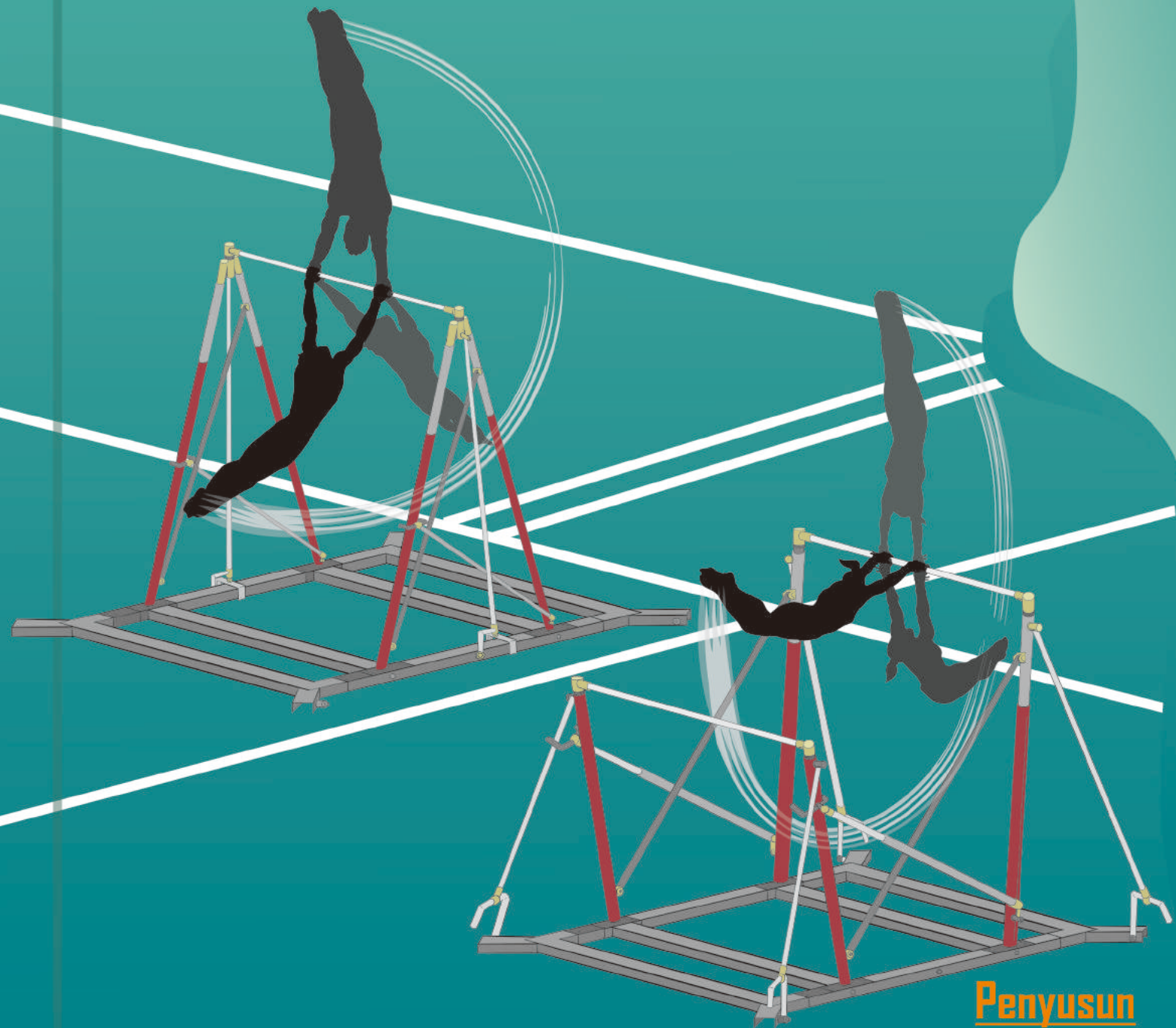


PALANG MULTIGUNA UNTUK SENAM ARTISTIK DI RUANG TERBATAS



Penyusun

Tubagus Herlambang

Tandiyo Rahayu

Sulaiman

Tri Rustuadi

PALANG MULTIGUNA UNTUK SENAM ARTISTIK DI RUANG TERBATAS

Penulis:

Tubagus Herlambang

Tandiyo Rahayu

Sulaiman

Tri Rustuadi



POTLOT
PUBLISHER

Tempat KDT

PALANG MULTIGUNA UNTUK SENAM ARTISTIK DI RUANG TERBATAS
Copyright © 2023

Penulis:

Tubagus Herlambang
Tandiyo Rahayu
Sulaiman
Tri Rustuadi

Penyunting:

Nurudin

Desain sampul dan Tata letak
Tubagus Herlambang

Penerbit

Potlot Publisher

Kantor Pusat:

Jl. Zebra Tengah No. C-4

Kota Semarang 50192

Tel. +62 81 575 888 669

Website: <http://potlot.id>

Email: publisher@potlot.id

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun
tanpa ijin tertulis dari penulis dan penerbit

Cetakan ke-1, Januari 2023

ISBN:

Kata Pengantar

Buku ini membahas salah satu peralatan olah raga yang multi fungsi dan kompleks untuk kegiatan pelatihan cabang olah raga senam artistik. Palang tunggal dan palang bertingkat umumnya membutuhkan arena yang cukup luas untuk peralatannya. Padahal arena sekolah untuk belajar sangat kecil dan tidak representative untuk latihan. Sehingga dengan adanya palang multiguna pada cabang olah raga senam artistic ini, diharapkan dapat menjadi alternative solusi bagia arena terbatas. Buku ini mengkaji ilmu sport engineering yang mengintegrasikan palang tunggal dan palang bertingkat pada arena terbatas.

Daftar Isi

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
PRAKATA.....	ii
ABSTRAK.....	iii
DAFTAR ISI	iv

BAB I Pentingnya Palang Multiguna

A. Kebutuhan Palang Multiguna...	1
B. Manfaat Palang Multiguna.....	5

BAB II Konsep Dasar Senam Artistik

A. Hakikat Senam.....	7
B. Jenis-jenis Senam.....	8
C. Modifikasi Pengembangan Alat Latihan Multiguna Cabang Olahraga Senam Artistik	15
D. Landasan Pengembangan Alat Latihan Multiguna Cabang Olahraga Senam Artistik Pada Alat Palang Tunggal Dan Palang Bertingkat..	16
E. <i>CAD Computer Aided Design</i>	19

BAB III Integrasi Palang Multiguna Untuk Senam Artistik Di Ruang Terbatas

A. Integrasi Ruang Multifungsi.....	22
B. Pentingnya Integrasi Alat Palang Tunggal dan Palang Bertingkat.....	32
C. Spesifikasi Alat Palang Tunggal.....	35
D. Spesifikasi Alat Palang Bertingkat.....	36
E. Faktor Keamanan Peralatan Palang Multiguna Untuk Senam Artistik Di Ruang Terbatas	37
DAFTAR PUSTAKA.....	42

BAB I

PENTINGNYA PALANG MULTIGUNA

A. Kebutuhan Palang Multiguna

Olahraga merupakan aktivitas fisik manusia, kini sudah dijadikan sebagai kebutuhan hidup. Sebagai suatu kegiatan yang melibatkan otot-otot besar, olahraga dapat dijadikan sebagai alat dalam menjaga kebugaran dan rehabilitasi, sebagai alat rekreasi, pendidikan, dan juga prestasi tentunya. Olahraga dapat dikelompokkan dalam tiga lingkup yaitu; olahraga pendidikan, olahraga rekreasi, dan olahraga prestasi. (Jakarta, Menegpora ; 2005).

Berbicara mengenai olahraga prestasi, dikenal berbagai cabang olahraga dengan berbagai disiplin yang ada di dalamnya. Salah satunya adalah cabang olahraga senam. Senam terdiri dari 6 disiplin, yang meliputi; 1. *artistic gymnastics*, 2. *rhythmic gymnastics*, 3. *trampoline gymnastics*, 4. *acrobatics gymnastics*, 5. *aerobic gymnastics* dan 6. *general gymnastics*. Beberapa disiplin senam yang ada di Pengprov Persani Jawa Tengah yaitu; *artistic gymnastics*, *rhythmic gymnastics* dan *aerobic gymnastics*. Salah satu nomor disiplin *artistic gymnastics* yang berkembang di Indonesia dan merupakan salah satu disiplin senam yang berkembang pertama di Pengprov Persani Jawa Tengah.

Pada disiplin *artistic gymnastics* ini, salah satu aspek penting untuk meningkatkan keterampilan gerak sebagai upaya peningkatan prestasi yaitu tersedianya sarana dan prasarana

latihan senam. Sarana latihan senam terdiri dari enam alat untuk artistik putra terdiri dari; 1) lantai, 2) kuda pelana, 3) meja lompat, 4) palang sejajar 5) gelang-gelang, 6) palang tunggal, sedangkan untuk artistik putri ada empat alat yang meliputi; 1) lantai, 2) balok keseimbangan, 3) meja lompat dan 4) palang bertingkat.

Dari berbagai jenis peralatan *artistic gymnastics* membutuhkan desain konstruksi yang baik, karena peralatan tersebut diharapkan tidak mengalami perubahan posisi alat agar teknik gerak pesenam selama latihan maupun pada saat kompetisi tidak mengalami perubahan sesuai dengan kriteria penilaian. Untuk itu dalam penggunaan peralatan latihan untuk *artistic gymnastics*, membutuhkan penataan instalasi mekanik seperti yang dikemukakan oleh, (Turrin, Yang, Aquilio, Sileryte, & Sun, 2016) peralatan olahraga prestasi khususnya pada alat senam baik selama latihan maupun untuk kompetisi dibutuhkan kondisi peralatan yang konstan.

Untuk membantu perhitungan tingkat peralatan yang konstan salah satunya dengan menggunakan *software CAD (Computer Aided Design)*, karena hal tersebut merupakan bagian kajian multidisiplin antara olahraga dengan teknik atau yang disebut dengan *sport engineering*. Begitupula kebutuhan *sport engineering* dalam senam artistik berdasarkan permintaan *Code of Points* untuk berbagai jenis teknik mutakhir, (Liang & Liang, 2012). Konotasi *sport engineering* beragam, komprehensif dan seimbang. Hal itu merupakan ekstensi teknik mutakhir yang juga

harus mematuhi prinsip ini. Untuk mendukung kajian *sport engineering* dalam menentukan desain konseptual konstruksi bangunan dan alat olahraga yang dapat mendukung pencapaian sarana dan prasarana cabang olahraga senam yang berkinerja tinggi dan berkelanjutan, (Turrin et al., 2016).

Berbicara tentang sarana prasarana pada cabang olahraga senam artistik dengan tingkat konstan yang tinggi diantaranya pada alat palang tunggal dan palang bertingkat. Penggunaan peralatan tersebut membutuhkan penataan yang konstan dan arena yang cukup luas, sedangkan pada induk organisasi Persani yang ada di Jawa Tengah rata-rata menggunakan aula sekolah yang cukup kecil dan tidak representatif sebagai sarana latihan, keadaan ini berakibat penataan peralatan senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang digunakan induk organisasi senam di Jawa Tengah penataan alat tersebut berada di luar arena sekolah. Sementara itu, atlet harus berlatih tanpa adanya hambatan dari faktor eksternal salah satunya faktor cuaca, keadaan ini berakibat program latihan tidak berjalan dengan baik yang berdampak pada penguasaan keterampilan gerak pada alat palang tunggal dan palang bertingkat terhambat, disisi lain atlet harus memenuhi komposisi persyaratan sesuai dengan aturan *Federation Internationale de Gymnastics* (FIG).

Untuk memberikan solusi permasalahan yang ada, penulis membuat produk pengembangan dalam bentuk modifikasi alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik yang dapat

diseting pada area terbatas pada palang tunggal dan palang bertingkat yang didesain menjadi satu alat tanpa menggunakan tali pemancang.

Melalui model pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat ini merupakan cara integrasi peralatan palang multiguna untuk senam artistik yang dapat diseting pada area terbatas untuk memenuhi komposisi persyaratan pada *Code of Points Artistic Gymnastics* pada sesi pelatihan.

Palang multiguna untuk cabang olahraga senam artistik khususnya pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang didesain dua alat menjadi satu alat tanpa menggunakan tali pemancang yang dapat diseting pada arena latihan yang terbatas sebagai alternatif alat latihan pada induk organisasi senam di Jawa Tengah.

Tujuan dari produk pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik sebagai salah satu alternatif sebagai sarana latihan senam melalui beberapa langkah, yaitu:

- 1) Palang multiguna untuk cabang olahraga senam artistik khususnya pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang didesain dua alat menjadi satu alat tanpa menggunakan tali pemancang yang dapat diseting pada arena latihan yang terbatas.

- 2) Hasil model pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik ini dapat diterima oleh pelatih dan atlet senam di Jawa Tengah.

B. Manfaat Palang Multiguna

Manfaat produk pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik ini dapat digunakan oleh atlet, pelatih dan induk organisasi Persani di Jawa Tengah sebagai alternatif sarana latihan senam diantaranya sebagai berikut:

- 1) Integrasi alat palang tunggal dan palang bertingkat dapat diseting pada arena latihan yang terbatas sebagai sarana alternatif pada sesi pelatihan untuk memenuhi komposisi persyaratan *code of points artistic gymnastics*.
- 2) Pelatih dan atlet dapat menggunakan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik sebagai alternatif pelaksanaan program latihan.

Berdasarkan dari hasil pembahasan yang telah dianalisis diatas, maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Palang multiguna untuk senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat berbentuk satu alat yang memiliki fungsi dua alat efektif untuk dipasang pada ruang gedung yang terbatas.
- 2) Palang multiguna untuk senam artistik di ruang terbatas dapat digunakan sebagai alternatif sarana latihan pada sesi pelatihan cabang olahraga senam artistik di Jawa Tengah.

Beberapa saran yang dapat disampaikan berkaitan dengan pemanfaatan produk ini sebagai berikut:

- 1) Bagi atlet, dapat menggunakan alat tersebut sebagai sarana latihan untuk meningkatkan keterampilan gerak pada alat palang tunggal dan palang bertingkat.
- 2) Bagi Pelatih, pelatih dapat merekomendasikan alat ini sebagai alternatif tanpa terganggu faktor eksternal.
- 3) Bagi induk organisasi Persani, alat palang tunggal dan palang bertingkat tanpa menggunakan tali pemancang dapat digunakan sebagai sarana pembinaan prestasi senam artistik di Jawa Tengah dengan harga terjangkau.

BAB II

KONSEP DASAR SENAM ARTISTIK

A. Hakikat Senam

Senam yang dikenal sebagai salah satu cabang olahraga yang mempunyai batasan-batasannya sendiri, mempunyai ruang lingkup tertentu, ini berarti cabang olahraga senam berbeda dengan cabang olahraga lain. Senam merupakan terjemahan langsung dari bahasa Inggris *gymnastics* atau Belanda *gymnastiek*. *Gymnastics* berasal dari kata *gymnose* yang berarti telanjang atau setengah telanjang. Tempat yang digunakan untuk berlatih senam disebut *Gymnasium*, sedangkan pesenam disebut *Gymnast*.

Menurut arti bahasa, senam dari bahasa Yunani adalah terjemahan dari kata "*Gymnose*" yang berarti telanjang. Dimaksud agar gerakan dapat dengan mudah dilakukan tanpa gangguan sehingga gerakan yang ditampilkan menjadi sempurna. Jadi pengertian senam sendiri adalah latihan tubuh yang dipilih dan diciptakan dengan sengaja dan berencana, disusun secara sistematis dengan tujuan membentuk dan mengembangkan pribadi secara harmonis (Muhajir,2006:70).

Kemudian untuk membuat batasan senam yang sangat tepat sangat sukar, oleh karena semua pengertian dan bidang yang terkandung di dalamnya harus tercakup. Namun demikian batasan

itu harus ada, supaya arti kata tidak meragukan, tidak samar-samar dan juga jelas batas dan ruang lingkupnya. Untuk menyusun batasan senam itu perlu terlebih dahulu mengetahui ciri-ciri atau kaidah-kaidahnya yang antara lain:

1. Gerakan-gerakan senam harus direncanakan dan diciptakan dengan sengaja.
2. Gerakan-gerakan senam harus disusun secara sistematis.
3. Gerakan senam harus bermanfaat dan mempunyai tujuan tertentu misalnya: normalisasi, pembentukan, calemenik, keindahan, kesehatan, prestasi, seni gerak, dan akrobatik.

Dari kaidah-kaidah tersebut dapat dibuat suatu batasan sebagai berikut: Senam sebagai latihan tubuh yang dipilih dan dikonstruksi dengan sengaja, dilakukan secara sadar dan terencana, disusun secara sistematis dengan tujuan meningkatkan kesegaran jasmani, mengembangkan keterampilan dan menanamkan nilai-nilai mental spiritual.

B. Jenis-jenis Senam

Untuk lebih memudahkan pengelompokan jenis senam, berikut ini merupakan pengelompokan jenis senam yang mengacu pada FIG (*Federation Internationale de Gymnastique*), senam terdiri dari enam disiplin yang meliputi sebagai berikut:

1. *Artistic Gymnastics*

Senam artistik diartikan sebagai senam yang menggabungkan aspek *tumbling* dan akrobatik (Agus Mahendra, 2001: 16) untuk mendapatkan efek-efek artistik dari gerakan-gerakan yang dilakukan pada alat-alat sebagai berikut:

Artistik Putra:

1. Lantai (*Floor Exercise*).
2. Kuda Pelana (*Pommel Horse*).
3. Gelang-gelang (*Rings*).
4. Kuda Lompat (*Vaulting Bars*).
5. Palang Tunggal (*Horizontal Bar*).
6. Palang Sejajar (*Parallel Bars*).

Artistik Putri:

1. Kuda Lompat (*Vaulting Horse*).
2. Palang Bertingkat (*Uneven Bars*).
3. Balok Keseimbangan (*Balance Beam*).
4. Lantai (*Floor Exercise*).

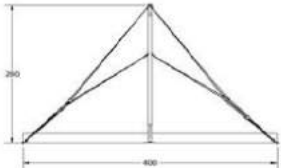
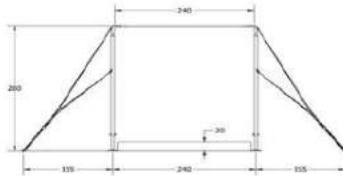
Dari berbagai jenis alat senam yang ada berikut ini merupakan spesifikasi alat palang tunggal dan palang bertingkat yang akan digunakan sebagai acuan oleh peneliti dalam penelitian pengembangan ini diantaranya sebagai berikut:

1. Palang Tunggal

Palang tunggal merupakan nomor alat pada cabang olahraga senam artistik putra. Peraturan yang ditetapkan oleh *Federasi*

Internasional Gymnastics (FIG) batang dibuat dari stainless steel 2.4 m panjang dan berdiameter 28 mm, sedangkan tinggi palang tunggal 2,50 m di atas matras dengan ketebalan 20 cm dan ditahan di posisi oleh dua tiang penyangga yang distabilkan oleh empat tali pemancang (Kerwin & Hiley, 2003b).

Tabel 1. Alat Palang Tunggal

No	Tampak Samping	Tampak Depan
1		

Pada alat palang tunggal beberapa jenis aspek gerak dalam komposisi persyaratan yang mengacu pada *code of points* harus dilakukan oleh pesenam yang meliputi *giant swing*, keterampilan melepaskan, memutar dan perubahan arah, dengan menggunakan momentum dari gerakan *giant swing* pada ketinggian yang cukup untuk dapat melakukan *dismount*.

Ruang lingkup peraturan gerakan pada alat palang tunggal berpedoman pada komposisi persyaratan mengacu pada *Code of Points Artistic Gymnastics 2017-2020* yang diuraikan pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2. Komposisi Persyaratan Palang Tunggal

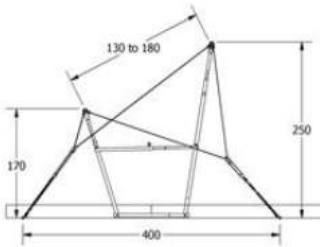
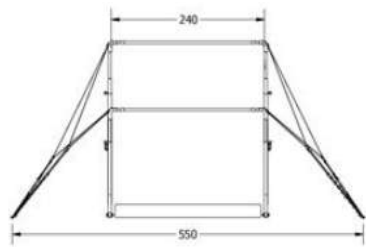
No	Komposisi Persyaratan Palang Tunggal
1	<i>Long swing</i>
2	<i>Flight element</i>

3	<i>Near bar swing</i>
4	<i>Dismount</i>

2. Palang Bertingkat

Palang bertingkat terdiri dari dua batang kayu atau *fiberglass*, masing-masing bertumpu pada tiang penyangga vertikal dari ketinggian yang berbeda. Palang bawah berjarak 1,61 m sampai dengan 1,70 m dari lantai, sedangkan palang atas berada di 2,41 meter sampai dengan 2,50 m.

Tabel 3. Alat Palang Bertingkat

No	Tampak Samping	Tampak Depan
1		

Pada palang bertingkat, pesenam menavigasi dua pegangan *horizontal* pada ketinggian yang berbeda dengan lebar yang sudah ditentukan ukurannya, pesenam melakukan gerakan mengayun, berputar, transisi dan melepaskan pada saat pergerakan pada pegangan palang bertingkat serta diakhiri dengan gerakan *dismount*.

Komposisi persyaratan pada alat palang bertingkat yang mengacu pada *Code of Points Artistic Gymnastis 2017-2020* dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Komposisi Persyaratan Palang Bertingkat

No	Komposisi Persyaratan Palang Bertingkat
1	<i>Flight element from HB to LB</i>
2	<i>Flight element on the Same bar</i>
3	<i>Diferent Grips</i>
4	<i>Non Flight elemen with min, 360 ° turn</i>

Penyajian latihan pada alat palang tunggal dan palang bertingkat harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut: (1) Pesenam harus mulai latihannya dengan melakukan kip yang merupakan sebuah langkah awal yang dilakukan pesenam. Penilaian gerak dimulai saat pesenam bergerak melakukan kip pada pegangan palang tunggal maupun palang bertingkat. (2) Pesenam harus memasukan komposisi persyaratan pada *code of points artistic gymnastics* yang dilakukan oleh pesenam dengan keselamatan penuh dan dengan derajat penguasaan estetika dan teknis yang tinggi sesuai dengan kemampuan atlet masing-masing.

2. Rhythmic Gymnastics

Rhythmic gymnastics adalah senam yang dikembangkan dari senam irama sehingga dapat dikembangkan. Komposisi gerak

yang diantarkan melalui tuntutan irama musik dalam menghasilkan gerak-gerak tubuh dan alat-alat yang artistik menjadi ciri dari senam rytmik sportif ini. Adapun alat-alat yang digunakan adalah bola, pita, tali, simpai, gada (Agus Mahendra, 2001 : 17-18).

3. *Aerobic Gymnastics*

Aerobic gymnastics adalah kemampuan untuk menampilkan gerakan secara kompleks dan dengan intensitas tinggi yang pergerakannya diiringi dengan irama musik, yang terdiri dari aktifitas aerobik tradisional.

Pergerakan yang dilakukan harus menunjukkan gerak yang terus menerus, meliputi fleksibilitas, kekuatan dan pergerakan kaki terdiri dari tujuh *basic step*, tingkat kesulitan yang tinggi tanpa terkena eksekusi atau pemotongan nilai, (FIG, 2007-2008).

Dalam cabang olahraga senam *aerobic gymnastics* terdapat komponen yang terkandung didalamnya. Pada saat ini kategori-kategori yang dilombakan dalam *aerobic gymnastics* pada *world championship* adalah *individual women*, *individual men*, *mixed pair (couple)*, dan *trio, groups*

4. *Trampolin Gymnastics*

Senam trampolin adalah kegiatan rekreasi, alat pelatihan akrobatik, serta olahraga yang kompetitif di mana atlet melakukan akrobat sambil memantul di atas trampolin.

Ruang lingkup kompetisi pada disiplin ini mencakup lompatan sederhana dalam posisi lurus, tombak, selip, atau

mengangkang ke kombinasi yang lebih kompleks dari jungkir balik dan tikungan ke depan atau ke belakang, (FIG, 2007-2008).

5. *Acrobatic Gymnastics*

Senam akrobatik (sebelumnya disebut olahraga akrobatik) adalah disiplin senam yang kompetitif di mana kemitraan pesenam bekerja bersama dan melakukan tokoh-tokoh yang terdiri dari gerakan akrobatik, menari dan jatuh, mengatur musik. Ada tiga jenis rutinitas; rutinitas 'keseimbangan' di mana fokusnya adalah pada kekuatan, ketenangan dan fleksibilitas; rutinitas 'dinamis' yang meliputi lemparan, jungkir-balik dan tangkapan, dan suatu rutinitas 'gabungan' yang mencakup unsur-unsur dari keseimbangan dan dinamika, (FIG, 2007-2008).

6. *General Gymnastics* atau Senam Umum

Senam umum adalah senam untuk kesegaran jasmani. Segala jenis senam diluar senam artistik, senam rytmik dan senam aerobik, misalnya : Senam pagi, SKJ, Senam Wanita, Senam Jantung Sehat (Agus Mahendra, 2001: 21).

Dari berbagai macam sumber kajian jenis-jenis senam diatas, dalam buku ini mencakup pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik khususnya pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang didesain menjadi satu alat dan dapat dipasang di dalam ruang yang ukuranya terbatas tanpa menggunakan pemancang tali.

Alat tersebut dikembangkan dengan tujuan untuk mengintegrasikan penataan alat senam artistik pada induk

organisasi cabang olahraga senam di Jawa Tengah yang rata-rata menggunakan arena sekolah dengan ukuran gedung yang terbatas. Alat latihan multiguna ini dapat digunakan sebagai alternatif latihan senam oleh atlet dan pelatih dalam meningkatkan keterampilan gerak atlet.

C. Modifikasi Pengembangan Alat Latihan Multiguna Cabang Olahraga Senam Artistik

Modifikasi dalam kamus besar bahasa Indonesia (1997:662) adalah pengubahan, sedangkan (dalam <http://www.total.or.id,2010>) *modification* atau modifikasi berarti perubahan. Dalam penelitian ini modifikasi diartikan sebagai perubahan dalam melaksanakan proses pembinaan senam pada alat senam palang tunggal dan palang bertingkat cabang olahraga senam artistik di provinsi Jawa Tengah.

Perlunya pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik dalam melaksanakan pembinaan pada alat tersebut. Dengan adanya penelitian pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat ini, para atlet dapat melakukan latihan dan untuk pelatih dapat melaksanakan program latihan tanpa terhambat faktor eksternal salah satunya kondisi cuaca.

Produk pengembangan ini, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan sebagai alternatif sarana latihan senam pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang menekankan

partisipasi dan pengalaman bagi atlet pada penguasaan keterampilan gerak pada alat tersebut.

D. Landasan Pengembangan Alat Latihan Multiguna Cabang Olahraga Senam Artistik Pada Alat Palang Tunggal Dan Palang Bertingkat

Landasan pemikiran dalam pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat ini untuk sarana latihan bagi atlet tingkat junior dan senior. Pada penelitian ini berdasar pada kendala yang ditemui dilapangan seperti yang dikemukakan pada latar belakang. Berikut adalah tabel yang menyajikan landasan pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat.

Tabel 5. Landasan pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat

No	Kondisi Faktual	Hambatan	Solusi
1	Induk organisasi senam di Jawa Tengah rata-rata menggunakan aula sekolah sebagai prasarana	Penggunaan aula sekolah sebagai prasarana latihan senam artistik, maka pada alat palang tunggal dan palang bertingkat tidak dapat dipasang	Produk pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat ini

	latihan senam artistik oleh pelatih dan atlet	didalam aula tersebut karena alat palang tunggal dan palang bertingkat menggunakan tali pemancang, sehingga pelaksanaan program latihan terhambat karena diakibatkan salah satu faktor eksternal cuaca salah satunya cuaca	merupakan alat yang didesain tanpa menggunakan tali pemancang yang dapat dipasang didalam ruang terbatas sehingga tidak terganggu faktor cuaca ketika digunakan pada sesi pelatihan.
2	Induk organisasi senam di Jawa Tengah belum memiliki alat palang tunggal dan palang bertingkat tanpa menggunakan pemancang tali yang dapat dipasang di dalam gedung.	Pelaksanaan pembinaan prestasi senam di Jawa Tengah terhambat diakibatkan salah satu faktor eksternal salah satunya cuaca, sehingga pelatih dan atlet tidak dapat melakukan proses latihan sebagai upaya peningkatan prestasi.	Induk organisasi senam di Jawa Tengah dapat menggunakan hasil produk pengembangan pada alat palang tunggal dan palang bertingkat untuk pembinaan prestasi senam

Tabel di atas, dijelaskan bahwa solusi yang diberikan berdasarkan kondisi faktual dan hambatan yang ditemui dilapangan mengenai sarana senam pada alat palang tunggal dan palang bertingkat belum ada, sehingga pada alat dapat yang menggunakan pemancang tali di pasang di luar gedung, hal tersebut belum efektif dan efisien untuk digunakan sebagai sarana latihan dikarenakan dapat terjadi gangguan faktor eksternal salah satunya adalah cuaca dimana ketika terjadi hujan atlet tidak dapat melakukan latihan, sehingga beberapa periode program latihan belum dapat dilakukan oleh atlet.

Dirasa masih kurang efektif dan efisien dalam aspek kebutuhan sarana dan prasarana sebagai fasilitas latihan oleh pelatih dan atlet maupun induk organisasi senam di Jawa Tengah, peneliti membuat sebuah produk pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang dapat dipasang di dalam gedung tanpa menggunakan pemancang tali untuk memenuhi kebutuhan yang ada di lapangan sebagai penunjang sarana latihan.

Model produk yang dikembangkan peneliti sebagai alternatif sarana latihan yang berupa alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik berdasarkan pada analisis kebutuhan serta spesifikasi alat yang sudah ada yaitu *merk* AAI untuk palang tunggal dan *merk* Gymnova pada alat palang bertingkat.

Untuk membantu mengembangkan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada palang tunggal dan palang bertingkat salah satunya dengan menggunakan *software CAD (Computer Aided Design)*, karena hal tersebut merupakan bagian kajian multidisiplin antara olahraga dengan teknik atau yang disebut dengan *sport engineering*.

E. CAD (Computer Aided Design)

CAD (Computer Aided Design) Merupakan suatu program komputer untuk menggambar suatu produk atau bagian dari produk, produk yang ingin digambarkan bisa diwakili oleh garis-garis maupun simbol-simbol yang memiliki makna tertentu. CAD bisa berupa gambar 2 dimensi dan 3 dimensi, (Giesecke. *Technical Drawing* .2000:34).

CAD (Computer Aided Design) merupakan program komputer yang digunakan sebagai alat bantu gambar/disain. Secara khusus *CAD* merupakan sebuah *software* komputer dan grafik yang digunakan sebagai alat bantu atau untuk meningkatkan desain produk dari suatu konsep dokumentasi atau dengan kata lain *CAD* menggambarkan aktifitas dengan menggunakan komputer secara efektif untuk melakukan kreasi, modifikasi, dan dokumentasi sebagai *design engineering*. Adapun fungsi *CAD* sebagai berikut:

1. Pengembang desain

Desain gambar dibuat pada terminal grafik dari elemen geometrik dasar, seperti garis, titik kerucut, lingkaran yang ditambahkan, dikurangi, dipotongkan, atau ditransformasikan dalam bentuk lainnya membentuk ukuran geometris yang diinginkan.

2. Analisis desain

Analisis desain digunakan untuk menghitung bagian-bagian dari desain suatu konstruksi yang meliputi (berat, volume ukuran dan lain-lain) dan untuk menganalisa tegangan, bagian-bagian dari transfer tekanan dan faktor lainnya. Dengan teknik ini, komputer dibagi-bagi menjadi jaringan dari elemen sederhana yang digunakan oleh komputer untuk menghitung tekanan dan karakteristik struktur lainnya.

3. Simulasi desain

Digunakan untuk mempelajari pola pergerakan dan untuk menganalisa mekanisme yang lebih lengkap.

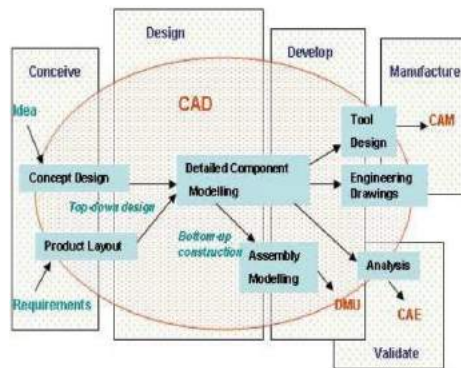
4. Peninjauan kembali dan evaluasi desain

Peninjauan ulang desain membantu mengurangi resiko dua atau lebih komponen dalam sistem assembly menempati tempat yang sama dalam waktu yang sama. Pemeriksaan rutin bentuk dan dimensi disediakan untuk menolong mengurangi kemungkinan kesalahan ukuran.

5. Perbaikan dan modifikasi desain

Pengguna *software* dapat memperbaiki dan memodifikasi komponen yang telah ada untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari komponen baru.

Computer Aided Design digunakan untuk merancang dan mengembangkan produk, yang bisa dengan baik digunakan oleh pemakai akhir atau lanjutan. *Computer Aided Design* juga secara ekstensif digunakan dalam perancangan rekayasa desain pada berbagai alat dan perlengkapan yang digunakan di dalam komponen-komponen manufaktur, (Handayani & Ningsih, 2005).



Gambar 2.1 *Computer Aided Design*

Computer Aided Design pada penelitian ini digunakan sebagai media dalam merekayasa desain dan simulasi untuk mengembangkan produk alat palang tunggal dan palang bertingkat yang didesain dua alat menjadi satu alat tanpa tali pemancang untuk mengoptimalkan pada ruang terbatas.

BAB III

INTEGRASI PALANG MULTIGUNA UNTUK SENAM ARTISTIK DI RUANG TERBATAS

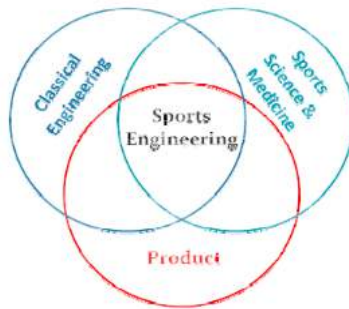
A. Integrasi Ruang Multifungsi

Integrasi ruang multifungsi dan struktur merupakan faktor penting dalam penataan arena olahraga untuk mengoptimalkan dalam penataan sarana dan prasarana olahraga. Pentingnya integrasi ruang multifungsi khususnya dalam desain olahraga untuk arena indoor sebagai sarana pendukung membutuhkan *software* dalam menentukan desain peralatan olahraga, (Pan, Turrin, Louter, Sariyildiz, & Sun, 2019). Hal itu dibutuhkan pula dalam integrasi peralatan palang multiguna untuk senam artistik di ruang terbatas diantaranya pada alat palang tunggal dan palang bertingkat. Untuk menentukan desain pada alat tersebut dapat digunakan *software* CAD untuk membuat desain alat yang dapat diseting pada area terbatas.

Fasilitas olahraga merupakan kebutuhan yang kompleks untuk memenuhi kebutuhan berbagai jenis fasilitas cabang olahraga secara spesifik baik dari aspek gedung maupun peralatan yang digunakan (Eskilsson & Wallin, 2019). Untuk meningkatkan partisipasi massa dan partisipasi klub dalam kegiatan olahraga seiring perkembangannya menekankan pentingnya infrastruktur olahraga. Dampak fasilitas olahraga terhadap partisipasi olahraga, beberapa kekurangan metodologis

dapat diamati mengenai integrasi infrastruktur olahraga yang memiliki pengaruh signifikan terhadap partisipasi pada klub olahraga salah satunya penyediaan ruang senam untuk memfasilitasi pada sesi pelatihan, (Wicker, Hallmann, & Breuer, 2013).

Teknik olahraga melibatkan profesional terlatih yang berinteraksi dengan produsen peralatan olahraga untuk mengembangkan produk baru dan lebih baik. Seperti dapat dilihat pada gambar 1. Teknik Olahraga adalah hubungan antara teknik klasik, sains dan kedokteran olahraga, dan peralatan olahraga. Ketiga bidang ilmu ini saling berkaitan ketika terlibat dalam pembangunan peralatan yang berhubungan dengan olahraga. Para dokter kedokteran olahraga mengidentifikasi masalah fisiologis yang berkaitan dengan olahraga kegiatan, dan insinyur olahraga bekerja dengan produsen peralatan olahraga untuk merancang dan mengembangkan peralatan olahraga dengan menggunakan teknologi yang mencakup kreativitas, inovasi, dan kebutuhan pengguna untuk meningkatkan kinerja atlet atau pengguna, (Jenkins, Plaseied, & Khodae, 2010).



Gambar 1. Keterkaitan antara teknik klasik, sains dan kedokteran olahraga, dan peralatan olahraga.

Setiap olahraga membutuhkan perlengkapan olahraga yang dirancang khusus. Untuk membuat peralatan olahraga dengan spesifikasi yang diinginkan. Untuk membuat peralatan olahraga dievaluasi berdasarkan fungsi dan kebutuhan untuk mendukung dan meningkatkan performa atlet dalam cabang olahraga, (Laad, 2020).

Cabang olahraga senam artistik pada aspek peralatan mewakili komponen sistemik yang paling relevan. Jadi, ketika seseorang berusaha untuk memahami logika internal olahraga ini, hubungan pesenam dengan peralatan senam memerlukan perhatian khusus. Sehingga perlu dikembangkan peralatan yang memiliki fungsi yang dibutuhkan dalam proses pelatihan, (Antonio & Bortoleto, 2016).

Organisasi olahraga terus beradaptasi untuk memperbaharui dan mengembangkan diri melalui ide baru dan kreatif. Berbagai inovasi dan strategi olahraga diterapkan oleh

organisasi olahraga untuk dilakukan pada bidang penelitian akademis. Dengan menganalisis secara sistematis karakteristik dari artikel menunjukkan bahwa inovasi olahraga dan strategi untuk inovasi olahraga (Tj, 2016).

Perlunya inovasi tersebut untuk memenuhi komposisi persyaratan pada *code of points artistik gymnastics* saat kompeisi, *Federation Internationale de Gymnastique (FIG)* mengidentifikasi peningkatan pada peralatan dan persyaratan faktor kesulitan sebagai faktor pendukung pada aspek faktor kesulitan (Cervin, 2016).

Inovasi dalam teknik olahraga meliputi beberapa faktor yang berkaitan dalam waktu, ruang dan struktur yang menghasilkan produk secara teknis dan fungsi taktis, seperti "waktu yang berbeda", "ruang yang berbeda" dan "posisi yang berbeda" sesuai dengan kebutuhan cabang olahraga. Kebutuhan tersebut diantaranya pengembangan sarana dan prasarana olahraga di antara semua inovasi gimnasium olahraga, secara teknis memerlukan inovasi untuk memenuhi komposisi persyaratan dalam *code of points* dalam senam artistik, (Liang & Ph, 2010).

Dari bentuk inovasi alat latihan palang tunggal dan palang bertingkat selain tanpa menggunakan tali pemancang, desain produk ini menggunakan pegas untuk memberikan dampak kelenturan pada *rail bars*, dalam produk alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan

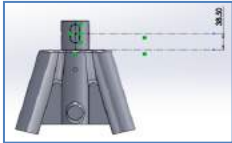
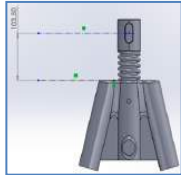
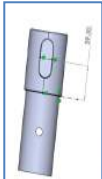
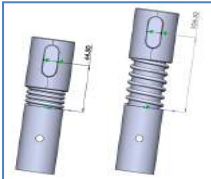
palang bertingkat, pada braket pengait *rail bars* diberikan material pegas untuk dapat memberikan pengaruh kelenturan pada *rail bars* ketika digunakan.

Elastisitas *rail bars* memungkinkan penyimpanan dan pemulihan energi dengan menggunakan teknik yang tepat. Namun, seperti yang ditunjukkan oleh penelitian Spiros Prassas, Young-Hoo Kwon And William A. Sands dalam *Biomechanical Research in Artistic Gymnastics*, dinyatakan hal ini mungkin tidak selalu dapat dicapai karena, dalam banyak kasus, pesenam dapat melepaskan bilah atau pegangan ketika melambung sesaat diudara, yang tidak hanya tidak menambah energi ke pesenam tetapi juga mungkin memiliki efek negatif pada teknik senam.

Pesenam dapat menggunakan elastisitas *rail bars* untuk menentukan waktu yang tepat dari suatu keterampilan berdasarkan pada ketegangan yang dirasakan pada tangan pesenam saat *rail bars* digunakan, (Prassas, Kwon, & Sands, 2013).

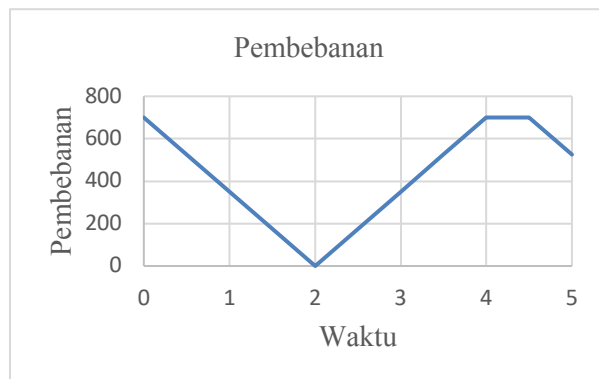
Dalam hal ini, penggunaan pegas akan sangat berguna sekali karena dengan adanya ruang gerak dan komponen diberikan beban secara berulang, dengan dipasangkan pegas, dampak yang akan terjadi antar komponen dapat diminimalisir dan akan memberikan dampak pada kelenturan *rail bars* atau pegangan.

Tabel 6. Desain Braket Alat tanpa Pegas dan Desain Alat Menggunakan Pegas

No	Alat	Desain Tanpa Pegas	Desain Menggunakan Pegas
1	Palang Tunggal		
2	Palang Bertingkat		

Sumber: Hasil Penelitian 2020

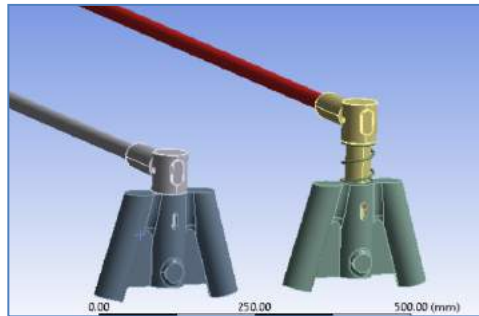
Untuk membuktikan pengaruh pegas yang terjadi, maka dilakukan simulasi dengan pembebanan yang diasumsikan sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Simulasi Pembebanan Alat

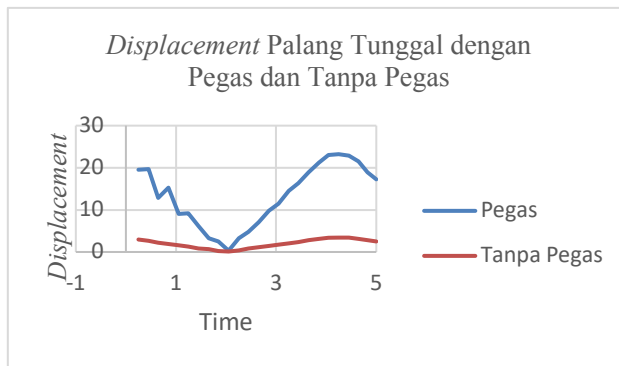
Beban tersebut diaplikasikan ke dalam 2 jenis model alat dari benda kerja, pada alat palang tunggal dan palang bertingkat

ditunjukkan gambar 3 alat palang tunggal dan gambar 5 untuk alat palang bertingkat.



Gambar 3. Konstruksi *bracket* palang tunggal

Dan hasil dari pembebanan pada alat palang tunggal dapat dilihat dari grafik dibawah ini:



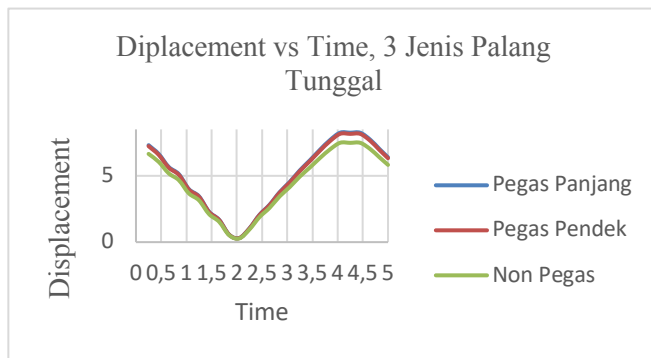
Gambar 4. Grafik pembebanan pada alat palang tunggal

Sedangkan hasil simulasi pada alat palang bertingkat dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 5. Konstruksi bracket palang bertingkat

Hasil simulasi dari pembebanan untuk alat palang bertingkat dapat dilihat dari grafik dibawah ini:



Gambar 6. Grafik pembebanan pada alat palang bertingkat

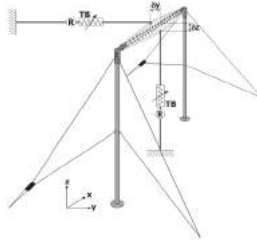
Dari kedua grafik tersebut, dapat dilihat bahwa komponen yang diberikan pegas akan menunjukkan nilai *displacement* yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan pegas. Hal ini dikarenakan komponen yang diberikan pegas memiliki ruang gerak lebih dibandingkan dengan komponen tanpa pegas. Pegas dalam hal ini akan berfungsi untuk menambah kelenturan dan juga mengurangi getaran saat alat digunakan.

Faktor yang akan mempengaruhi kemampuan pegas meliputi diameter pegas, rasio lilitan dengan ketinggian pegas dan material pegas.

Persyaratan FIG menunjukkan bahwa pada alat palang tunggal bekerja seperti pegas linear. Jika pada perpindahan di bar proporsional dengan beban yang diterapkan pada alat palang tunggal untuk memperkirakan kekuatan reaksi dari perpindahan linier pada *rail bar* yang terjadi tegangan dengan mengkalibrasikan dengan mengukur menggunakan beban, hal itu adanya hubungan antara beban dan tegangan adalah linier. Sebagai output tegangan terkait dengan regangan pada palang tunggal diasumsikan bahwa hubungan antara perpindahan beban dan batang juga linier. Tidak ada peraturan yang ditetapkan untuk menentukan sifat elastis dari bar dalam arah horisontal dan tidak ada juga ukuran yang disediakan untuk ketegangan dalam kabel yang menstabilkan uprights. Produsen yang disetujui FIG, selama statis dan beban dinamis dari masing-masing bar sebelum pengujian dimulai, ketegangan di kabel diatur ke 1400 ± 100 dan 1500 ± 100 N,. Ketegangan pada kabel mungkin mempengaruhi kekakuan rail bar palang tunggal yang mungkin memiliki pengaruh untuk teknik pesenam, (Kerwin & Hiley, 2003a).

Perpindahan bar dikalibrasi dengan menggunakan gaya yang dikenal berbeda mulai dari 100N hingga 4000N (dalam langkah sekitar 250N) dalam dua arah (y dan z) dan untuk tiga tegangan berbeda dari kabel tegangan palang tunggal. Tiga

ketegangan yang diteliti mewakili kisaran ketegangan yang biasanya digunakan dan secara deskriptif dinamai kendur, sedang dan kaku, (Cagran, Huber, & M, 2010).



Gambar 7. Simulasi menggantungkan berat sekitar 600N

Sketsa palang tunggal yang menggambarkan posisi penanda aktual serta mekanisme tali yang terpasang ke palang tunggal yang dipancangkan ke lantai. Simulasi menggantungkan berat sekitar 600N untuk pemindahan di z arah dan mengait dapat dilihat gambar 7. Untuk perpindahan di y direksi dengan sekitar 1000 N; hal ini diselesaikan selama rutinitas pemanasan atlet. Sebagai ujian untuk prosedur ini, kami menggunakan berat badan seorang atlet (65,4 kg). Berat diukur dengan menggunakan perpindahan bar 65,1kg, estimasi beratnya di bawah hanya 0,5% (meskipun estimasi ketidakpastian 725N, (Cagran et al., 2010).

Model pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat efektif untuk dipasang pada ruang gedung yang terbatas dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan sesi pelatihan atlet dan pelatih.

B. Pentingnya Integrasi Alat Palang Tunggal dan Palang Bertingkat

Integrasi pada alat palang tunggal dan palang bertingkat merupakan aspek penting dalam penataan peralatan senam artistik pada ruang terbatas sebagai sarana penunjang dalam pelaksanaan latihan, hal tersebut penting untuk dilakukan ditinjau dari kondisi dilapangan rata-rata induk organisasi Persani yang ada di Jawa Tengah menggunakan aula sekolah yang cukup kecil dan tidak representatif sebagai sarana latihan, keadaan ini berakibat penataan peralatan senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat yang digunakan induk organisasi senam di Jawa Tengah penataan alat tersebut berada di luar arena sekolah.

Sementara itu, atlet harus berlatih tanpa adanya hambatan dari faktor eksternal salah satunya faktor cuaca, keadaan ini berakibat sehingga program latihan tidak berjalan dengan baik yang berdampak pada penguasaan keterampilan gerak pada alat palang tunggal dan palang bertingkat terhambat, disisi lain atlet harus memenuhi komposisi persyaratan sesuai dengan aturan *Federation Internationale de Gymnastics* (FIG).

Dirasa masih banyak kelemahan dan kurang optimal dalam penggunaan sarana latihan sebagai penunjang penguasaan keterampilan pada aspek gerak, maka pengintegrasian alat palang tunggal dan palang bertingkat merupakan upaya untuk penataan alat yang sesuai dengan kebutuhan. Dengan adanya

pengintegrasian alat tersebut atlet dan pelatih dapat melakukan program latihan tanpa ada gangguan faktor eksternal salah satunya cuaca, sehingga atlet dapat meningkatkan keterampilan gerak atlet guna memenuhi komposisi persyaratan pada *code of points artistic gymnastics*.

Untuk menentukan integrasi alat palang tunggal dan palang bertingkat adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan sebagai berikut: (1) analisis tujuan dan karakter produk, (2) analisis komposisi persyaratan *Code of Points* senam artistik, (3) menetapkan tujuan, (4) menentukan ukuran alat yang akan diuji, (5) menentukan produk alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik untuk mengembangkan keterampilan gerak atlet pada alat palang tunggal dan palang bertingkat, setelah melalui proses desain dan produksi maka dihasilkan produk awal model alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik. Berikut ini merupakan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik yang sesuai untuk digunakan pada area terbatas yang telah divalidasi oleh ahli senam dan ahli teknik.

Integrasi produk alat latihan multiguna ini, peneliti menitikberatkan kepada aspek kriteria yang telah digunakan Deputy Bidang Peningkatan Prestasi Olahraga, Asisten Penerapan Iptek Keolahragaan, Kementerian Pemuda dan Olahraga Republik Indonesia yang terdiri dari tujuh aspek dan kriteria penilaian dalam menentukan palang multiguna untuk senam di ruang terbatas yang dikembangkan oleh peneliti antara lain:

- 1) Aspek orisinalitas, merupakan hasil karya peneliti dan adanya aspek pembeda dengan teknologi olahraga yang sudah ada.
- 2) Aspek keunggulan inovasi, Memiliki keunggulan dalam desain alat yang inovatif dengan didukung teknologi mutakhir dan pengoperasian alat.
- 3) Aspek kemanfaatan, memiliki daya guna alat yang multifungsi sebagai upaya pembinaan prestasi olahraga senam artistik di Jawa Tengah.
- 4) Aspek ekonomi, memiliki dampak positif dalam penerapan teknologi mutakhir *CAD*. Dengan adanya industri pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik dan potensi komersialisasi dan jangkauan pasar.
- 5) Aspek keamanan, memiliki tingkat keamanan yang baik bagi pesenam artistik
- 6) Aspek kenyamanan, memiliki tingkat kenyamanan yang baik bagi atlet senam artistik.
- 7) Aspek kelengkapan data pendukung, memiliki deskripsi dalam penggunaan pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik.

Setelah melalui tahapan proses desain maka dihasilkan produk awal alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik. Berikut ini adalah spesifikasi produk alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang

tunggal dan palang bertingkat untuk menentukan desain produk alat yang dikembangkan.

C. Spesifikasi Alat Palang Tunggal

Tabel 7. Spesifikasi Produk Pengembangan alat Palang Tunggal

NO	Material	Palang Tunggal Standart JF	Pengembangan Palang Tunggal
1	Diameter Pipa tiang penyangga tinggi	5,2 cm	6,2 cm
2	Diameter tebal plat press	-	6 mm
3	Tinggi plat pres	-	6 cm
4	Lebar plat pres	-	14 cm
5	Panjang Kontruksi dasar plat pres palang tunggal	-	3,06 m
6	Lebar Kontruksi dasar plat pres palang tunggal	-	3 m
7	Diameter Pipa sok penyangga	-	5 cm
8	Pipa Stabilizer	-	2, 2 cm
9	Tinggi palang tunggal	2,45 s/d 2,5 m	2,15 s/d 2,5 m
10	Diameter <i>rail bar</i>	28 mm	28 mm
11	Diameter kabel penstabil	5,5 mm	-
12	Pegas	-	6,5 cm

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Dari uraian diatas, berikut ini merupakan desain produk alat palang tunggal tanpa menggunakan pemancang tali yang

dikembangkan oleh peneliti untuk integrasi alat yang dapat diseting pada ruang terbatas sebagai berikut:

Tabel 8. Produk Alat Palang Tunggal Tanpa Menggunakan Pemancang Tali

NO	Alat Standar	Alat yang dikembangkan
1		

D. Spesifikasi Alat Palang Bertingkat

Tabel 9. Spesifikasi Material Produk Alat Palang Bertingkat

NO	Material	Palang Bertingkat Standar	Palang Bertingkat Pengembangan
1	Diameter pipa tiang penyangga	5, 2 cm	6,2 cm
2	Diameter tebal plat press	6 mm	6 mm
3	Tinggi plat pres	6 cm	6 cm
4	Lebar plat pres	14 cm	14 cm
5	Panjang kontruksi dasar plat pres	1, 2 m	3,06 m
6	Lebar kontruksi dasar plat pres	-	3 m
7	Diameter pipa sok penyangga	4,3 cm	5 cm
8	Diameter Pipa Stabilizer	-	2, 2 cm
9	Tinggi palang tinggi	2,45 s/d 2,5 m	2,45 s/d 2,5 m
10	Tinggi palang rendah	1,5 m s/d 1,70 m	1,5 m s/d 1,70 m
11	Diameter <i>rail bar</i>	4 cm	4 cm
12	Diameter kabel penstabil	5,5 mm	-
13	Pegas	-	6,5 cm

Sumber: Hasil Penelitian 2019

Dari uraian diatas, berikut ini merupakan produk alat palang bertingkat tanpa menggunakan pemancang tali yang dikembangkan oleh peneliti sebagai berikut:

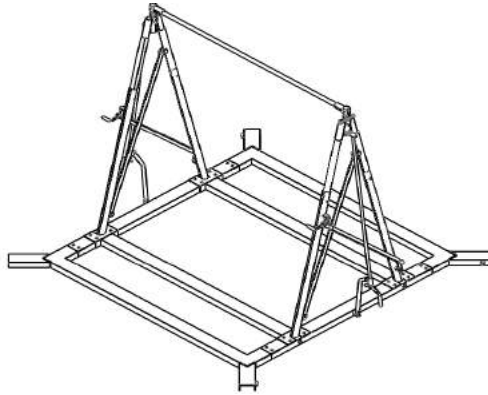
Tabel 10. Produk Alat Palang Bertingkat Tanpa Menggunakan Pemancang Tali

NO	Alat Standar	Alat yang dikembangkan
1		

E. Faktor Keamanan dan Kenyamanan Palang Multiguna Senam Artistik Di Ruang Terbatas

Faktor keamanan bahwa produk alat palang tunggal dan palang bertingkat dapat digunakan dengan aman, ditinjau dari konstruksi desain yang baik dan kesesuaian material yang digunakan dalam menentukan produk alat latihan yang dikembangkan dengan hasil simulasi produk alat yang dikembangkan memiliki tingkat *safety factor* pada kategori baik.

Simulasi pembebanan dilakukan pada alat palang tunggal seperti yang terlihat di gambar 8.

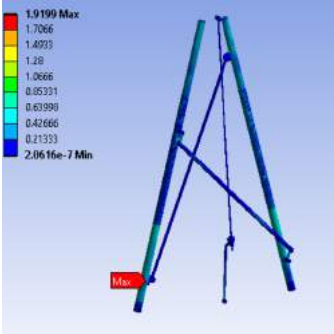


Gambar 8. Geometri palang tunggal

Modelling geometri di asumsikan menggunakan material AISI 304 dan di berikan pembebanan sebesar 80 kg. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada tabel 11.

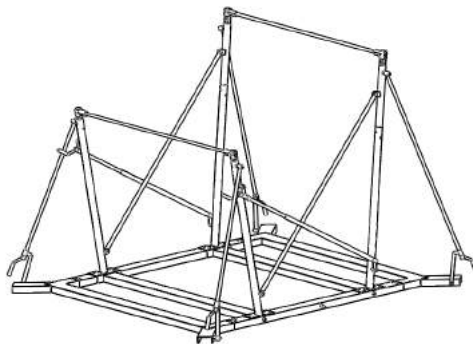
Tabel 11. Hasil simulasi alat palang tunggal

No	Material	Simulasi	Hasil
1	<i>Handle Bar</i>		Tegangan terbesar: 65.295 MPa <i>Safety Factor:</i> 3.8
2	Bracket Segitiga Set		Tegangan terbesar: 4.64 Mpa

3	Rangka		Tegangan terbesar: 1.919 Mpa
---	--------	---	---------------------------------

Sumber: Hasil Penelitian 2020.

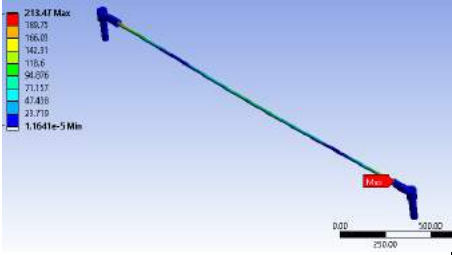
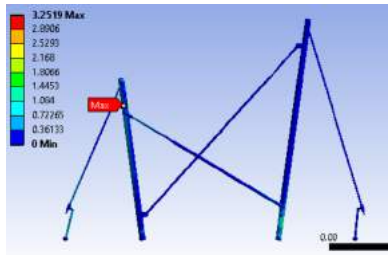
Simulasi alat palang bertingkat pembebanan dilakukan pada alat palang bertingkat seperti yang terlihat pada tabel 12. Adapun dalam proses simulasi yang dilakukan secara terpisah pada *rail bars* dan tiang penyangga dimana setiap gaya reaksi yang terjadi akibat pembebanan pada komponen pertama akan digunakan sebagai input parameter untuk simulasi komponen kedua dan begitu seterusnya.



Gambar 9. Geometri palang bertingkat

Modelling geometri disimulasikan dengan pembebanan sebesar 70 kg. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Simulasi alat palang bertingkat

No	Material	Simulasi	Hasil
1	Handle Bar 18 mm Beban 70 Kg		Tegangan terbesar: 213.47 MPa Safety Factor: 1.17
2	Rangka		Tegangan terbesar: 3.25 Mpa

Sumber: Hasil Penelitian 2020

Dari hasil simulasi yang dilakukan pada alat palang tunggal dan palang bertingkat, tegangan terbesar terjadi pada bagian pegangan atau *rail bars*. Pegangan pada palang tunggal memiliki *safety factor* sebesar 3.8 dengan perhitungan pembebanan 80 kg dan pegangan pada palang bertingkat dengan diameter as 18 mm yang disimulasi dengan pembebanan 70 kg, memiliki *safety factor* sebesar 1.17. Kedua komponen ini dapat dikategorikan dalam keadaan aman hal tersebut dibuktikan dengan teori dasar mengenai *safety factor*.

Secara garis besar, *safety factor* merupakan hasil dari pembagian tegangan yang terjadi dengan kekuatan dari sebuah material. Kekuatan material dapat menggunakan *yield stress* ataupun *ultimate tensile stress* sesuai dengan tujuan dari *safety factor* itu sendiri.

Faktor kenyamanan pada produk ini dapat dilihat dari komponen pada *rail bars* yang diberikan pegas menunjukkan adanya *displacement* yang berfungsi untuk menambah kelenturan dan juga mengurangi getaran saat alat digunakan. Model pengembangan alat latihan multiguna cabang olahraga senam artistik pada alat palang tunggal dan palang bertingkat dapat digunakan dengan nyaman untuk mengoptimalkan sesi pelatihan atlet dan pelatih.

Daftar Pustaka

- Agus Mahendra.2001. *Pembelajaran Senam di Sekolah Dasar*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Antonio, M., & Bortoleto, C. (2016). Men ' s artistic gymnastics : is the use of elastic surfaces systematic in the training process ?, 30(1), 51–59.
- Cagran, C. Ã., Huber, P., & M, W. (2010). Dynamic force measurements for a high bar using 3D motion capturing, 43, 767–770. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.10.035>
- Cervin, G. (2016). The International Journal of the History of Sport Gymnasts are Not Merely Circus Phenomena : Influences on the Development of Women ' s Artistic Gymnastics During the 1970s. *The International Journal of the History of Sport*, 3367(March). <https://doi.org/10.1080/09523367.2015.1124859>
- Eskilsson, A., & Wallin, F. (2019). ScienceDirect ScienceDirect Energy flow mapping and key performance indicators for energy Energy flow mapping and Symposium key performance indicators for energy efficiency support : a case study a sports facility efficiency support : a case study a sports facility the feasibility of using the heat demand-outdoor , Fredrik heat temperature function for a Anton district demand forecast. *Energy Procedia*, 158, 4350–4356. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.785>
- Gymnastique, R. I. D. E. (2020). 2017 – 2020 CODE OF POINTS Women ' s Artistic Gymnastics.
- Handayani, D., & Ningsih, U. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD / CAM] proses Siklus hidup Manajemen Produksi yang meliputi perangkat lunak dan*. X(3), 143–149.

- Jenkins, P. E., Plaseied, A., & Khodae, M. (2010). *Procedia Engineering*, 2(2), 2757–2762. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.062>
- Kerwin, D. G., & Hiley, M. J. (2003b). Estimation of reaction forces in high bar swinging, 21–30.
- Kerwin, D. G., & Hiley, M. J. (2003a). Estimation of reaction forces in high bar swinging. *Isea*, 21–22.
- Laad, M. S. (2020). *Chapter 15. Polymers in sports. Polymer Science and Innovative Applications*. INC. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816808-0.00015-9>
- Liang, C., & Liang, X. (2012). Dynamic Mechanism of Sports Cutting-edge Technique Development and Innovation, 34, 337–342. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.04.058>
- Liang, C., & Ph, D. (2010). *Procedia Engineering* Six Features of Modern Sport Frontier Technique Innovations. *Procedia Engineering*, 2(2), 3417–3422. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.167>
- Pan, W., Turrin, M., Louter, C., Saryildiz, S., & Sun, Y. (2019). Integrating multi-functional space and long-span structure in the early design stage of indoor sports arenas by using parametric modelling and multi-objective optimization. *Journal of Building Engineering*, 22(January), 464–485. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.01.006>
- Prassas, S., Kwon, Y. H., & Sands, W. A. (2013). Biomechanical research in artistic gymnastics: a review. *Sports Biomechanics*, 5:2, 261–2(September 2013), 37–41. <https://doi.org/10.1080/14763140608522878>

- Tj, A. (2016). Sport, Innovation and Strategic Management: A Systematic Literature Review. *BRAZILIAN BUSINESS REVIEW*, 3, 38–56.
- Turrin, M., Yang, D., Aquilio, A. D., Sileryte, R., & Sun, Y. (2016). Computational Design for Sport Buildings. *Procedia Engineering*, 147, 878–883.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.285>
- Wicker, P., Hallmann, K., & Breuer, C. (2013). Analyzing the impact of sport infrastructure on sport participation using geo-coded data : Evidence from multi-level models. *Sport Management Review*, 16(1), 54–67.
<https://doi.org/10.1016/j.smr.2012.05.001>

