

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Struktur

2.1.1 Hubungan antara struktur, konstruksi, dan bentuk

Hubungan antara bentuk, konstruksi, dan bahan bangunan pada struktur bangunan dapat diartikan secara linier. Menurut pengertian arsitektur terdapat susunan sebagai berikut (Frick, 1998:23) :

Kemungkinan A	Kemungkinan B
Menentukan bentuk bangunan	Menentukan bahan bangunan
Bentuk bangunan menentukan struktur dan konstruksi	Bahan Bangunan menentukan konstruksi
Konstruksi menentukan bahan bangunan	Konstruksi dan struktur menentukan bentuk bangunan
Bahan bangunan dipilih terakhir	bentuk bangunan diakibatkan

Sumber : Frick (1998:23)

2.1.2 Hubungan antara bentuk struktur dan Efisiensi Struktur

Bentuk struktur khususnya bentuk pada sumbu memanjang dalam hubungannya dengan pola beban yang diterapkan, menentukan jenis gaya dalam yang terjadi didalam elemen dan mempengaruhi besarnya gaya-gaya tersebut. Dua faktor ini-jenis dan besarnya gaya dalam yang ditimbulkan oleh suatu beban- mempunyai pengaruh pada tingkat efisiensi struktur yang dapat dicapai, karena kedua faktor ini menentukan jumlah bahan yang harus disediakan untuk memberikan kekuatan dan kekakuan elemen yang cukup (Mc Donald, 2002:35).

2.1.3 Elemen-elemen Struktur

Elemen kaku yang umumnya digunakan, termasuk balok, kolom, pelengkung, *flat plate*, plat berkelengkungan tunggal, dan cangkang, mempunyai kelengkungan yang berbeda. Yang termasuk elemen tidak kaku, atau fleksibel adalah kabel, membran (bidang, berkelengkungan tunggal maupun ganda) (Schodek, 1998:10).

2.2 Bangunan Bentang Lebar

Bangunan bertingkat tinggi maupun tidak bertingkat yang membentuk ruangan luas dengan bentangan lebih lebar dari 12 meter. (Tangoro, 2006:1)

(Scheuller,1996:33) Dari sudut pandang struktural bentang panjang dapat dibagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

- Sistem linier : balok, balok penopang, *truss*, vierendel, balok beton pratarik, rantai *grid*, *space frames* datar
- Sistem 2 dimensional : *Frames*, *arches*, kebel tegangan
- Struktur *Form Resistant/Active* : *Folded plates*, *Shells*, *tensile* membran.

Struktur *Form Active* menurut Mc Donalds (2001: 53) biasanya digunakan hanya dalam keadaan dimana persyaratan khusus diperlukan untuk mencapai tingkat efisiensi struktur yang tinggi, baik karena diperlukan bentang yang sangat panjang atau karena diperlukan berat struktur yang ringan. Yang termasuk dalam struktur ini adalah struktur *shell* tekan, jaringan kabel, dan struktur membran tarik.

2.2.1 Bentuk dan Struktur Stadion

Terdapat beberapa tipe atap stadion untuk mengatasi gaya yang bereaksi (John, 2000:66) :

a. Struktur tiang dan balok

Sistem struktur ini terdiri dari deretan kolom paralel sampai kebagian atap yang mendukung susunan balok atau tiang-tiang penopang.

Keuntungan:

- Sistem struktur ini mudah dalam pengerjaannya.

Kerugian :

- Deretan kolom-kolom dapat menghalangi pandangan penonton pada sudut pandangan yang tidak diinginkan. Konstruksi seperti ini sudah tidak direkomendasikan untuk digunakan sebagai sistem struktur stadion.

b. Struktur *Goal Post*

Struktur ini seperti halnya struktur tiang dan balok dengan tiang pada kedua ujung struktur dan tanpa tiang diantaranya. Keseluruhan bentang/panjang dari atap direntangkan/didukung dengan balok penopang tunggal .

Keuntungan :

- Memberikan pandangan penonton yang bersih tanpa halangan dari kolom-kolom

Kerugian :

- Sistem ini akan berjalan dengan baik ketika pada area pojok *tribune*/ tempat duduk penonton tidak diisi/diletakkan bangku karena pada area pojok terdapat kolom sebagai tumpuan struktur.
- Struktur ini tidak bisa dibuat bentuk lengkung

c. Struktur Kantilever

Struktur ini ditopang oleh berat dari struktur ini sendiri, dimana ujung yang satu menahan berat dari ujung yang lainnya, tanpa adanya struktur pendukung yang lain, dan tergantung bebas.

Keuntungan :

- Bebas halangan (kolom/tiang)

Kerugian :

- Reaksi melawan gaya yang disebabkan oleh peningkatan angin dapat menyebabkan kerusakan pada sistem strukturnya. Struktur ini juga menjadi lebih berat ketika menahan gaya tekan ketika struktur ini diangkat/dipasang.

d. Struktur *Shell*/Cangkang beton

Cangkang merupakan struktur permukaan tipis yang dilengkungkan dalam 1 atau 2 arah, memperoleh kekuatan dari bentukan geometri daripada bentukan atau lapisan tipis dari materialnya. Meliputi bentuk silinder, *dome*, *conoid*, dan *hyperbolic*. Ketebalan struktur ini antara 75 mm-100mm dan memiliki jarak bentangan sampai 100m.

Keuntungan :

- Memiliki bentuk visual yang elegan. Bentuk cangkang dapat dipasang dengan tanpa lapisan penutup tambahan dan aliran air hujan dapat dibuang secara mudah.

Kerugian :

- Memerlukan penanganan dari ahli khusus dan memerlukan kombinasi antara beton *precast* dan *in situ*.

e. Struktur Tegangan

Struktur ini terbagi atas:

1. Struktur kabel *catenary*

Struktur yang berbentuk lengkungan bertekanan yang didukung oleh beberapa kabel pada bentuk *catenary*.

2. Struktur jaringan kabel

Struktur pendukung ini terpisah dari lapisan penutup dari atap maka dari itu struktur ini terdiri dari jaringan kabel 3 dimensional dan sebagai penutupnya yaitu bahan plastik (*Akrilik*, *polycarbonate*, atau PVC).

3. Struktur Membran

Material ini melapisi atap baik sebagai struktur pendukungnya dan juga sebagai bahan penutup atap juga. Bahan penutupnya berupa PVC dan Teflon.

Keuntungan struktur Tegangan :

- Jaringan kabel dan atap berbahan pabrik ini dapat didesain dengan mengikutsertakan udara sehingga memberikan tampilan estetika yang modern pada bangunan.
- Bahan tembus cahaya dari membran dapat memberikan suasana/ rasa terbuka dan ringan daripada atap yang tidak tembus cahaya.
- Bahan ini dapat diterapkan pada bentukan/layout stadion manapun. Tidak memerlukan perencanaan atau desain yang khusus.

Kerugian struktur tegangan:

- Desain ini memerlukan pengawasan dari tenaga ahli.
- Struktur ini memerlukan perawatan yang intensif
- Perlu detail khusus untuk saluran pembuangan air hujan.

f. Atap dengan dukungan udara

Struktur ini terdiri dari membran plastik yang membentuk penutup pada keseluruhan permukaan atau kombinasi dengan struktur dinding dan biasa didukung dengan tekanan udara dari kipas atau baling-baling.

Keuntungan :

- Tampilan estetika pada bangunan

Kerugian :

- Mudah mengalami kerusakan struktur
- Umur struktur pendek

g. *Space Frame*

Merupakan struktur berpola *grid* dalam bentuk 3 dimensional yang stabil yang biasa berbahan baja.

Keuntungan :

- Memiliki bentangan yang lebar
- Cocok untuk dukungan keseluruhan keliling dari atap

Kerugian :

- Efisiennya untuk bentangan 2 arah dan proporsi untuk bentukan persegi saja.

2.2.2 Penutup Atap Stadion

Ada beberapa kriteria yang dibutuhkan pada penutup atap stadion, antara lain bahan penutup yang akan digunakan untuk penutup atap harus memiliki berat yang ringan, kuat, tahan bocor, tahan api, memiliki estetika, dan tahan terhadap perubahan cuaca luar lingkungan termasuk terhadap pantula sinar ultraviolet.

Bentuk penutup atap yang berkembang terbagi menjadi 2, antara lain :

a. *Opaque Coverings* (Penutup yang tidak tembus cahaya)

Rangka yang digunakan biasanya baja dengan bahan *galvanized*, lapisan plastik, atau bentuk yang dicat. Lembaran aluminium lebih ringan dipakai dan tahan terhadap perubahan cuaca dengan efek samping yang sedikit dan akan mengalami korosi elektrolisis bila dipasangkan dengan logam yang lain atau dengan beton dan akan mengalami serangan kimiawi bila dipasangkan dengan bahan kayu (membran khusus harus diletakkan diantaranya untuk mengatasi hal ini). Bahan beton sangat berat sehingga jarang sekali dipakai sebagai bahan penutup atap (kecuali untuk struktur cangkang atau plat).

b. *Translucent Coverings* (Penutup Atap yang tembus cahaya)

Bahan yang biasa dipakai adalah plastik kaku termasuk akrilik, PVC, PTFE, dan lembaran polikarbonat. Bahan ini sangat tahan air dan kuat, tahan terhadap deformasi yang besar dengan kerusakan yang minim.

2.3 Struktur Membran

Membran adalah struktur permukaan fleksibel tipis yang memikul beban dengan mengalami terutama tegangan tarik (Schodek, 1998:431).

Menurut Schodek (1998:431) Membran terbagi menjadi 2 :

1. Struktur pneumatis : Jenis struktur membran yang mendapat kestabilannya dari tekanan internal.

2. Struktur tenda : Struktur yang mendapat kestabilannya dari gaya-gaya prategang eksternal.

Hal ini juga dikuatkan dari teori menurut Tanggoro (2006:96) struktur membran terbagi menjadi 2 :

1. Struktur Membran dengan penopang tiang dan kabel (Struktur membran tarik)
2. Struktur dengan dukungan tekanan udara (struktur pneumatis)

2.3.1 Prinsip dan Desain Struktur Tenda dan Jaring

a. Kelengkungan

Luasan datar pada permukaan membran harus dihindari karena apabila digunakan akan membutuhkan gaya prategang besar untuk mempertahankan bentuknya pada saat dibebani. Kelengkungan harus dijamin besarnya dengan mengontrol titik-titik tinggi dan rendah. Dua titik harus dipisahkan oleh satu titik rendah, begitu pula sebaliknya.

b. Kondisi Tumpuan

Banyak struktur membran yang ditumpu oleh sederetan titik tumpuan diskret. Titik tinggi utama biasanya dibentuk dengan menggunakan kepala (*mast*) tekan yang cukup besar.

2.3.2 Detail Tipikal Atap Membran

Atap yang menggunakan membran tarik harus memiliki penutup yang ringan dan fleksibel sehingga gaya tekan dapat diminimalisir (Schueller, 1996:803).

2.3.3 Pondasi untuk Struktur Tarik

Pondasi untuk struktur tarik harus dapat menahan beban vertikal sebaik gaya dorong horisontal dari eksternal atau beban pratarik. Gaya angkat dapat diatasi dengan menetralkan beban dengan menyalurkannya pada tanah atau struktur bangunan (Schueller, 1996:806).

2.4 Tinjauan Stadion

2.4.1 Kebutuhan Desain Stadion

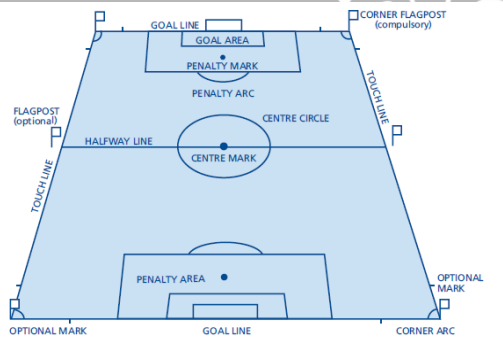
Kompleks olahraga seperti stadion selalu dibangun pada tiap tahunnya dengan alasan kebutuhan, pertumbuhan lingkungan atau tersedianya suatu lahan. Untuk menentukan suatu pengembangan ini ditujukan untuk kualitas estetika dan efisiensi fungsional dan untuk menghindari pekerjaan yang nantinya bisa membawa kegagalan maka rencana untuk keseluruhan pembangunan harus dipikirkan mulai awal (John, 2000:27).

- a. Menurut John (2000:28) desain stadion harus diatur sesuai dengan faktor-faktor yang telah ditentukan, antara lain :

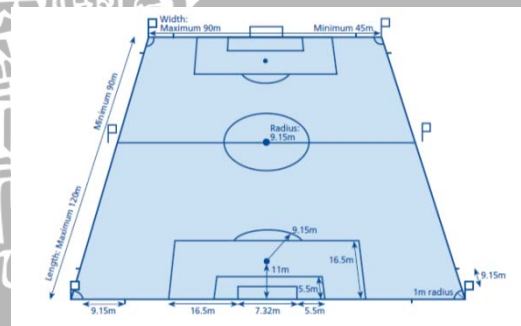
1. *Field of Play* (Lapangan Permainan)

Poin pertama dari desain area tengah atau lapangan permainan harus dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan (fungsi, dimensi, dan orientasi). FIFA (2008) mengeluarkan standar kebutuhan dari lapangan untuk stadion bola, yakni :

Berikut gambaran lapangan sepakbola standar FIFA :



Gambar 2.1 Bagian-bagian Lapangan
Sumber: FIFA, 2008



Gambar 2.2 Dimensi lapangan
Sumber: FIFA, 2008

2. *Seating Capacity* (Kapasitas tempat duduk)

Yang paling terpenting dalam merencanakan sebuah stadion baru adalah menentukan jumlah penonton yang akan diakomodasi (John, 2000:105). Jumlah

minimal kapasitas penonton dan proporsi dari area berdiri sampai tempat duduk diatur dari tipe *event* yang akan diselenggarakan.

Rekomendasi kapasitas untuk stadion bola

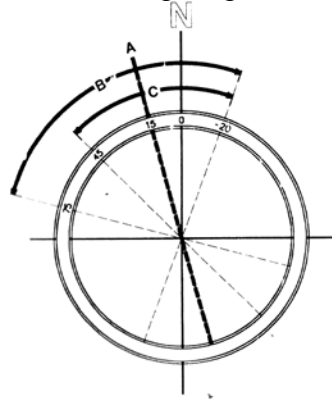
Tipe Event	Kapasitas total	Jumlah dibawah atap	Jumlah kursi Direktur, officials, dan VIP
World Cup Pertandingan Pembukaan, Semi Final, Final	60.000	Tribune utama, ruang press, kursi VIP	Minimum 200 sampai kira-kira 1100
EUFA club competitions	30.000	tidak ditetapkan	tidak ditetapkan
English Football League	10.000	10 persen	minimal 40

Sumber : *Football stadia advisory design council* (John, 2000:107)

3. *Orientation*

Orientasi dari lapangan permainan tergantung dari letak lokasi pertandingan yang akan diadakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah sebagai berikut :

- a. Lokasi belahan bumi tempat diadakannya pertandingan
- b. Periode atau waktu diadakannya pertandingan
- c. Kondisi lingkungan



Keterangan :

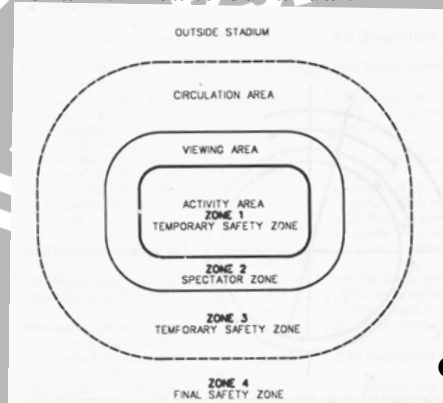
- a. Sumbu orientasi segala macam tipe stadion
- b. Jarak untuk sepakbola
- c. Jarak untuk permainan lapangan

Gambar 2.3 Rekomendasi orientasi stadion
Sumber: John, 2000

4. Zoning

Untuk mendapatkan hubungan dari bagian-bagian stadion yang baik maka langkah yang tepat harus mengidentifikasi 4 zona yang dapat membuat rencana keselamatan pada sebuah stadion, antara lain :

- a. Zona 1 : Area aktifitas (*pitch*/lapangan tengah)
- b. Zona 2 : Area penonton yang megitari lapangan
- c. Zona 3 : Area Sirkulasi yang mengitari struktur stadion dan yang memisahkan dari pagar pembatas.
- d. Zona 4 : Area terbuka luar.

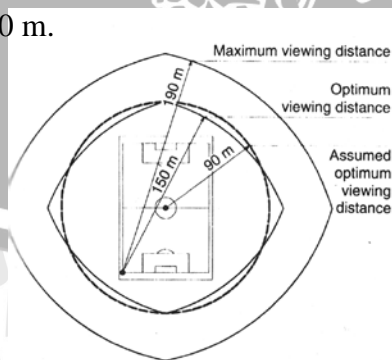


Gambar 2.4. Zoning stadion

Sumber: John, 2000

5. Jarak Pandang

Jarak pandangan maksimum dari mata manusia didasarkan pada fakta bahwa mata manusia sangat sulit untuk menangkap sesuatu dengan jelas pada sudut pandang kurang dari 0,4 derajat saat suatu objek itu bergerak. Untuk pertandingan bola jarak pandangan lapangan paling pojok dengan mata penonton harus tidak lebih dari 150 m dan jarak maksimumnya 190 m.

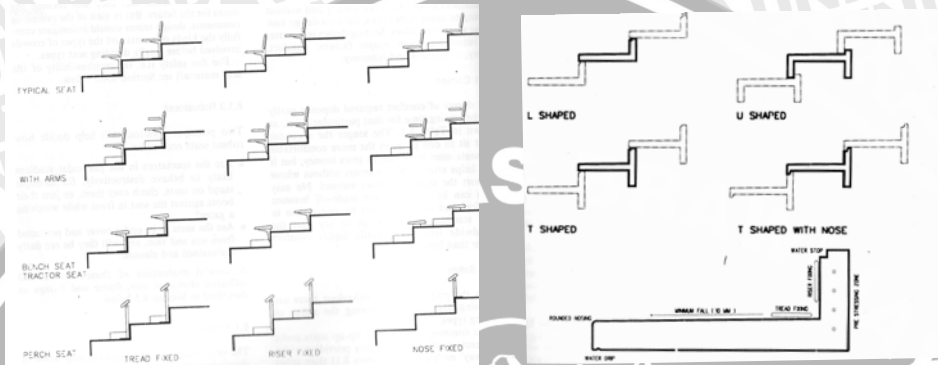


Gambar 2.5. Jarak pandang

Sumber: John, 2000

6. Bangku Penonton

Desain tempat duduk harus memenuhi beberapa faktor penting, yakni kenyamanan, keselamatan, dan kesehatan. Ada beberapa macam tipe bangku penonton :



Gambar 2.6. Tipe bangku Stadion
Sumber: John, 2000

7. Kontrol Penonton

Terdapat 3 teknik desain untuk memisahkan area aktifitas (permainan) dengan area penonton, antara lain :

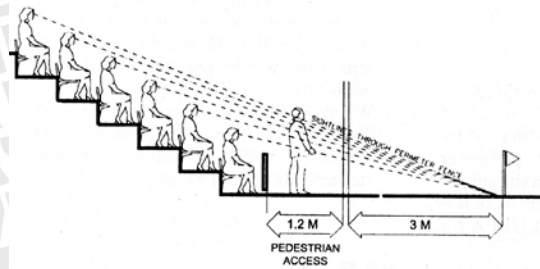
a. *Perimeter tences*

Keuntungan :

- Sebagai pembatas untuk mengamankan penonton dan pemain
- Pengamanan terhadap perlindungan rumput alami pada permukaan lapangan dari kaki penonton yang akan masuk lapangan

Kerugian :

- Menghalangi pandangan penonton
- Saat terjadi bencana (kerusakan, kebakaran, dan lainnya) dapat menghalangi penonton untuk keluar



Gambar 2.7 Pagar pembatas
Sumber: John, 2000

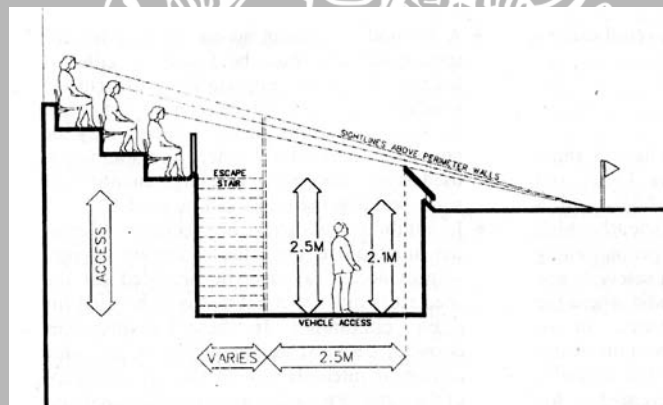
b. *Moats* (parit)

Keuntungan :

- Parit ini didesain disebelah area lapangan. Parit ini tidak bisa dipanjat dan berfungsi sebagai area penjagaan bagi petugas keamanan untuk mengontrol kepadatan penonton. Sebagai area sirkulasi petugas kesehatan dan media.

Kerugian :

- Penggunaan parit ini akan menambah jarak dengan area lapangan. Untuk alasan ini penggunaan parit biasa diperuntukkan untuk keperluan stadion yang besar.



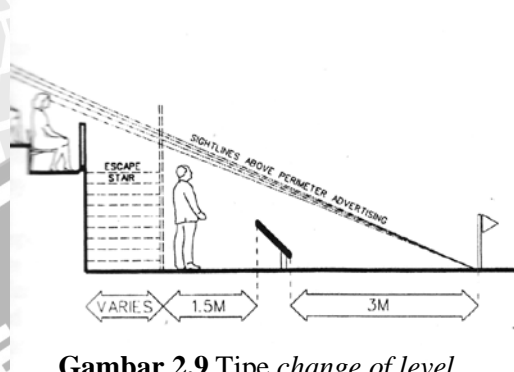
Gambar 2.8 Tipe *moats*
Sumber: John, 2000

c. Peninggian / Perbedaan tingkat dan level yang berbeda (*Changes of Level*)

Keuntungan :

- Dengan penggunaan metode ini dapat mengakomodasikan jumlah *official* pemain yang besar dan yang lainnya pada samping area lapangan dan bangku penonton.

- Efektif untuk wilayah yang memiliki penonton dengan reputasi yang baik, tidak cocok untuk wilayah yang memiliki reputasi penontonnya yang buruk (sering terjadi kerusuhan)



Gambar 2.9 Tipe change of level

Sumber: John, 2000

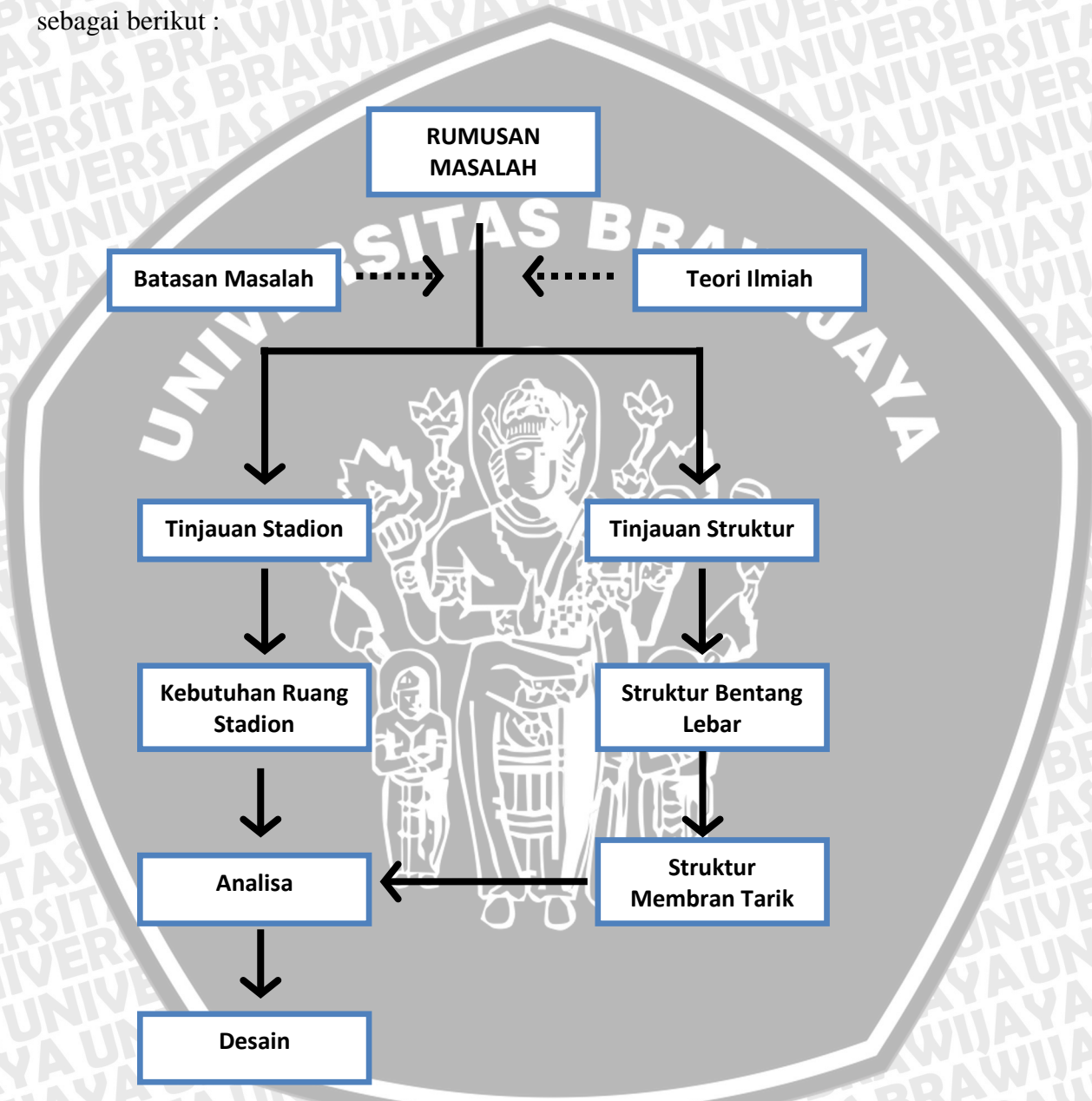
- b. Kebutuhan teknis stadion berdasarkan *technical recommendations and requirements* FIFA (2007) sebagai acuan kebutuhan minimal yang diperlukan dalam perancangan stadion yang meliputi :

- Keputusan awal perancangan
- Keamanan bangunan
- Orientasi dan parkir
- Area Permainan
- Pemain dan Official
- Penonton
- Kenyamanan
- Media
- Kelistrikan
- Area tambahan



2.5 Kerangka Teori

Pada pembahasan ini membutuhkan adanya landasan teori-teori yang digunakan dalam menjawab rumusan masalah. Adapun kerangka teori dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2.10 Kerangka Teori