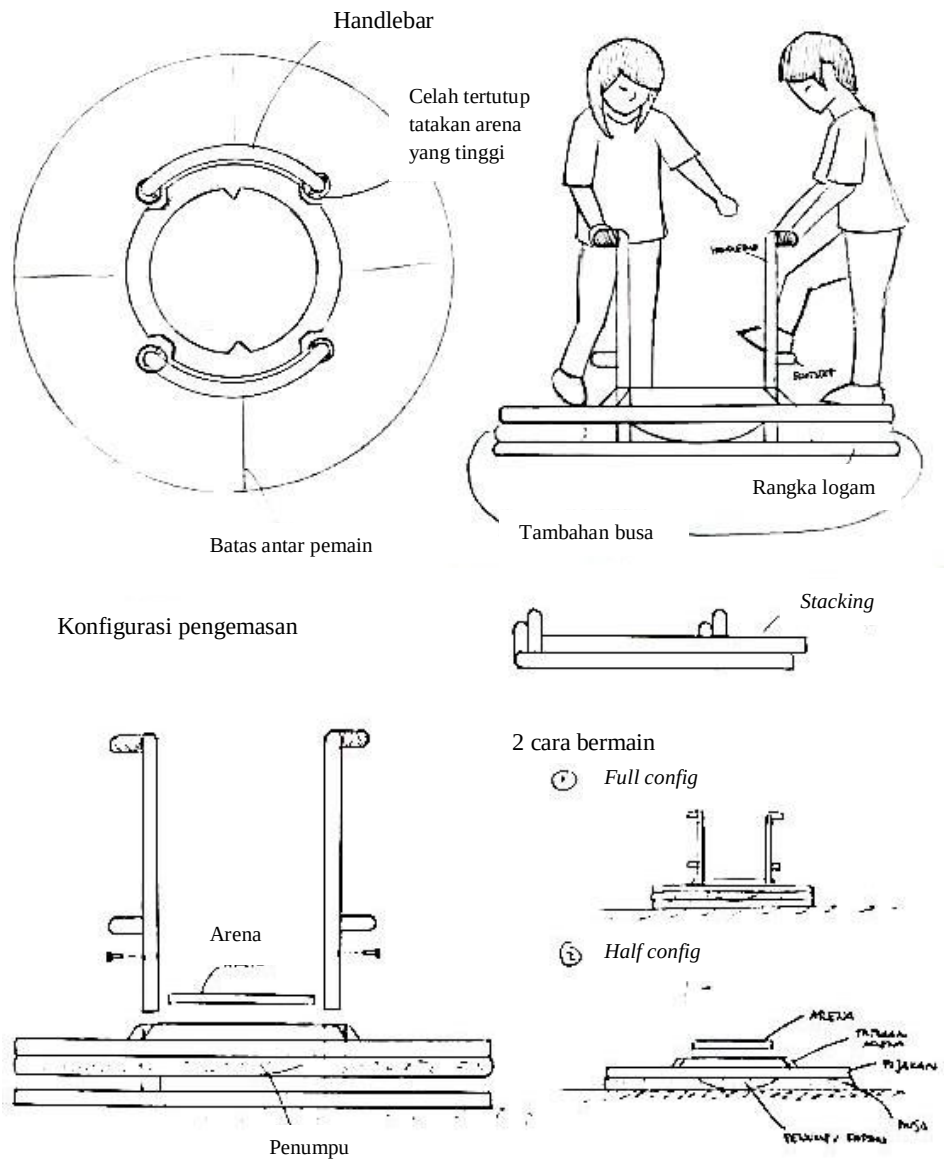
Gambar 5.5 Ilustrasi konsep variatif pada mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)

5.2 Eksplorasi Sketsa Ide

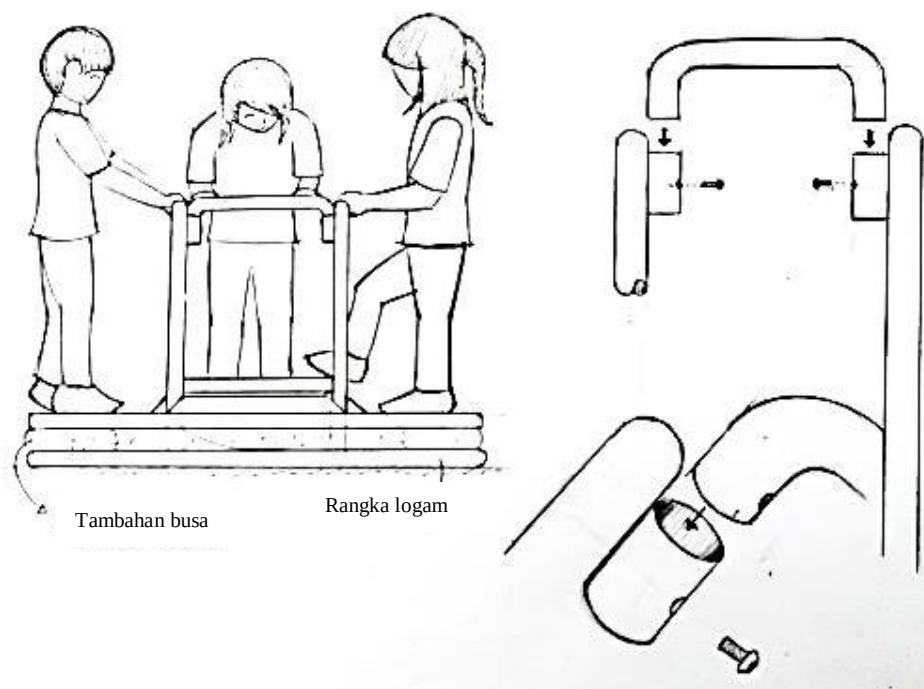
Sketsa ide digambar dengan referensi pada studi dan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya. Tujuan dari sketsa awal adalah untuk menghasilkan alternatif desain.



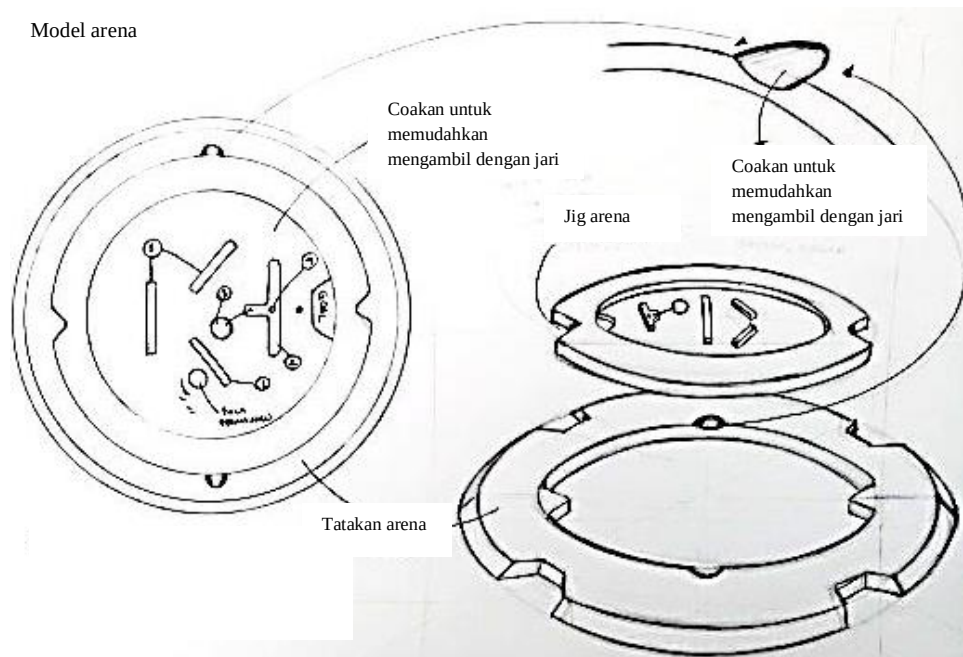
Gambar 5.6. Konsep awal desain mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)



Gambar 5.7. Sketsa ideasi mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)



Model arena

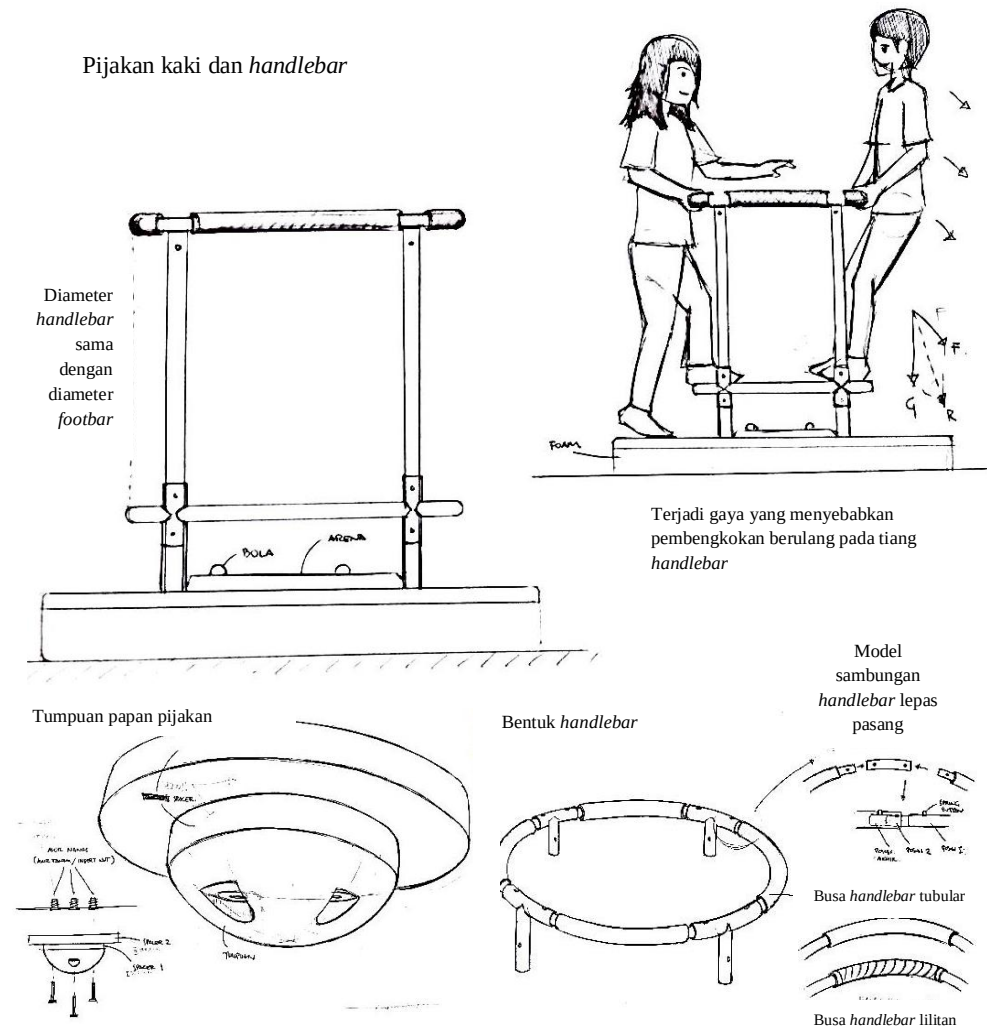


Gambar 5.8 Sketsa ideasi sambungan dan arena permainan.
(Sumber : Penulis, 2020)

5.3 Alternatif Desain

Alternatif desain didapatkan dari eksplorasi beberapa sketsa ide yang sudah dilakukan beberapa perbaikan.

Alternatif Desain 1

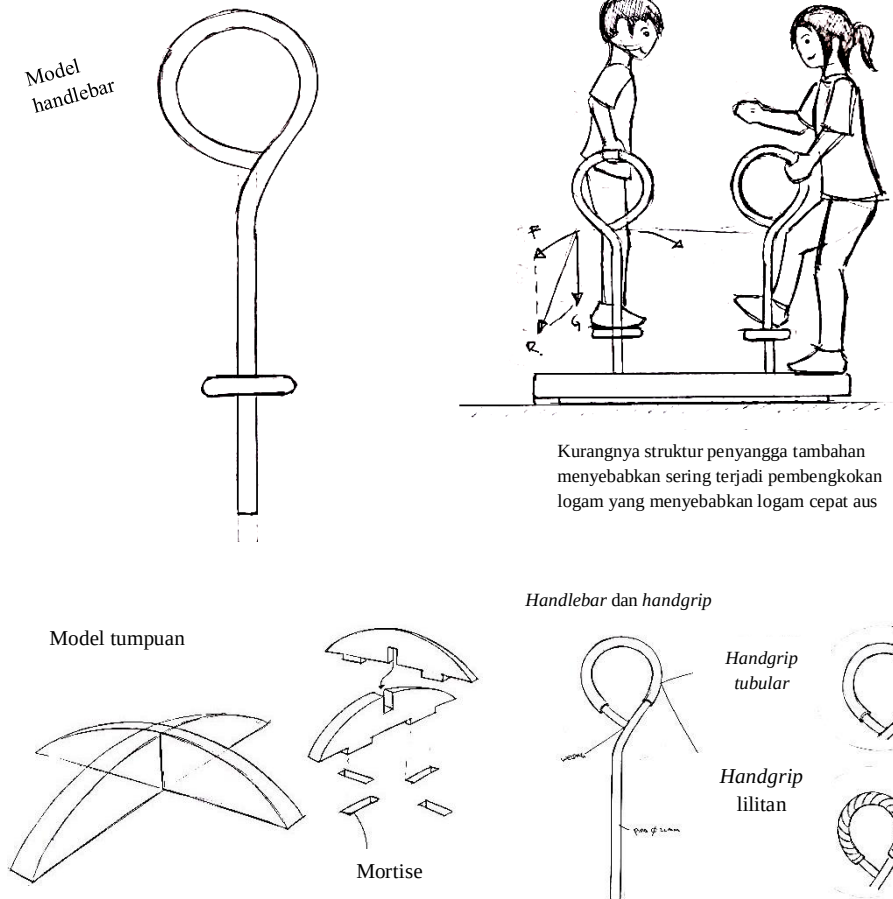


Gambar 5.9. Alternatif desain 1.
(Sumber : Penulis, 2020)

Alternatif desain 1 menggunakan model rangka *handlebar* melingkar dengan diameter yang sama dengan pijakan kaki (*footbar*). Model *handlebar*-nya menggunakan mekanisme *snap-lock* yang otomatis mengunci ketika pipa yang berdiameter lebih kecil dimasukkan ke dalam pipa berdiameter lebih besar.

Alternatif Desain 2

Model *handlebar* dan pijakan kaki

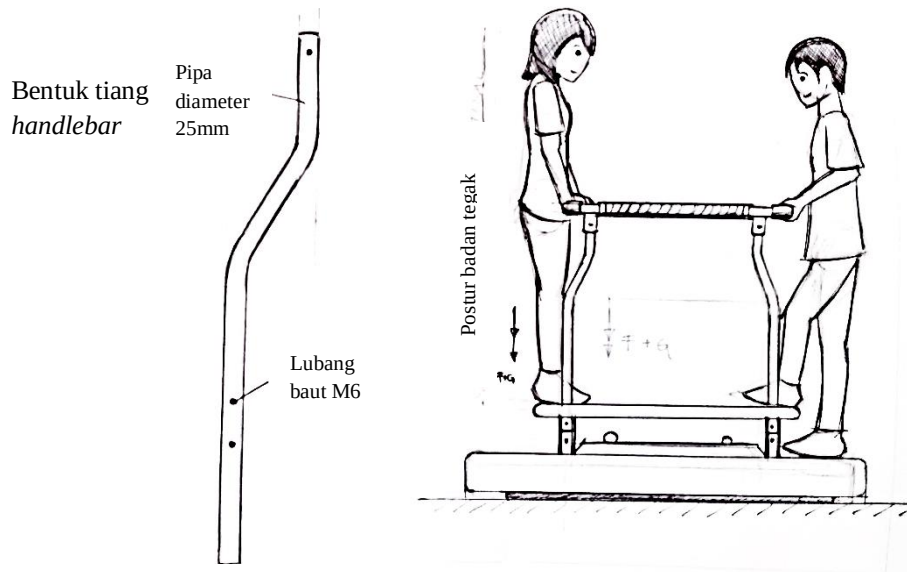


Gambar 5.10. Alternatif desain 2.
(Sumber : Penulis, 2020)

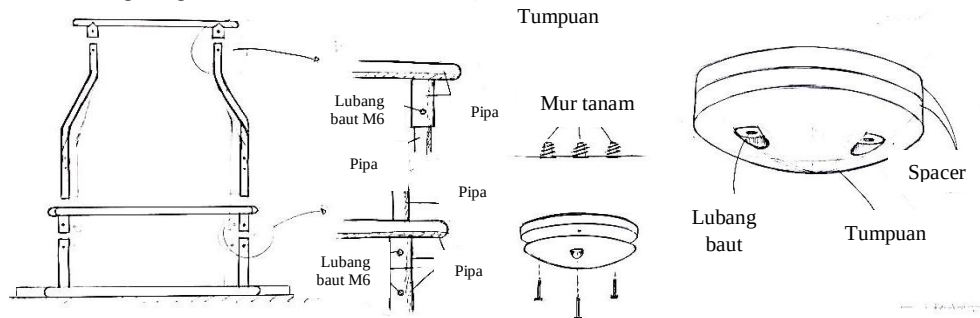
Alternatif desain 2 menggunakan desain *handlebar* menyerupai kail pancing. Sambungan rangka dasar dengan *handlebar* menggunakan baut dan mur. Sedangkan tumpuannya menggunakan model tempurung yang lebar dan melandai. Sambungan antara tumpuan dan papan pijakan menggunakan mur nanas (mur tanam).

Alternatif Desain 3

Model *handlebar* dan pijakan



Model rangka logam



Gambar 5.11. Alternatif desain 3.
(Sumber : Penulis, 2019)

Alternatif desain 3 menggunakan bentuk handlebar melingkar seperti alternatif desain 1. Perbedaannya terletak pada sambungannya. Jika alternatif 1 memakai mekanisme *snap-on*, alternatif 3 sambungannya langsung disambung dengan metode las (*welding*). Sedangkan tumpuannya menggunakan model saling selip.

5.4 Matriks Pemilihan Alternatif

Setiap alternatif kemudian dimasukkan dalam tabel matriks penilaian berdasarkan kesesuaiannya dengan konsep dan tujuan perancangan. Matriks penilaian menggunakan skala 1-5. Semakin besar nilainya semakin tinggi tingkat kesesuaiannya dengan parameter yang ada.

Tabel 5.1. Matriks penilaian alternatif.

No.	Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
1.	Kesesuaian bentuk dengan hasil studi aktivitas dan antropometri anak TK	3	3	4
2.	Keamanan (<i>safety</i>) berdasarkan simulasi digital dan sketsa simulasi aktivitas	2	2	4
3.	Jangkauan visual pemain terhadap arena permainan	2	4	2
4.	Kemudahan proses produksi	4	1	3
5.	Kemudahan proses perakitan (<i>assembly</i>) berdasarkan jumlah part (semakin sedikit part, semakin mudah pemasangannya)	3	4	3
5.	Konfigurasi packaging	4	2	4
Total		19	16	20

Dari matriks penilaian alternatif tersebut diketahui bahwa alternatif desain 3 memiliki nilai paling tinggi. Sehingga dengan demikian perancangan desain akan difokuskan pada pengembangan alternatif desain 3.

5.5 3D Model

3D model dibuat dengan tujuan untuk mengetahui prakiraan wujud dari sketsa alternatif desain terpilih.

- 3D Model Mainan Papan Keseimbangan

Model ini menampilkan bentuk mainan secara keseluruhan berikut dengan beberapa *part* dan sambungannya. Model dibuat secara digital.



Gambar 5.12. Tampak perspektif alternatif desain 3.
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar 5.13. Simulasi jangkauan pandangan pemain terhadap arena permainan.
(Sumber : Penulis, 2020)

5.6 3D Model Operasional

Berikut adalah gambar operasional untuk perancangan mainan papan keseimbangan.



Gambar 5.14 Simulasi 3D model operasional mainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2020)

5.7 3D Model Suasana

Berikut adalah gambar suasana untuk model mainan papan keseimbangan.



Gambar 5.15 Suasana bermain mainan papan kesiimbangan di dalam ruangan (1).
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar 5.16 Suasana bermain mainan papan kesiimbangan di dalam ruangan (2).
(Sumber : Penulis, 2020)

(Halaman dikosongkan)

BAB VI

PENUTUP

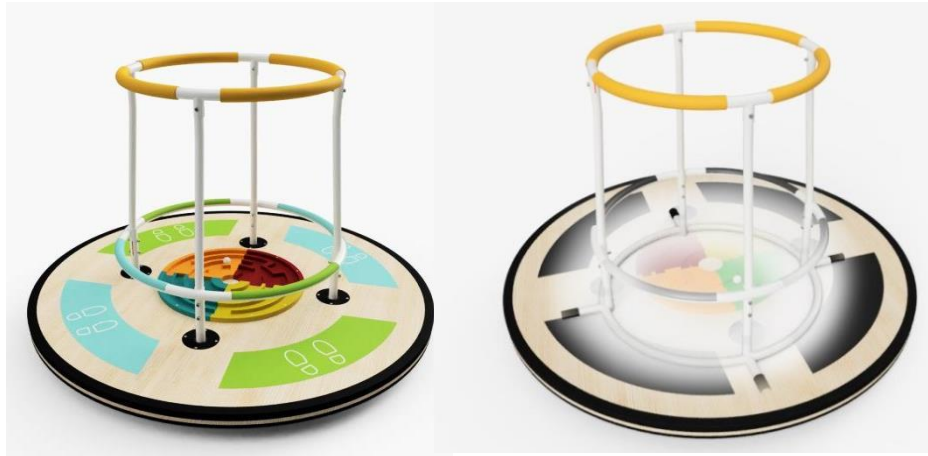
6.1 Kesimpulan

Mainan papan keseimbangan untuk taman kanak-kanak (TK) pada prosesnya telah melalui berbagai macam studi dan analisis sehingga menghasilkan suatu desain yang sesuai dengan tujuan desain. Relasi antara permasalahan yang diangkat, tujuan desain serta solusinya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.1. Relasi permasalahan, tujuan dan solusi desain

No.	Permasalahan	Tujuan	Solusi desain
1.	Ada kebutuhan terhadap suatu produk yang dapat merangsang timbulnya aktivitas fisik dan interaksi sosial anak TK	Perancangan produk yang dapat merangsang timbulnya aktivitas fisik dan interaksi sosial anak TK.	Konsep desain mainan papan keseimbangan dengan arena permainan variatif yang dapat digunakan oleh 4 (empat) orang pemain
2.	Permainan yang sudah ada di TK meskipun berkaitan dengan interaksi sosial tidak memiliki variasi permainan.	Perancangan arena permainan yang dapat diganti-ganti.	Desain arena permainan dengan 4 (empat) potongan $\frac{1}{4}$ lingkaran yang dapat dikombinasikan untuk mengubah maupun menambah tingkat kesulitan permainan.
3.	Belum adanya fitur <i>handgrip</i> (pegangan untuk telapak tangan) pada mainan papan keseimbangan membuat beberapa anak gugup dan takut saat pertama kali mencoba	Perancangan desain <i>handlebar</i> untuk menambah aspek keamanan pada mainan papan keseimbangan.	Desain <i>handlebar</i> dari pipa logam melingkar yang disesuaikan dengan antropometri anak TK dan dilengkapi bantalan <i>handgrip</i> berbahan dasar busa EVA
4.	Banyak produk mainan papan keseimbangan untuk anak yang masih banyak memiliki kekurangan dalam aspek keamanan (<i>safety</i>).	Peningkatan unsur keamanan (<i>safety</i>) pada mainan papan keseimbangan untuk anak TK	Penambahan desain <i>handlebar</i> serta lapisan busa EVA di bawah papan pijakan untuk mencegah kaki anak masuk dan terjepit di bawah papan pijakan.

Dari relasi seperti pada tabel di atas, kemudian dihasilkan desain mainan papan keseimbangan yang bentuknya dapat dilihat pada gambar berikut :

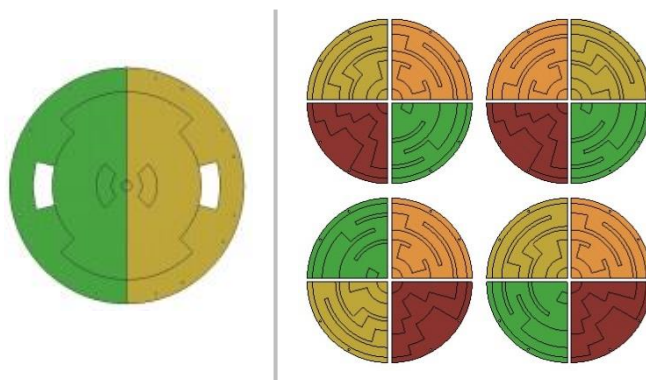


Gambar 6.1. Desain akhir mainan papan keseimbangan untuk anak TK.
(Sumber : Penulis, 2020)

Adapun dimensi produk ($p \times l \times t$) ketika sudah dirakit adalah 1200 mm $\times$ 1200 mm $\times$ 740 mm.

Sementara itu, untuk nilai utama dari produk tersebut antara lain yaitu :

1. Tambahkan fitur *handlebar* membuat anak TK yang keseimbangan badannya masih belum baik dapat ikut bermain bermain bersama teman-temannya dengan memegang *handlebar*. Dengan demikian anak tidak perlu takut terjatuh saat bermain.
2. Produk dapat digunakan untuk dua mode bermain yaitu untuk mode kerjasama dan mode bertanding. Dua mode tersebut dapat diketahui dari penggunaan arena yang berbeda. Perbedaan arena tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6.2. Perbedaan antara arena untuk mode bertanding (kiri) dan mode kerjasama yang dapat dikombinasikan (kanan).
(Sumber : Penulis, 2020)

3. Produk mainan papan keseimbangan dapat membantu melatih koordinasi gerak tubuh. Bentuk latihan tersebut dapat dilihat dari penyesuaian antara gerak bola pada arena permainan dengan gerak tubuh pemainnya.
4. Produk mainan papan keseimbangan membantu mengembangkan kemampuan interaksi sosial anak melalui komunikasi dan koordinasi gerak antar pemain yang terjadi saat mereka bermain.
5. Produk tetap dapat dimainkan dengan baik meskipun perbedaan berat badan antar pemain sangat signifikan dengan penggunaan fitur *footbar* pada rangka.

6.2 Saran

Terkait dengan kesimpulan yang sudah didapat, penulis menyertakan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlunya diadakan survey lebih lanjut ke calon pembeli dan calon pengguna produk untuk memetakan lebih detail tentang keinginan dan daya beli pasar. Sehingga didapatkan data untuk perancangan produk yang lebih sesuai untuk pasar.
2. Dalam proses produksi melalui mitra harus selalu dalam pengawasan desainer supaya kualitas produk bisa tetap terjaga dengan baik.
3. Dibutuhkan studi terhadap ide model bisnis yang tepat untuk menjamin keberlanjutan produk mainan ini.
4. Perlu dilakukan studi lebih lanjut untuk membuat arena permainan yang lebih baik dalam cara penggunaan maupun dampak langsungnya bagi pengguna.

(Halaman dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, D. (2013). *MENGEMBANGKAN KESEIMBANGAN MELALUI BERMAIN PAPAN TITIAN PADA ANAK KELOMPOK A DI TKIT BAKTI INSANI SLEMANYOGYAKARTA*. Yogyakarta: Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta.
- Atase Perdagangan London. (2015). *Market Brief Kayu Lapis (Plywood)*. London: Kedutaan Besar Republik Indonesia. Retrieved Oktober 21, 2019, from <http://djpen.kemendag.go.id/membership/data/files/38068-market-brief-plywood.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *Standar Keamanan Mainan Anak*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. Retrieved Oktober 25, 2019, from https://bsn.go.id/uploads/download/Toy_Booklet_20121.pdf
- Bridgewater, A., Bridgewater, G., Bridgewater, G., Eden-Eadon, C., Francis, S., Lloyd, J., . . . Wilkie, J. (2010). *WOODWORK: The Complete Step-by-Step Manual*. London: Dorling Kindersley Limited.
- Burton, L. (2015, Maret 9). *Do you Know Your Manual Handling Weight Limits? Safe Zones & Advice*. Retrieved Juni 2, 2020, from hub from HIGH SPEED TRAINING: <https://www.highspeedtraining.co.uk/hub/manual-handling-weight-limits/>
- Coates, J. F. (1989). TOYS AND TECHNOLOGY. *Impact Assessment*, 7(1), 15-29. doi:10.1080/07349165.1989.9725664
- Dennis, L. R., & Stockall, N. (2015). Using Play to Build the Social Competence of Young Children with Language Delays: Practical Guidelines for Teachers. *Early Childhood Education Journal*, 43(1), 1-7.
- Education Section UNICEF. (2018). *Learning Through Play*. (A. Warpinski, Ed.) New York, United States of America: United Nation Children's Fund (UNICEF). Retrieved Oktober 20, 2019, from <https://www.unicef.org/sites/default/files/2018-12/UNICEF-Lego-Foundation-Learning-through-Play.pdf>
- Figura, F., Cama, G., Capranica, L., Guidetti, L., & Pulejo, C. (1991). Assessment of Static Balance in Children . *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 31(2), 235-242.
- Fitzgerald, D., Trakarnratanakul, N., Conroy, L., Nixon, P., & Caulfield, B. (2008). A virtual rehabilitation system for wobble board balance training with children. *2008 Virtual Rehabilitation* (p. 66). Vancouver: IEEE.

- Frick, A., & Möhring, W. (2016, January 12). *A Matter of Balance: Motor Control is Related to Children's Spatial and Proportional Reasoning Skills*. Retrieved from *frontiers in Psychology*: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.02049>
- Garneau, C. J., & Parkinson, M. B. (2009). Including Preference in Anthropometry-Driven Models for Design. *Journal of Mechanical Design*, 131(10), 101006 (6 pages). doi:<https://doi.org/10.1115/1.3211092>
- Indrayani, Y., Setyawati, D., Yoshimura, T., & Umemura, K. (2014). Termite Resistance of Medium Density Fibreboard Produced from Renewable Biomass of Agricultural Fibre. *Procedia Environmental Science*, 20, 767-771. Retrieved from <https://cyberleninka.org/article/n/365686.pdf>
- Jeko. (2018, Agustus 21). *Akibat Kecanduan Gadget, Pola Komunikasi Anak Bisa Bergeser*. Retrieved from *Liputan6.com*: <https://www.liputan6.com/tekno/read/3623389/akibat-kecanduan-gadget-pola-komunikasi-anak-bisa-bergeser#>
- Koskie, B. (2019, Mei 14). *Why You Should Train With a Balance Board and How to Get Started*. Retrieved Mei 22, 2020, from *LIVESTRONG.com*: <https://www.livestrong.com/article/34421-balance-board-benefits/>
- Lembaga Pengembangan Perbankan Indonesia. (2015). *Profil Bisnis Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM)*. Jakarta, Indonesia: Bank Indonesia. Dipetik Mei 2, 2019, dari <https://www.bi.go.id/id/umkm/penelitian/nasional/kajian/Documents/Profil%20Bisnis%20UMKM.pdf>
- Lucero, A. (2012). Framing, aligning, paradoxing, abstracting, and directing: how design mood boards work. *DIS '12: Proceedings of the Designing Interactive System Conference* (pp. 438-447). Newcastle: ACM Digital Library. Retrieved November 24, 2019, from <https://doi.org/10.1145/2317956.2318021>
- Majarani, D. (2006). *ANALISIS PROSPEK KELAS PERUSAHAAN PINUS (Pinus merkusii Jungh. et de Vriese) DI KPH CIANJUR PERUM PERHUTANI UNIT III JAWA BARAT DAN BANTEN*. Institut Pertanian Bogor. Bogor: IPB Scientific Repository. Retrieved November 4, 2019, from <https://repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/46203/1/E06mda1.pdf>
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kosasi, K., & Prawira, S. A. (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Bogor, Jawa Barat, Indonesia: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Retrieved Agustus 8, 2019, from https://www.forda-mof.org/files/Atlas_Kayu_Jilid_I_Final-Compres.pdf

- Pruitt, J., & Adlin, T. (2006). *The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Puji, A. (2019, Januari 24). 3 Cara Mengasah Kemampuan Motorik Kasar Anak dengan Bermain. (Y. Firdaus, Editor) Retrieved Oktober 25, 2019, from helloSEHAT: <https://hellosehat.com/parenting/perkembangan-balita/kemampuan-motorik-kasar-anak/>
- Pujianto, D., & Darmawan, A. (2018). Physical Activity and Static Balance on Early Childhood. *Journal of Physical Education, Sport, Health and Recreations*, 7(2), 68-72. Retrieved 2019, from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/peshr/article/view/22419/11047>
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. (2008). *Petunjuk Praktis Sifat-sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia: A Handbook of Selected Indonesian Wood Species*. Jakarta, Indonesia: Indonesia Sawmill and Woodworking Association (ISWA). Dipetik November 4, 2019, dari http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2537/Technical/TR-3.pdf
- Quinlan, E. (2008). Conspicuous Invisibility Shadowing as a Data Collection Strategy. *Qualitative Inquiry*, 14(8), 1480-1499. doi:10.1177/1077800408318318
- Radar Mojokerto. (2019, Februari 17). Pengaruh Game Online Bagi Anak, Lupa Diri Sendiri, Hilangkan Empati dan Simpati. *Pakansi*.
- Rizky, F. (2019, Januari 26). DPR: Penggunaan Gadget oleh Anak Usia Dini Perlu Jadi Isu Nasional. Diambil kembali dari Okezone.com: <https://nasional.okezone.com/read/2019/01/25/337/2009530/dpr-penggunaan-gadget-oleh-anak-usia-dini-perlu-jadi-isu-nasional>
- Shaddy, W. (2017, July 18). *How to Use T-nuts in Wood*. Dipetik Oktober 21, 2019, dari hunker: <https://www.hunker.com/13401557/how-to-use-t-nuts-in-wood>
- Tilley, Alvin R. (1993). *The Measure of Man and Woman*. New York, United States of America: Whitney Library of Design.
- Torro-Jarrin, M. A., Ponce-Jaramillo, I. E., & Güemes-Castorena, D. (2016). Methodology for the of building process integration of Business Model Canvas and Technological Roadmap. *Technological Forecasting & Social Change*, 110, 213-225. Dipetik April 12, 2020, dari <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.01.009>
- Ulrich, K. (2003, October). KJ Diagrams. Philadelphia, Pennsylvania, United States of America. Dipetik November 4, 2019, dari <http://www.thequalityportal.com/notes/ulrich-KJdiagrams.pdf>

Van Uffelen, C. (2010). *Toys Design*. Braun.

Weiss, M. R. (2000). *Motivating Kids in Physical Activity*. Washington DC:
President's Council on Physical Fitness and Sports.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 (Jadwal perancangan dan administrasi Tugas Akhir)

MG	Uraian	Tugas Mahasiswa
1	Introduction, silabus, kontrak kuliah	-
1,2,3	Riset data+desain (primer, sekunder)	Survey, observasi/ shadowing, deep interview/persona, kuisisioner, eksperimen/ treatment
1,2,3	Riset data+desain (primer, sekunder)	Survey, observasi/ shadowing, deep interview/persona, kuisisioner, eksperimen/ treatment
2,3,4	Usulan judul + pembimbing (2 dosen, senior dan junior)	Presentasi Proposal
2,3,4	Usulan judul + pembimbing (2 dosen, senior dan junior)	Presentasi Proposal
5	Usulan judul + pembimbing (2 dosen, senior dan junior)	Pengumpulan Proposal Akhir
6,7	Pengolahan hasil riset	(analisis, grafik, tabeling, klasifikasi, rekapitulasi, mind mapping, matrik, dsb)
MG	Uraian	Tugas Mahasiswa
6, 7, 8	Pengolahan hasil riset (revisi proposal)	idem
6, 7, 8	Ekplorasi ide, sketsa, alternative desain	Gambar manual
6, 7, 8	Ekplorasi ide, sketsa, alternative desain	Gambar manual
9	Pra gartek, 3D Render, bab 1	Gambar digital
9	Studi model/mockup/simulasi digital, bab 2	Pilih salah satu
10,11	Porto desain (konsep+proses), bab 3	Compose digital
10,11	Porto desain (konsep+proses), bab 4	idem
12,13, 14	Laporan Akhir + Artikel ilmiah, bab 5	Sesuai Ketentuan
12,13, 14	Laporan Akhir + Artikel ilmiah, bab 6	idem
12,13, 14,15, 16	Sidang K1	Presentasi PPT

Gambar lampiran 1 Agenda riset desain.
(Sumber : Penulis, 2019)

MG	Uraian	Tugas Mahasiswa
1	Introduction, silabus, kontrak kuliah	-
5	Sketsa ide awal	30 lembar
10	Evaluasi Kelengkapan K2	laporan 75% Sketsa Alternatif 45-90 lembar 3D Model & Render >10 lembar Gartek >5 lembar Model/prototype >40% Portofolio 75 %
10-11	KOLOKIU M 2	
16	Evaluasi Kelengkapan K3	laporan 75% Sketsa Alternatif 45-90 lembar 3D Model & Render >15 lembar Gartek >15 lembar Model/prototype >100% Portofolio 99 % Poster 100% Standing Banner 100% Video profile Produk 100%
17	KOLOKIU M 3	
MG	Uraian	Tugas Mahasiswa
17	KOLOKIU M 3	
19	Evaluasi Kelengkapan K4	laporan 99% Sketsa Alternatif 45-90 lembar 3D Model & Render >15 lembar Gartek >15 lembar Model/prototype >100% Portofolio 100 % Poster 100% Standing Banner 100% Video profile Produk 100% Draf Desain Industri 100% Draf Paten sederhana 100%
20	KOLOKIU M 4	

Gambar lampiran 2 Jadwal Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)

**BERITA ACARA
KOLOKIUUM 1
DEPARTEMEN DESAIN PRODUK ITS**

Pada tanggal 5/12/2019 jam 14
Diselenggarakan Kolokium 1, atas :

Nama Mahasiswa	YONI PRAYOGA DWI PANGESTU
NRP	0831 15 400 00039
Judul	DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN
Pembimbing	Drs. TAUFIK HIDAYAT
Hasil	LULUS/TIDAK LULUS*

Catatan Pembimbing/Penguji :

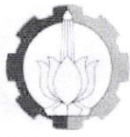
Uraian Revisi	Tanda Tangan (Saat Kolokium)	Tanda Tangan (Setelah Revisi)
- Aspek Safety utk desain yg anak ↓ buat skenario 1/2/3 berdasar extreme activity & potential failure		(.....)
1. Pemasalahan diperbaiki terutama pemasangan handle bar & empuk → karena blm tau ungkapkan saja dgn safety. 2. Batasan masalah → lbh terukur (berat!). 3. 1/2 uz analisis analisis pengujian material, sambungan → tes dgn software lbh terukur.		(.....)
• Detil system. Keseimbangan. • Alternatif. Handgrip, stay/frame.		(.....)
	(.....)	(.....)

Catatan hasil Kolokium ini sebagai acuan revisi untuk peserta.

PEMBIMBING 1 *	PEMBIMBING 2 *	KOORD * RISET DESAIN
(.....)	(.....)	(.....)

*Tanda tangan persetujuan setelah revisi

Gambar lampiran 3 Berita acara Kolokium 1.
(Sumber : Penulis, 2020)



BERITA ACARA KOLOKIU DUA

Pada hari : Rabu tanggal : 15 April 2020
Pukul : 09:00 – 10:00 WIB ruang : via aplikasi ZOOM

Departemen Desain Produk F-DKBD – ITS telah menyelenggarakan Kolokium 2 (dua) Periode Semester Genap tahun Akademik 2019/2020 atas:

Nama Mahasiswa : Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP : 0831154000039
Judul TA : Desain Mainan Papan Keseimbangan untuk Stimulasi Gerak Motorik Kasar dan Interaksi Sosial di Pendidikan Dasar Setingkat Taman Kanak-kanak
Dosen Pembimbing : 1. Drs. Taufik Hidayat, M.T.
2. _____
Hasil Sidang : Lulus / Tidak Lulus *)
*) coret yang tidak perlu

Catatan:

No	Nama Dosen	Uraian Revisi
1	Drs. Taufik Hidayat, M.T.	*revisi disampaikan langsung ke mahasiswa yang bersangkutan*
2	Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.	Penting untuk melengkapi manual guide untuk mainan anak-anak ini Jika ada studi model untuk simulasi efek geraknya, mungkin bisa disampaikan, mengingat efek goyangan atau efek gerak adalah inovasi produk Business Model Canvas; untuk memperkirakan berapa harga jual Studi Material dan sambungan; karena sangat berpengaruh pada kekuatan
3	Hertina Susandari, S.T., M.T.	Branding produk Penanganan ekstrem activity disampaikan secara eksplisit pada desain. Misal: bagaimana mencegah agar anak tidak naik di atas struktur bawah (seperti yang ditunjukkan di laporan, dll) Peranan pendamping/ pengawas?
4	Bambang Tristiyono, S.T., M.Si.	gartek; gambar tampak ada ukuran total nya skala; on the sheet (sheet yg variasi skalanya) sheet 3; ada notasi yang tertumpuk Dilengkapi gambar part (sesuai macam komponen nya) artikel; Fokus ke salah satu point keunggulan/inovasi/feature agar bisa menjelaskan lebih tepat dan detail laporan, bab 5 (gartek, gambar operasional, rendering suasana) sitasi-daftar pustaka, penulisan sumber untuk gambar dilengkapi

Catatan hasil kolokium ini sebagai acuan revisi untuk peserta.

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir,

Bambang Tristiyono, S.T., M.Si.
NIP. 19700703 199702 1 001

Gambar lampiran 4 Berita acara Kolokium 2.
(Sumber : Penulis, 2020)



**LEMBAR CATATAN REVISI
TUGAS AKHIR MAHASISWA**

Nama : Yoni Prayoga Dwi Pangestu
NRP : 0831154000039
Judul TA : DESAIN MAINAN PAPAN KESEIMBANGAN (*BALANCE BOARD*) UNTUK
STIMULASI GERAK MOTORIK KASAR DAN INTERAKSI SOSIAL DI
PENDIDIKAN DASAR SETINGKAT TAMAN KANAK-KANAK
Tanggal Sidang : Senin, 20 Juli 2020

URAIAN REVISI	Tanda Tangan (Saat Sidang)	Tanda Tangan (Setelah Revisi)
Laporan	 (Drs. Taufik Hidayat, M.T.)	 (Drs. Taufik Hidayat, M.T.) Tgl. 7 Agustus 2020
- skenario: bagaimana setting di lantai, diletakan begitu saja, diringkesi setiap hari atau tidak? - BMC diperbaiki : Customer Relationship : apa yang bikin mereka mau beli? Segment: Sekolah TK yang personanya bagaimana; privat yang personanya bagaimana - Representasi video sebaiknya yang kelihatan itu anak-anak	 Digitally signed by Ellya Zulaikha Date: 2020-08-11 16:41+07:00 (Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.)	 Digitally signed by Ellya Zulaikha Date: 2020-08-11 16:42+07:00 (Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.) Tgl.0.....
1. Rencana pengemasan agar tidak goyang 2. Skenario apabila hanya ada dua anak saja yang memainkan -> bisa dengan kode warna pada gambar kaki di alas bermain	 (Hertina Susandari, S.T., M.T.)	 (Hertina Susandari, S.T., M.T.) Tgl.
SEGERA DIPERSIAPKAN SEMUA OUTPUT UNTUK DIKUMPULKAN, TANGGAL 31 JULI 2020, JAM 12.00 WIB	 Digitally signed by Bambang Tristiyono DN: cn=Bambang Tristiyono, o=ITS, email=bambangtristiyono@gmail.com, c=ID Date: 2020.08.11 08:16:41 +0700 (Bambang Tristiyono, S.T., M.Si.)	 Digitally signed by Bambang Tristiyono DN: cn=Bambang Tristiyono, o=ITS, email=bambangtristiyono@gmail.com, c=ID Date: 2020.08.11 08:19:33 +0700 (.....) Tgl.

Lembar Catatan Revisi ini merupakan persyaratan untuk pengesahan Buku Laporan Tugas Akhir, upload jurnal POMITS/sains & seni, sebagai syarat Yudisium Departemen dan ITS.

Dosen Pembimbing,

(Drs. Taufik Hidayat, M.T.)
NIP. 195802181987011001

Setuju menyelesaikan revisi
tanggal Agustus 2020
Mahasiswa,

(Yoni Prayoga Dwi Pangestu)
NRP. 0831154000039

Gambar lampiran 5 Lembar catatan revisi Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

LOG BOOK

MATA KULIAH : RISET DESAIN

NAMA MHS : YONI PRATOGA D.P

NRP : 08311540000039

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
1	29/8/2019	→ LEBIR KE PERMAINAN FISIK → Latihan Belahang lurus mengambarkan permasalahan → Konsep bentuk & penggunaan produk masih rancu. →		
2	5/9/2019	- Berangkat dari produk yg sudah ada - Perbaiki bab I : + Pertimbangan acuan v/ masok pendahuluan + Perhatikan problem di TK - Perbaiki bab II + Coba studi macam2 arena + Studi jenis & ukuran bola + Studi kelayakan v/ arena → HINDARI KOMPONEN ELEKTRONIK → PERMAINAN → KERUMPAHAN KAN → KERJA SAMA		
3	26/9/2019	- Perbaiki : - Studi skenario penggunaan + eigencinya - Menentukan jenis permainan (urgent) - Skenario game / arena. - Penyetaraan tabel scoring - Bab I : susunlah rumusan masalah dg isi latar belakang + gambar		

halaman ke : 1..

Gambar lampiran 6 Lembar 1 asistensi Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

LOG BOOK

MATA KULIAH : RISET DESAIN
NAMA MHS : YENI . P
NRP : 08311540000039

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
	21 / 11 2019	- Bikin alternatif & pengaruhnya thd visual - Bikin alternatif untuk arena permainan + penghindari dimaniskam dg tangan - Coba model stacking pd handlebar x - Batasan penggunaan.		
	22 / 11 2019	- Dimensi handle ditinggikan untuk limitasi gerak - Model diberi permainan terskala yg mudah diukur (3 alt) - Tambahkan desain footstep. - Konsep dihubungkan dg analisis yg sudah dilakukan.		
		- Studi warna - Power point menyusun diiringkan poin-poin saja. - Peralatan permainan masuk outdoor dg peneduh		
		- Tambah triplek.		

halaman ke :

Gambar lampiran 7 Lembar 2 asistensi Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

LOG BOOK

MATA KULIAH : TUGAS AKHIR
NAMA MHS : YONI P
NRP : 0831154000039

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
	20 2/2020	- Ditambahi tinggi tumpuan 3AL7 ✓ - Arena permainan dieksplorasi x - Ditambahi analisis bentuk handle serta aktivitas. Argumen dari pertanggung K1 (BT) ✓ - proses - Rangka dipisah dipanjangkan ✓ - Gantel tumpu + potongan ✓		
	12 7/2020	- Gantel pakai ukuran standar ✓ - proses - Desain v/ efisiensi proses pembuatan → perlu x variasi - Desain stopper ✓ → proses - Dicoba untuk arena 1:1 3AL7 x masih 1 - Ingat untuk studi setiap komponen yg ✓ digunakan dg parameter yg sesuai		

halaman ke :

Gambar lampiran 8 Lembar 3 asistensi Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN

UNTUK MAHASISWA

LOG BOOK

MATA KULIAH : TUGAS AKHIR
NAMA MHS : YONI P
NRP : 0831159000020

No	TANGGAL	URAIAN KEGIATAN	CEK	TANDA TANGAN
	6/04 2020	- Studi shopper & uluran kaki (sepatu) - Studi disemakan lagi dengan studi sebelumnya - Finishing diperjelas lagi bagian mana - Pada Konsep packaging (cek berat & volume)		
		- Cek lagi untuk papan pijakan: (sedikit diperbesar) - Nilai jual & value dijelaskan di penutup - Untile foam di tepi papan pijakan diganti karet srg		

halaman ke :

Gambar lampiran 9 Lembar 4 asistensi Tugas Akhir.
(Sumber : Penulis, 2020)

(Halaman dikosongkan)

LAMPIRAN 2 (Dokumentasi Survey)



Gambar lampiran 10 Suasana pembelajaran dalam kelas TK.

(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar lampiran 11 Suasana halaman TK saat jam istirahat.

(Sumber : Penulis, 2020)

3-08-2019

HASIL TES MODEL BALANCE BOARD

Peserta tes : siswa TK B (5-6 tahun)

1. P = sukses, sedikit kesulitan
2. P = kesulitan
3. L = sukses, mudah.
4. P = sukses
5. L = sukses, mudah.
6. P = sukses, ragu.
7. P = sukses
8. L = bisa
9. L = agak ragu, bisa
10. L = sukses, gemetar.
11. L = sukses, mudah.
12. P = takut, tp bisa
13. L = mudah, sukses
14. L = mudah, sukses.
15. P = kesulitan.
16. L = sukses, ragu.
17. P = sukses, agak takut.
18. L = sukses.
19. L = mudah, sukses.
20. L = sukses, mudah, agak takut
21. L = sukses, agak takut
22. L = sukses, agak takut.
23. L = sukses, agak takut.

24. L = sukses, agak takut, mudah.
25. P = sukses, agak takut.
26. P = sukses
27. L = tidak mau bermain

KET : P = PEREMPUAN
L = LAKI-LAKI

INDIKATOR

- ① Kemampuan mencoba hal baru

Skala : tidak ragu, ragu, takut.

- ② Kemampuan bermain

Skala : mudah, cukup, kesulitan.

- ① L : tidak ragu : ~~IIII~~ III

ragu : IIII

takut : IIII

- P : tidak ragu : ~~IIII~~ I

ragu : II

takut : II

- ② L : mudah : ~~IIII~~ II

cukup : IIII

kesulitan : -

- P : mudah : III

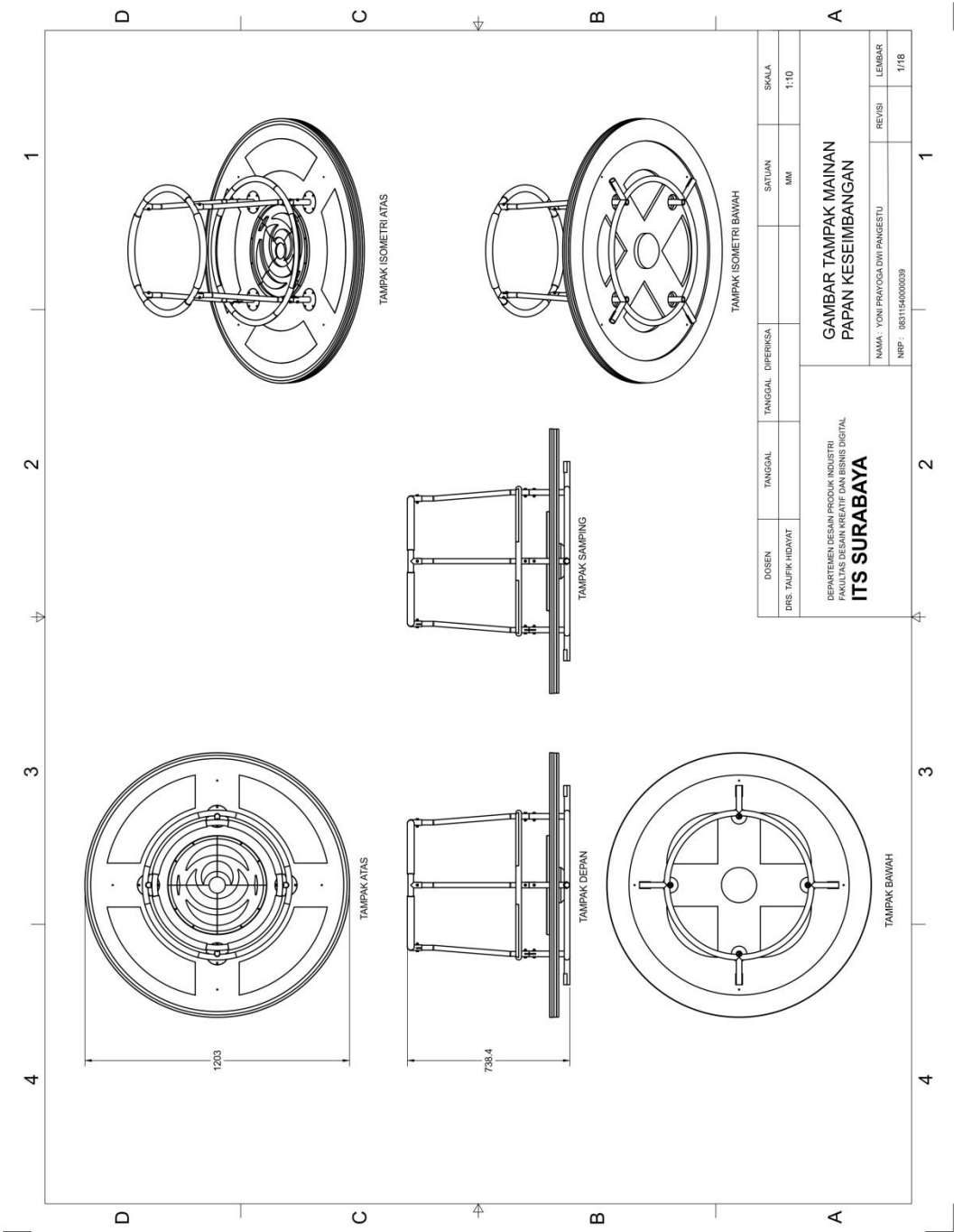
cukup : IIII

kesulitan : III

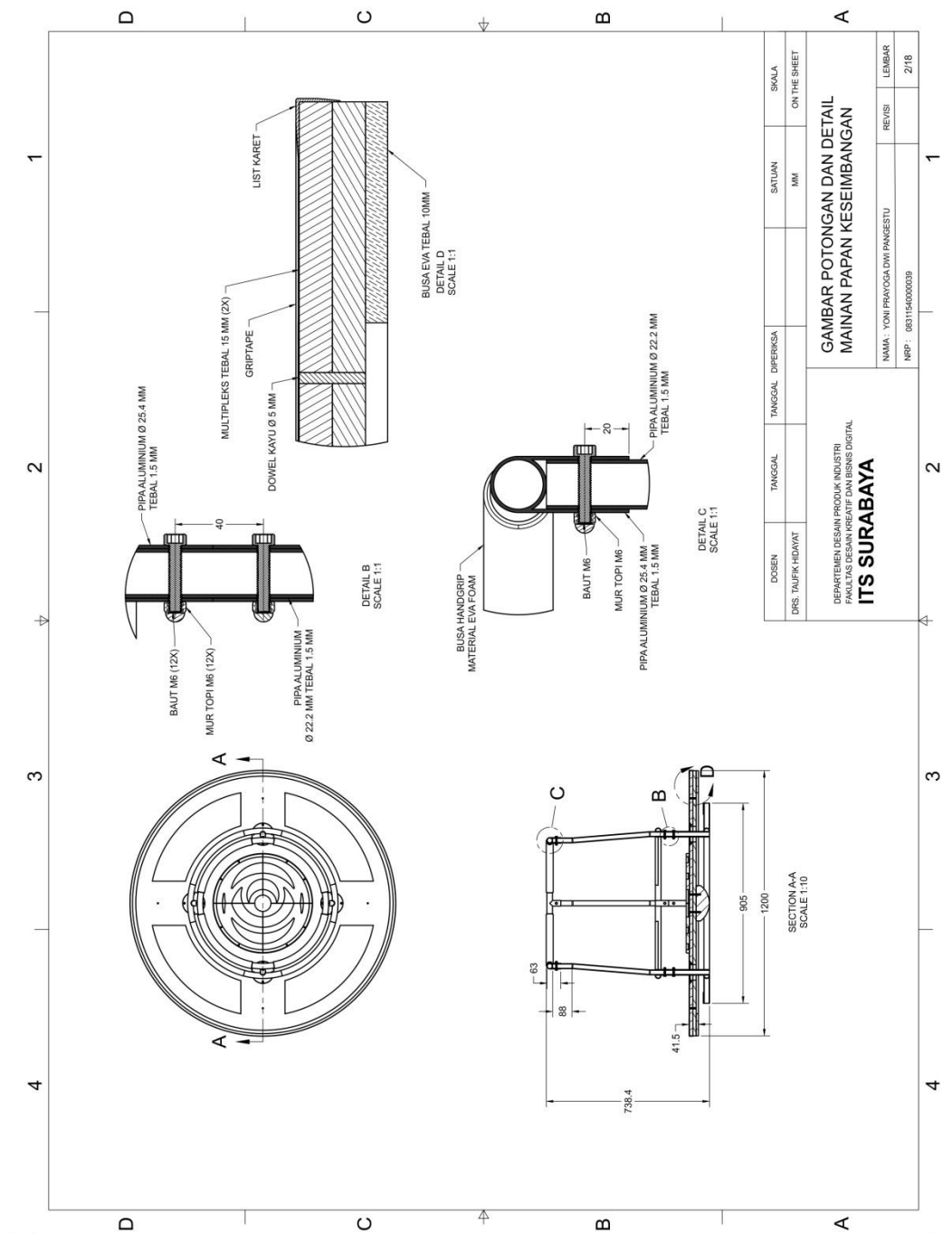


Gambar lampiran 12 Catatan selama uji modelmainan papan keseimbangan.
(Sumber : Penulis, 2019)

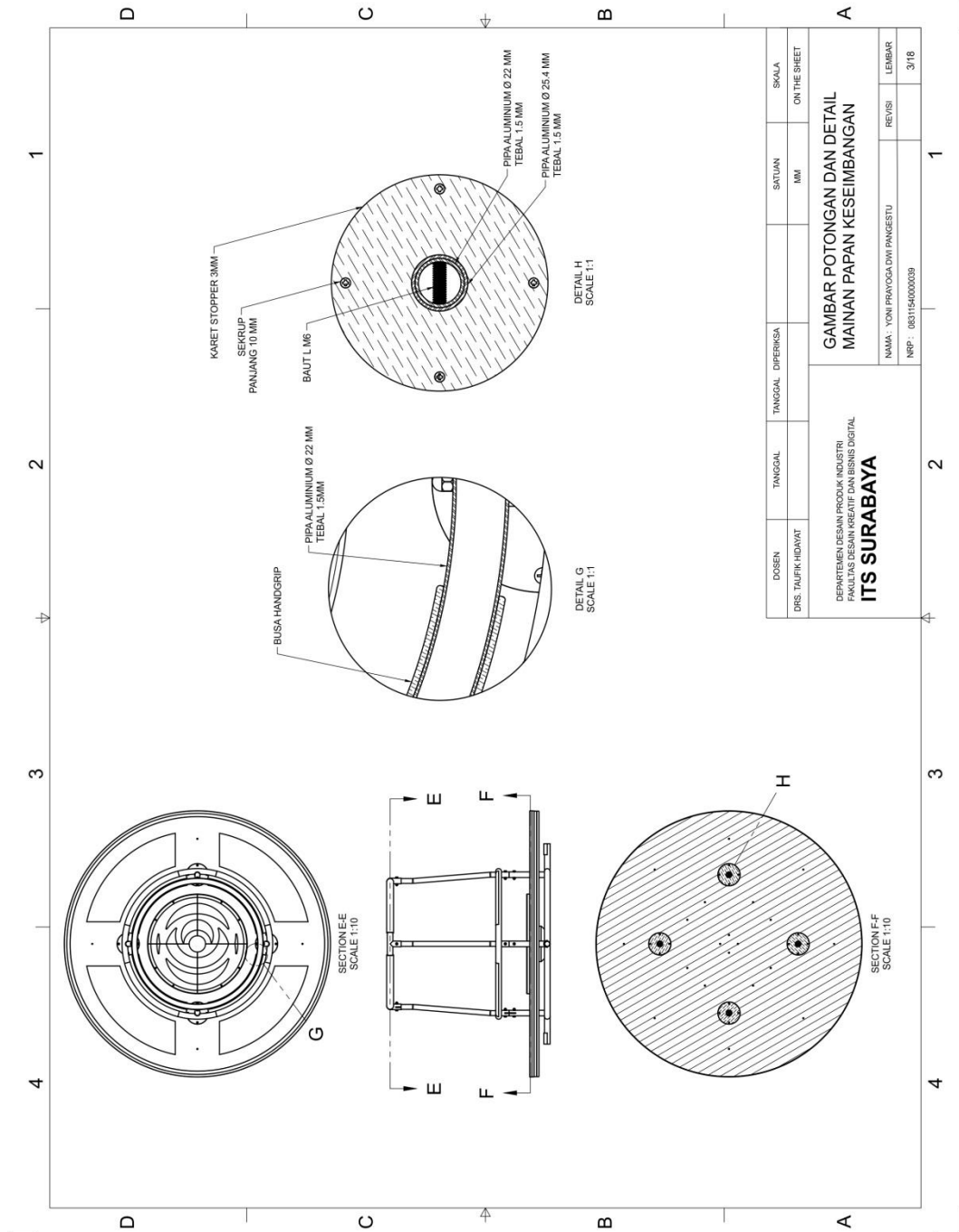
LAMPIRAN 3 (Gambar teknik)



Gambar lampiran 13 Gambar tampak.
(Sumber : Penulis, 2020)



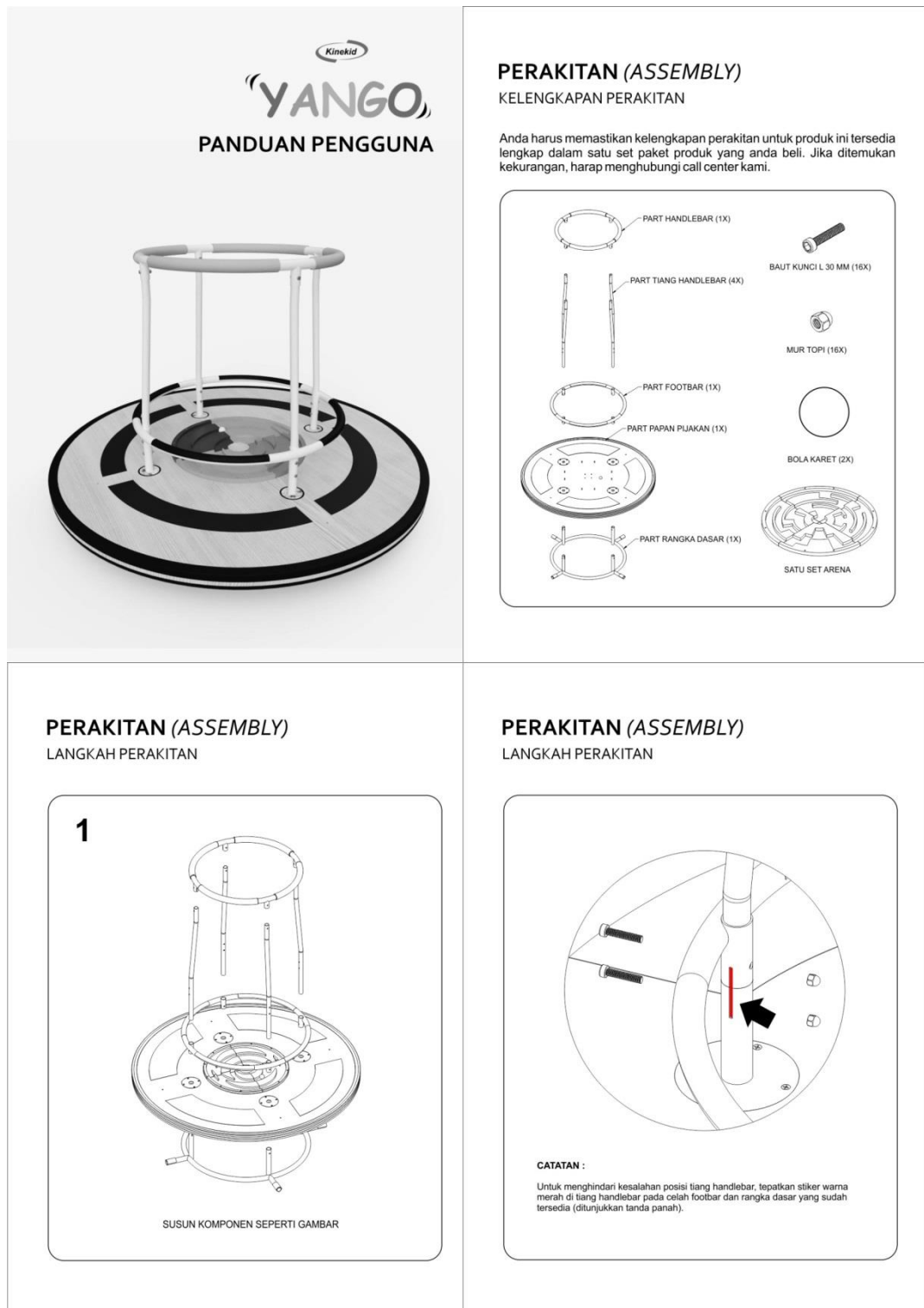
Gambar lampiran 14 Gambar potongan 1.
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar lampiran 15 Gambar potongan 2.
(Sumber : Penulis, 2020)

(Halaman dikosongkan)

LAMPIRAN 4 (Contoh panduan pengguna)

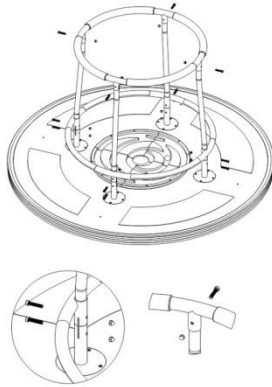


Gambar lampiran 16 Empat halaman awal contoh panduan pengguna.
(Sumber : Penulis,2020)

PERAKITAN (ASSEMBLY)

LANGKAH PERAKITAN

2

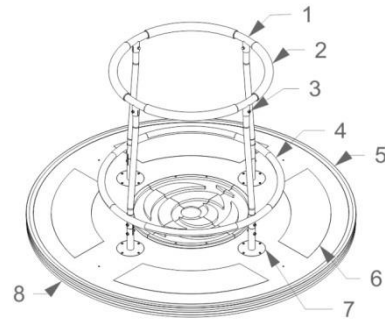


PASANGKAN TIAP KOMPONEN PADA POSISI YANG BENAR KEMUDIAN PASANG DAN KENCANGKAN DENGAN BOUT DAN MUR YANG SUDAH TERSEDIA

PENGENALAN PRODUK (PRODUCT KNOWLEDGE)

BAGIAN-BAGIAN PRODUK DAN PEMERIKSAAN BERKALA

TAMPAK ATAS



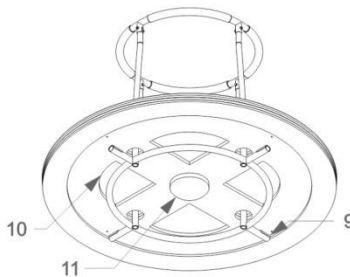
1. **Rangka logam.** Terbuat dari aluminium yang dilapisi cat. **Pemeriksaan berkala :** cek jika ada bagian cat yang terkelupas dan bagian logam yang bengkok. Ganti bagian rangka logam yang bengkok dengan yang baru.
2. **Busa handgrip.** Terbuat dari material busa EVA. **Pemeriksaan berkala :** Periksa kondisi setiap satu bulan sekali. Jika terlalu kotor dan terdapat bagian yang rontok, segera ganti dengan yang baru.
3. **Baut L dan mur topi.** Terbuat dari besi tahan karat. **Pemeriksaan berkala :** Periksa setiap satu bulan sekali. Jika timbul karat dan keausan segera ganti dengan yang baru.
4. **Griptape footbar.** **Pemeriksaan berkala :** Periksa kondisi setiap satu bulan sekali. Bersihkan jika ada tumpukan kotoran. Jika ada bagian yang sobek dan permukaannya halus, segera ganti dengan yang baru.

PENGENALAN PRODUK (PRODUCT KNOWLEDGE)

BAGIAN-BAGIAN PRODUK DAN PEMERIKSAAN BERKALA

5. **List karet.** Terbuat dari karet. **Pemeriksaan berkala :** Jika ada bagian list karet yang terkelupas, rekatkan kembali dengan papan menggunakan lem, paku atau sekrup. Jika sudah list karet sudah koyak, ganti dengan yang baru.
6. **Griptape papan pijakan.** **Pemeriksaan berkala :** Periksa kondisi setiap satu bulan sekali. Bersihkan jika ada tumpukan kotoran. Jika ada bagian yang sobek dan permukaannya halus, segera ganti dengan yang baru.
7. **Stopper karet.** Terbuat dari karet tebal 3 mm. **Pemeriksaan berkala :** Jika sekrup penahan longgar, kencangkan kembali dengan obeng plus (+). Jika lapisan karet sudah koyak, segera ganti dengan yang baru.
8. **Tumpuan.** Terbuat dari kayu solid. **Pemeriksaan berkala :** Periksa kondisi setiap satu bulan sekali. Jika sambungan aus, ganti dengan satu set papan pijakan yang baru.

TAMPAK BAWAH

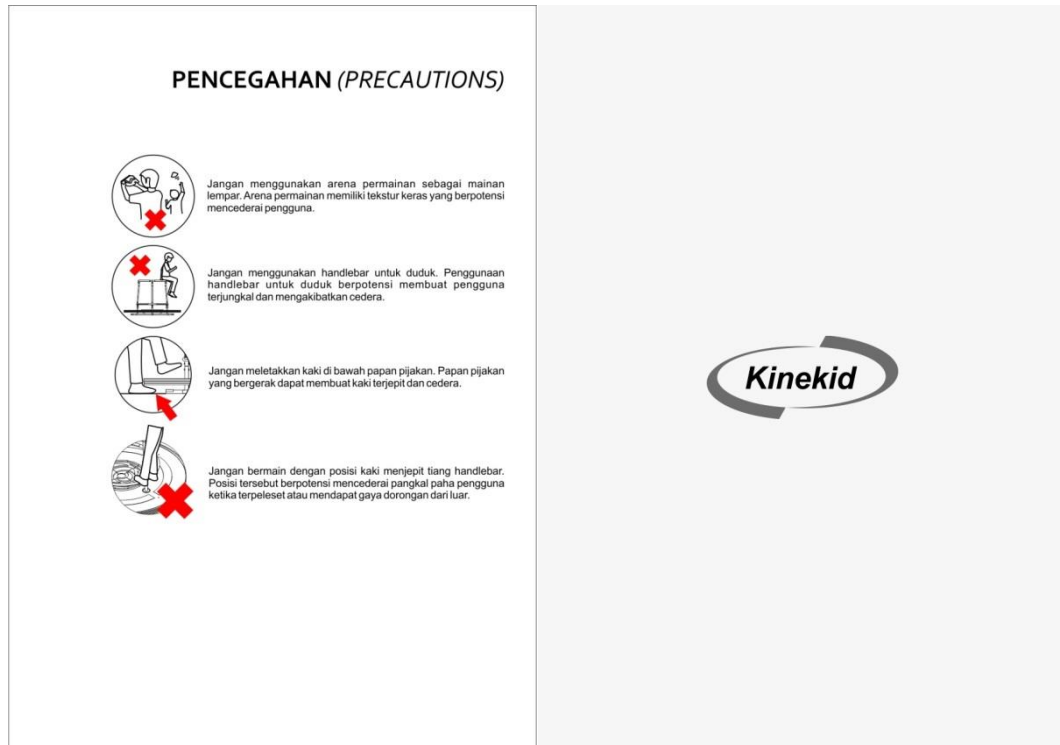


PENGENALAN PRODUK (PRODUCT KNOWLEDGE)

BAGIAN-BAGIAN PRODUK DAN PEMERIKSAAN BERKALA

9. **Bantalan karet rangka.** Terbuat dari karet. **Pemeriksaan berkala :** Jika ada bagian karet yang koyak, ganti dengan yang baru.
10. **Papan pijakan.** Terbuat dari multipleks. **Pemeriksaan berkala :** Periksa kondisi setiap satu bulan sekali. Jika ada retakan segera ganti dengan yang baru.
11. **Stopper karet.** Terbuat dari karet tebal 3 mm. **Pemeriksaan berkala :** Jika sekrup penahan longgar, kencangkan kembali dengan obeng plus (+). Jika lapisan karet sudah koyak, segera ganti dengan yang baru.

Gambar lampiran 17 Halaman lanjutan contoh panduan pengguna.
(Sumber : Penulis, 2020)



Gambar lampiran 18 Dua halaman terakhir contoh panduan pengguna.
(Sumber : Penulis, 2020)

(Halaman dikosongkan)

LAMPIRAN 5 (Dokumentasi pameran / Kolokium 3)



Gambar lampiran 19 Pameran / kolokium 3 penulis.
(Sumber : Penulis, 2020)

(Halaman dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Yoni Prayoga Dwi Pangestu

Lahir di Mojokerto pada tanggal 3 Mei 1996. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara pasangan Dwi Anoto dan Estu Wiludjeng.

Penulis telah menyelesaikan pendidikan dasar di SDN Dlanggu 1, pendidikan menengah di SMPN 1 Dlanggu dan SMAN 1 Sooko. Penulis kemudian melanjutkan studinya dengan menempuh perkuliahan di Program Studi S1 Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis memiliki ketertarikan pada *digital editing*, *digital modeling* dan *CNC machining* sederhana serta bercita-cita untuk dapat bekerja sebagai seorang desainer produk.

Narahubung :

e-mail : yoni.dlanggu02@gmail.com

Media sosial : Instagram @yoneepz

