



**STADION SEPAK BOLA DI KABUPATEN TANGERANG
DENGAN STRUKTUR TEGANGAN MEMBRAN**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SUGIARTO FAJAR H
NIM. 115060500111054**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 18 Juli 2018

Mahasiswa,

Sugiartha Fajar Handoko
NIM. 115060500111054



RINGKASAN

Sugiarto Fajar Handoko, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2018, *Stadion Sepak Bola Di Kabupaten Tangerang Dengan Struktur Tegangan Membran*, Dosen Pembimbing : Agung Murti Nugroho

Kabupaten Tangerang merupakan daerah dengan populasi tertinggi di Provinsi Banten. Dengan area selatan memiliki kepadatan lebih tinggi yang berbatasan dengan Kota Tangerang yang merupakan daerah penyangga Kota Jakarta. Kawasan ini didominasi oleh area pemukiman dengan pembangunan yang menagarah pada hunian vertikal. Peningkatan pertumbuhan penduduk dan pembangunan perlu adanya ruang aktivitas publik untuk sarana rekreasi masyarakat dan menghindari dampak negatif dari kepadatan yang tinggi seperti kriminalitas dan kekumuhan. Salah satu sarana yang diajukan berupa stadion sepak bola untuk memenuhi kekurangan venue olahraga berupa sepak bola pada daerah ini. Pemaksimalan bentuk atap stadion dibutuhkan jenis struktur dengan efisiensi dalam menyalurkan gaya pada struktur bentang lebar. Penggunaan jenis struktur *form active* dan struktur tegangan membran diharapkan dapat memberikan rancangan struktur untuk bentang lebar pada stadion dengan efisiensi penyaluran gaya dan beban atap yang ringan.

Kata kunci : Stadion sepak bola, struktur *form active*, struktur tegangan membran

SUMMARY

Sugiarto Fajar Handoko, Department of Architecture, Faculty of Engineering University of Brawijaya, Juli 2018, *Football Stadium In Tangerang District With Membrane Tension Structure*, Academic Supervisor : Agung Murti Nugroho

Tangerang district is region with the highest population in Banten. With south sector has a higher density ratio for adjacent to the City of Tangerang witch is the buffer area of Jakarta. This area dominated by residential area with development that focus on vertical housing. With increasing population growth and development, there is a need for public space for recreation facilities and avoiding the negative impact of high density area such as high crime rate and slums. One of propose facilities is football stadium to meet the lack of sport venue in form of football in the area. In maximizing for the shape of stadium roof it takes the type of structure with good efeciency for distributed the force on long span structure. Using the form active structure and membrane tention structure is expexted to provide structural design for long span in stadium with eficiency of load distribution and light weight roof.

Keywords : Football Stadium, form active structure, membrane tension structure





PENGANTAR

Rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmatnya saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Stadion Sepak Bola Di Kabupaten Tangerang Dengan Struktur Tegangan Membran”.

Dalam penyusunan skripsi ini saya mendapat bimbingan, motivasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Agung Murti N, ST., MT., Ph.D yang telah memberikan bimbingan selama penulisan skripsi ini.
2. Bapak Ir Bambang Yatnawijaya S. yang memberikan masukan dan bimbingan dalam perancangan struktur dalam skripsi ini.
3. Ibu Ir. Rinawati P. Handajani, MT sebagai pembimbing akademik yang terus memberikan semangat dan masukan selama saya kuliah.
4. Orang tua tercinta yang telah memberikan doa dan dukungan selama saya berkuliah di Malang.
5. Semua teman – teman arsitektur yang selama ini saya temui di Malang dari Arsitektur 2011 dan GSHC yang selalu menemani dan memberi motivasi dalam mengerjakan skripsi.

Malang 18 Juli 2018

Sugarto Fajar H

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI.....	iv
LEMBAR HASIL DETEKSI PLAGIASI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	vi
LEMBAR RINGKASAN.....	vii
LEMBAR <i>SUMMARY</i>	viii
LEMBAR PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.1.1 Kebutuhan akan Sarana Olahraga dan Ruang Publik di Kabupaten Tangerang.....	1
1.1.2 Struktur Bentang Lebar Pada Stadion.....	2
1.1.3 Karakteristik Struktur Membran.....	3
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan.....	5
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
1.8 Kerangka Pemikiran.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Tinjauan Stadion.....	9
2.1.1 Pengertian Stadion.....	9
2.1.2 Kebutuhan Dasar Stadion.....	9
2.2 Tinjauan Struktur.....	15
2.2.1 Efisiensi Struktur.....	15
2.2.2 Struktur Bentang Lebar.....	16
2.2.3 Struktur Atap Stadion.....	17
2.3 Struktur Membran.....	18
2.3.1 Membran Penutup Atap.....	18
2.3.2 Prinsip Struktur Membran.....	19
2.3.3 Elemen Struktur.....	20
2.3.4 Ukurannya Elemen Struktur.....	21
2.4 Studi Komparasi.....	22
2.4.1 National Stadium Narodowy, Warsaw.....	23
2.4.2 Stadion Aji Imbut.....	28
2.4.3 Moses Mabhida Stadium.....	31
2.4.4 Kesimpulan Studi Komparasi.....	35
2.5 Kerangka Teori.....	37
BAB III METODE PERANCANGAN	39
3.1 Metode Umum.....	39
3.2 Metode Pengumpulan Data.....	40
3.2.1 Data Primer.....	40



Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya	Repository Universitas Brawijaya
3.2.2 Data Sekunder.....	Repository Universitas Brawijaya	40
3.3 Metode Pengolahan Data.....	Repository Universitas Brawijaya	41
3.3.1 Analisa.....	Repository Universitas Brawijaya	41
3.3.2 Sintesa.....	Repository Universitas Brawijaya	42
3.4 Metode Perancangan.....	Repository Universitas Brawijaya	42
3.5 Kerangka Pemikiran.....	Repository Universitas Brawijaya	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1 Tinjauan Kabupaten Tangerang.....	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1.1 Kondisi Geografis.....	Repository Universitas Brawijaya	45
4.1.2 Kondisi Iklim.....	Repository Universitas Brawijaya	46
4.2 Tinjauan Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	46
4.2.1 Regulasi Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	47
4.2.2 Batas dan Ukuran Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	47
4.2.3 Lingkungan Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	48
4.2.4 Pencapaian.....	Repository Universitas Brawijaya	49
4.3 Analisa Programatik.....	Repository Universitas Brawijaya	50
4.3.1 Analisa Fungsi Bangunan.....	Repository Universitas Brawijaya	50
4.3.2 Analisa Pengguna dan Aktivitas.....	Repository Universitas Brawijaya	51
4.3.3 Kebutuhan Ruang.....	Repository Universitas Brawijaya	58
4.4 Analisa Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	61
4.4.1 Kontur Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	61
4.4.2 Orientasi Bangunan.....	Repository Universitas Brawijaya	62
4.4.3 Zonasi dan Aksesibilitas Tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	62
4.4.4 Sirkulasi tapak.....	Repository Universitas Brawijaya	64
4.5 Analisa Bangunan.....	Repository Universitas Brawijaya	64
4.5.1 Organisasi ruang.....	Repository Universitas Brawijaya	64
4.5.2 Kapasitas penonton.....	Repository Universitas Brawijaya	69
4.5.3 Regulasi Keamanan.....	Repository Universitas Brawijaya	70
4.6 Analisis Struktur.....	Repository Universitas Brawijaya	70
4.6.1 Mekanisme struktur kabel.....	Repository Universitas Brawijaya	71
4.6.2 Analisa struktur kabel.....	Repository Universitas Brawijaya	71
4.6.3 Analisa penerapan struktur.....	Repository Universitas Brawijaya	73
4.6.4 Konsep struktur.....	Repository Universitas Brawijaya	75
4.6.5 Material atap membran.....	Repository Universitas Brawijaya	76
4.6.6 Proses Konstruksi Struktur.....	Repository Universitas Brawijaya	78
4.7 Hasil Desain.....	Repository Universitas Brawijaya	79
BAB V KESIMPULAN.....	Repository Universitas Brawijaya	83
5.1 Kesimpulan.....	Repository Universitas Brawijaya	83
5.2 Saran.....	Repository Universitas Brawijaya	84
DAFTAR PUSTAKA.....	Repository Universitas Brawijaya	85
LAMPIRAN.....	Repository Universitas Brawijaya	86

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1.1	Kategori Struktur Membran	3
Gambar 1.8.1	Kerangka Pemikiran	7
Gambar 2.1.1	Lokasi Stadion	9
Gambar 2.1.2	Orientasi Lapangan	10
Gambar 2.1.3	Pencahaya-an Lapangan	10
Gambar 2.1.4	Jarak Pandang Penonton	11
Gambar 2.1.5	Zoning Stadium	11
Gambar 2.1.6	Lapangan Pertandingan	12
Gambar 2.1.7	Kursi Penonton	13
Gambar 2.1.8	Kursi Penonton Disabilitas	13
Gambar 2.1.9	Ketinggian Tribun	14
Gambar 2.1.10	Parit	14
Gambar 2.1.11	Jaring	15
Gambar 2.2.1	Kelompok Struktur	16
Gambar 2.2.2	Contoh Aplikasi Struktur Cangkang	17
Gambar 2.2.3	Contoh Aplikasi Struktur Jaringan Kabel	18
Gambar 2.3.1	Konstruksi Kabel Baja	20
Gambar 2.3.2	Jenis dan Detail Pengait	21
Gambar 2.3.3	Detail Tiang Utama	21
Gambar 2.3.4	Batas Bentang Struktur Baja	22
Gambar 2.4.1	Stadion Narodowy	23
Gambar 2.4.2	Orientasi Bangunan	23
Gambar 2.4.3	Tribun Penonton	24
Gambar 2.4.4	VIP Lounge	24
Gambar 2.4.5	Akses ke Podium Stadion	25
Gambar 2.4.6	Akses Penonton VIP	25
Gambar 2.4.7	Fasad Bangunan	25
Gambar 2.4.8	Potongan Bangunan	26
Gambar 2.4.9	Sistem Struktur Atap	26
Gambar 2.4.10	Arah Gaya Pada Membran	27
Gambar 2.4.11	Modul Membran	27
Gambar 2.4.12	Proses Penutup Atap	28
Gambar 2.4.13	Stadion Aji Imbut	28
Gambar 2.4.14	Tribun Stadion	29
Gambar 2.4.15	Pintu Masuk Utama	29
Gambar 2.4.16	Struktur Atap Stadion	30
Gambar 2.4.17	Busur Struktur Atap Stadion	31
Gambar 2.4.18	Stadion Moses Mabhida	31
Gambar 2.4.19	Orientasi Stadion	32
Gambar 2.4.20	Tribun Penonton	33
Gambar 2.4.21	Platform dan Akses Masuk Penonton	33
Gambar 2.4.22	Potongan Stadion	34



Gambar 2.4.23 Tumpuan Membran.....	34
Gambar 2.4.24 Arah Gaya Pada Membran.....	35
Gambar 2.5.1 Kerangka Teori.....	37
Gambar 3.5.1 Kerangka Pemikiran.....	43
Gambar 4.1.1 Kabupaten Tangerang.....	45
Gambar 4.2.1 Kecamatan Pegedangan.....	46
Gambar 4.2.2 Ukuran Tapak.....	47
Gambar 4.2.3 Eksisting Tapak.....	47
Gambar 4.2.4 Batas Tapak.....	48
Gambar 4.2.5 Lingkungan Tapak.....	48
Gambar 4.2.6 Massa Bangunan Sekitar Tapak.....	49
Gambar 4.2.7 Akses Tapak.....	49
Gambar 4.2.8 Pencapaian Tapak.....	50
Gambar 4.3.1 Pola Aktivitas Pemain.....	54
Gambar 4.3.2 Pola Aktivitas Pelatih.....	55
Gambar 4.3.3 Pola Aktivitas Wasit.....	55
Gambar 4.3.4 Pola Aktivitas Ketua.....	56
Gambar 4.3.5 Pola Aktivitas Penyelenggara.....	56
Gambar 4.3.6 Pola Aktivitas Petugas Medis.....	56
Gambar 4.3.7 Pola Aktivitas Petugas Media.....	57
Gambar 4.3.8 Pola Aktivitas Pengunjung.....	57
Gambar 4.3.9 Pola Aktivitas Pengunjung VIP.....	58
Gambar 4.4.1 Potongan Tapak.....	61
Gambar 4.4.2 Kontur Tapak.....	61
Gambar 4.4.3 Orientasi Bangunan.....	62
Gambar 4.4.4 Zonasi Tapak.....	63
Gambar 4.4.5 Perimeter Stadion.....	63
Gambar 4.4.6 Sirkulasi Tapak.....	64
Gambar 4.5.1 Organisasi Ruang Lantai Dasar.....	65
Gambar 4.5.2 Organisasi Ruang Lantai 1.....	65
Gambar 4.5.3 Organisasi Ruang Lantai 2.....	66
Gambar 4.5.4 Organisasi Ruang Lantai 3.....	66
Gambar 4.5.5 Organisasi Ruang Lantai 4.....	67
Gambar 4.5.6 Pembagian Akses Penonton.....	67
Gambar 4.5.7 Zonasi Parkir.....	68
Gambar 4.5.8 Pembagian Kapasitas Penonton.....	69
Gambar 4.5.9 Sektor Penonton Tim Tamu.....	70
Gambar 4.6.1 Mekanisme Gaya Pada Struktur Kabel.....	71
Gambar 4.6.2 Stabilisasi Struktur Kabel.....	72
Gambar 4.6.3 Jenis Stabilisasi Struktur Kabel.....	72
Gambar 4.6.4 <i>Flat Rotational System</i>	73
Gambar 4.6.5 Membran Pelana.....	74
Gambar 4.6.6 Membran Kerucut.....	74
Gambar 4.6.7 Membran Menggantung.....	74
Gambar 4.6.8 Struktur Stadion.....	75
Gambar 4.6.9 Arah Gaya Struktur.....	76
Gambar 4.6.10 Pengait Membran Untuk Sisi Sudut.....	77



DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
Gambar 2.4.1	Tabulasi Studi Komparasi	36
Gambar 4.3.1	Analisis Pengguna dan Aktivitas	54
Gambar 4.3.2	Besaran Ruang	60

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

1.1.1 Kebutuhan akan Sarana Olahraga dan Ruang Publik di Kabupaten Tangerang

Kabupaten Tangerang terletak pada provinsi Banten berdekatan dengan Kota Tangerang dan Kota Tangerang Selatan. Luas wilayah Kabupaten Tangerang sebesar 959,6 km² yang dibagi menjadi 29 kecamatan. Menurut sensus kependudukan pada tahun 2015 jumlah penduduk Kabupaten Tangerang mencapai 3,3 juta jiwa, hasil ini menempatkan Kabupaten Tangerang menjadi daerah dengan populasi tertinggi di Provinsi Banten diikuti oleh Kota Tangerang dan Kabupaten Serang.

Mengacu pada RTRW Kabupaten Tangerang tahun 2010 – 2030 mengarah pada pengembangan wilayah untuk pengembangan industri, pemukiman dan reklamasi. Pada pengembangan pemukiman area selatan Kabupaten Tangerang memiliki kepadatan yang lebih tinggi dari area Utara, wilayah ini berbatasan dengan Kota Tangerang dan Tangerang Selatan. Dimana merupakan kota penyanggah Ibukota Jakarta, kawasan ini didominasi oleh pemukiman penduduk yang rata – rata bekerja di Jakarta. Potensi pertumbuhan penduduk pada kawasan ini dikarenakan banyaknya pengembang perumahan yang membangun kawasan ini dengan akses dan perencanaan yang baik sehingga meningkatkan datangnya penduduk baru yang bermukim di wilayah ini. Tren pembangunan pada wilayah ini juga cenderung mengarah pada hunian vertikal untuk mengatasi pertumbuhan penduduk pada nantinya. Kepadatan penduduk yang cukup tinggi perlu diantisipasi karena daya tampung masing-masing wilayah berbeda sehingga dapat menimbulkan berbagai dampak negatif seperti kekumuhan, kerusakan lingkungan, dan tingkat kriminalitas yang tinggi. Salah satu cara antisipasi adalah menyediakan sarana rekreasi untuk ruang berkumpul dan berolahraga.

Berkaitan dengan kebutuhan akan ruang terbuka sebagai sarana rekreasi, berkumpul dan berolahraga pemerintah Kabupaten Tangerang memiliki rencana untuk membangun sarana olahraga berupa *Sport Center*. Sebagai pusat olahraga untuk pelatihan atlet di kawasan ini. Salah satu fasilitas olahraga tersebut berupa Stadion sepak bola yang diharapkan dapat memwadhahi klub – klub sepak bola yang ada di Tangerang. Selain fungsi





2

Stadion sebagai sarana aktivitas olahraga juga dapat dimanfaatkan untuk acara lainnya yang membutuhkan *venue* dan lapangan yang luas.

1.1.2 Struktur Bentang Lebar Pada Stadion

Karakteristik stadion sebagai arena pertandingan adalah konstruksi struktur atap yang membentang melingkupi tribun penonton. Struktur atap dengan bentang lebar yang tidak menghalangi pandangan penonton menjadi keharusan dari stadion. Dalam (Macdonald, 1994:45) struktur dikelompokan menurut kompleksitas dan efisiensi dalam penyaluran gaya, yaitu:

1. *Non form active*
2. *Semi form active*
3. *Form active*

Dalam pengelompokannya berdasarkan kompleksitas dan efisiensi penerapannya pada bangunan terkait fungsi dan jenis bangunannya. Seperti jenis struktur *non form active* dengan contoh berupa struktur grid, *space frame* dan *space truss* yang biasa digunakan untuk bangunan modular. Karena penyaluran gaya yang linier antar lantai melalui komponen kolom, balok dan lantai.

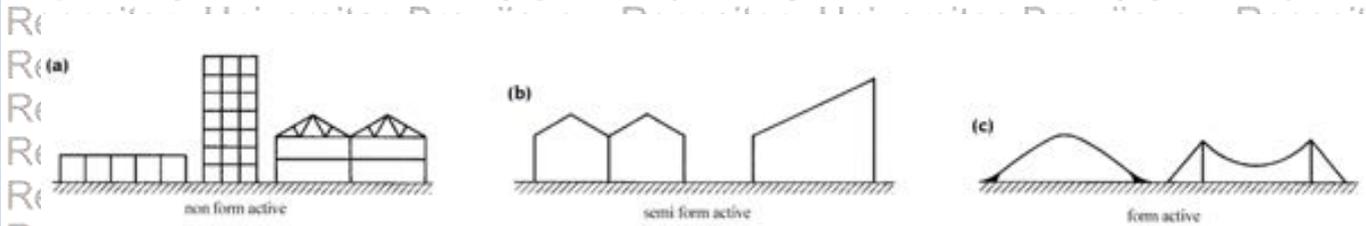
Kategori *semi form active* merupakan pengembangan dari struktur sebelumnya sehingga dapat memberikan bentang bangunan yang lebih lebar dengan material yang lebih ringan dan fleksibel. Contoh struktur yang termasuk kategori ini seperti *laminated timber portal frame*, dan *truss portal*.

Struktur *form active* digunakan untuk bangunan yang memerlukan kebutuhan khusus dalam kasus ini struktur dengan bentang sangat lebar. Karena sistem struktur ini menggunakan bentuk kubah atau cangkang untuk menopang semua beban atap yang membentang. Struktur dengan jenis ini lebih efisien dalam menyalurkan gaya sehingga aplikasinya pada bangunan bentang lebar sangat banyak seperti bangunan stadion, arena indoor juga bandara. Contoh struktur yang termasuk dalam kategori ini seperti *arch* atau *shell*, *tensile membrane* dan *cable*.

Berdasarkan jenis dan kemampuannya struktur *active form* memiliki tingkat kepraktisan dan efisiensi tertinggi untuk bangunan bentang lebar dan juga dapat memenuhi bentuk yang fleksibel pada bangunan stadion. Juga tingkat adaptasinya terhadap perubahan cuaca dikarenakan struktur lengkung yang kaku dalam menyalurkan beban lebih merata pada struktur sehingga tingkat stress pada struktur dapat diminimalisir. Juga beban struktur



ini sendiri yang ringan karena penggunaan material baja dan juga pelingkupnya berupa membran.



Gambar 1.1.1 Kategori Struktur (a) non form active (b) semi form active (c) form active
sumber: Macdonald (2001:47)

1.1.3 Karakteristik Struktur Membran

Struktur membran yang merupakan kategori struktur *form active* memiliki karakteristik sebagai struktur bentang lebar yang fleksibel sehingga dapat menyesuaikan dengan bentuk massa bangunan yang dinamis. Material membran yang semi transparan juga dapat memberikan suasana malam yang menarik dengan penggunaan cahaya yang memantul pada atap membran dapat memberikan kesan modern pada bangunan. Material membran juga merupakan material yang baik untuk mereduksi radiasi cahaya matahari di siang hari. Dengan kemampuan merefleksi radiasi panas matahari sekitar 70% memberikan kenyamanan untuk mengunjung di siang hari. Sehingga cahaya matahari yang diteruskan sekitar 7% - 20% cahaya alami, sehingga tidak membutuhkan bantuan cahaya buatan pada siang hari. Struktur membran merupakan tipe struktur ringan dan relatif baik dalam ketahanan terhadap gempa, karena kemampuan struktur yang dapat mentolelir sejumlah besar perpindahan gaya sehingga kasus runtuhnya bangunan sangat jarang ditemukan. Dan juga material membran umumnya merupakan material tahan api sehingga meminimalisir terjadinya kebakaran dalam bangunan.

Material struktur yang digunakan dalam struktur membran berupa kabel baja dan rangka struktur baja yang pembuatannya dilakukan di pabrik. Dalam hal ini kombinasi antara struktur bangunan yang menggunakan beton sedangkan atap bangunan dari baja dapat menghemat waktu konstruksi, sehingga rangka struktur baja langsung dapat digunakan saat konstruksi bangunan sudah selesai. Pembuatan struktur yang terpisah memberikan keunggulan akan struktur yang mudah dibongkar pasang sehingga tahap mengerjakan dilapangan berupa perakitan dan penyesuaian struktur. Selain waktu konstruksi yang cepat, material membran juga memiliki biaya perawatan yang minim



4

bahkan bebas perawatan. Sehingga keuntungan ekonomi jangka panjang dapat didapatkan terlebih aplikasi pada bangunan dengan bentang lebar.

Namun dalam pengerjaan struktur yang melengkung memiliki permasalahan dalam menyalurkan gaya dikarenakan, struktur ini belum menyatu sehingga kurangnya kekakuan struktur untuk menopang gaya beban yang ada. Dalam struktur lengkung juga terdapat faktor *bending stress* yang tidak dapat dihilangkan sehingga perlunya ketebalan struktur yang sesuai untuk mengatasi hal tersebut. Dalam tipe struktur *form – active* ini memiliki kerumitan dalam perancangan sampai dengan perawatan untuk memastikan keamanan struktur ini.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang di atas, Identifikasi masalah mengenai perancangan stadion menggunakan struktur membran antara lain :

1. Penggunaan jenis struktur dalam tipe *form active* harus disesuaikan dengan bentuk dan bentang stadion sehingga tetap dapat melakukan efisiensi bentuk dan material dalam penggunaannya.
2. Dalam pembangunan stadion memiliki skala atau kelas bangunan sehingga besarnya bangunan dan fasilitasnya akan disesuaikan sesuai skala stadion yang ditentukan nantinya.
3. Penggunaan material membran pada atap diharapkan dapat memberikan bentuk yang dinamis pada bangunan selain itu juga diperlukan spesifikasi material yang digunakan harus dapat mereduksi panas matahari dan juga aman penggunaannya.
4. Dari sisi keamanan bangunan material membran untuk atap bangunan haruslah kuat tidak mudah robek dan juga tahan api sehingga penggunaannya tidak membahayakan. Sedang untuk struktur bangunan sendiri harus dapat mentolelir gaya beban pada struktur lengkungnya agar dapat menghadapi gempa dan angin kencang.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah di atas, dapat dikerucutkan rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana merancang struktur atap menggunakan material membran untuk bangunan stadion sepak bola?



1.4 Batasan Masalah

Pada perancangan ini dilakukan pembatasan masalah, dimaksudkan agar proses perancangan tidak menyimpang. Adapun batasan-batasan tersebut antara lain :

1. Fungsi bangunan untuk keperluan olahraga lebih khususnya sepak bola, sehingga fasilitas dan standar – standar bangunan mengikuti peraturan, kelas stadion, komparasi serta literatur mengikuti kebutuhan pengguna.
2. Struktur atap yang digunakan mengikuti tipe *form active* dengan jenis struktur yang digunakan berdasarkan analisis akan struktur yang efisien dan disesuaikan dengan bentang dan skala bangunan.
3. Material penutup atap berupa membran yang digunakan dapat mereduksi cahaya dan panas matahari ke dalam bangunan, sehingga dihasilkan pencahayaan alami pada tribun di siang hari. Material membran juga harus anti api dan juga tidak mudah robek sehingga faktor keamanan penggunaan material ini dapat diterapkan.
4. Lokasi perancangan stadion sepak bola ini adalah Kabupaten Tangerang sehingga persyaratan perencanaan bangunan disesuaikan dengan peraturan daerah yang berlaku.

1.5 Tujuan

1. Peran stadion sepak bola di Tangerang dapat mewadahi aktivitas olahraga masyarakat dan tempat diselenggarakan pertandingan olahraga sebagai sarana hiburan.
2. Memberikan wadah untuk klub sepak bola yang ada di Tangerang untuk berlatih dan meningkatkan kualitas.
3. Mengetahui bagaimana merancang stadion menggunakan struktur atap dengan material membran.

1.6 Manfaat

Manfaat yang diperoleh:

1. Memahami karakteristik dan standar bangunan stadion sepak bola
2. Mampu memahami karakteristik struktur tipe *form active* dan pengaplikasiannya pada bangunan stadion sepak bola.
3. Mampu memahami karakteristik material membran sebagai material penutup atap untuk bangunan bentang lebar.
4. Mampu merancang fasilitas publik yang dapat digunakan sebagai sarana berkumpul dan berolahraga untuk masyarakat.



1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika pembahasan dibagi sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan gambaran mengenai studi yang dimulai dengan latar belakang permasalahan dan isu terkait, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat studi, sistematika penulisan dan kerangka pemikiran.

BAB II DAFTAR PUSTAKA

Merupakan landasan teori yang digunakan untuk membantu studi mengenai struktur bentang lebar, material membran untuk pelingkup atap bangunan dan objek studi stadion sepak bola. Didapat melalui pustaka yang berkaitan dengan subjek studi dan juga komparasi bangunan yang menggunakan teknologi serupa.

BAB III METODE PERANCANGAN

Berisi mengenai metode yang digunakan dalam studi untuk mencapai hasil studi yang diharapkan. Dengan menggunakan metode deskriptif – analitik dalam menjelaskan permasalahan dan kebutuhan mengenai studi. Dilanjutkan dengan proses analitik untuk menyelesaikan mendapatkan penyelesaian masalah menggunakan landasan teori dengan konsep sebagai hasilnya. Proses desain mengacu pada konsep untuk mendapatkan organisasi ruang dan bentuk bangunan juga aplikasi struktur dan material atap pelingkup bangunan.

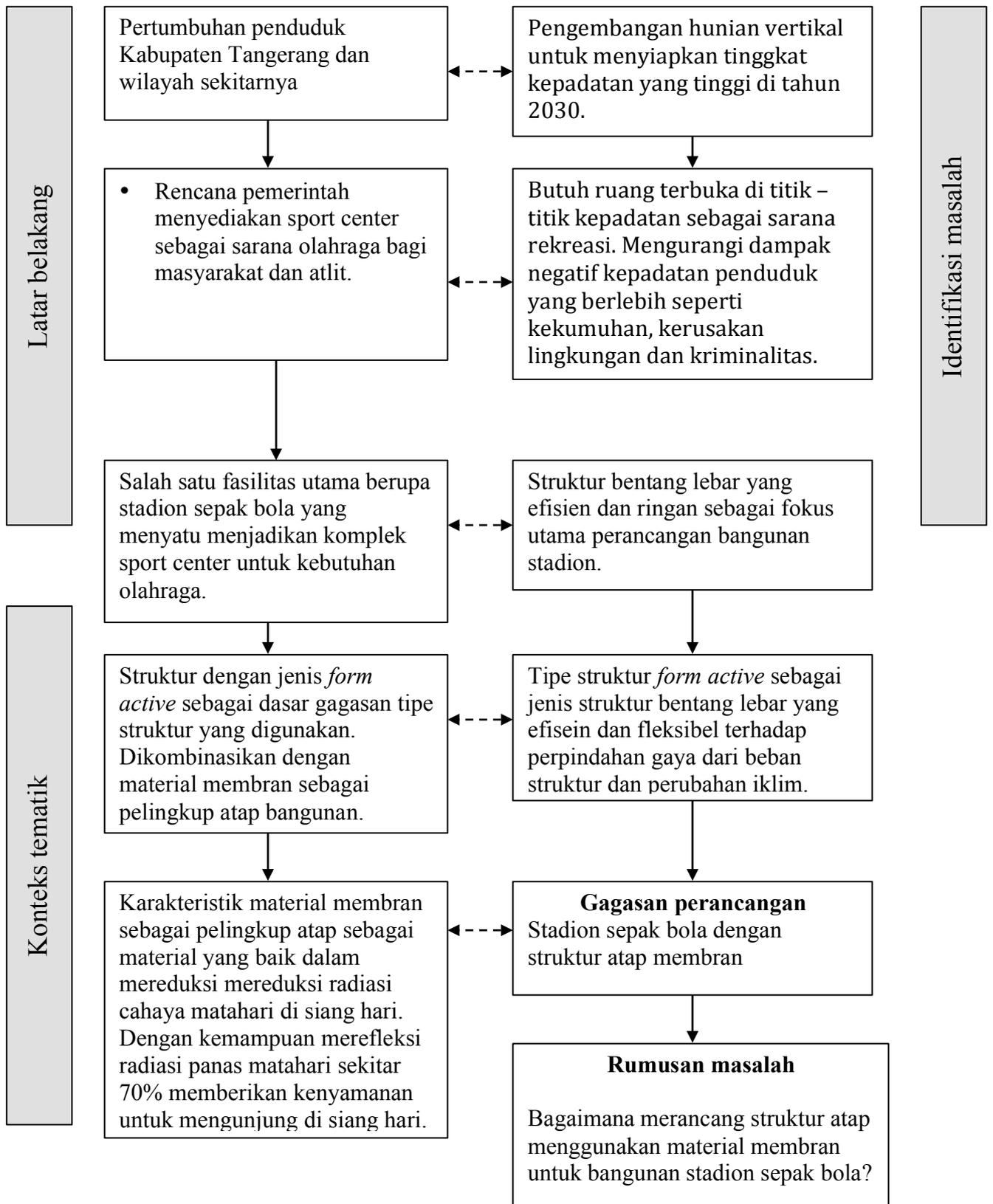
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menunjukkan hasil dari proses analisis dan konsep yang dihasilkan dari permasalahan yang diangkat, teori dan kriteria yang ditetapkan berdasarkan hasil analisis untuk menjawab permasalahan. Hasil desain untuk memperlihatkan penyelesaian masalah dengan produk berupa siteplan, layout, denah, tampak, potongan, detail aplikasi material membran sebagai pelingkup atap bangunan.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil studi sebagai jawaban dari rumusan masalah yang ingin diselesaikan.

1.8 Kerangka Pemikiran



Gambar 1.8.1 Kerangka Pemikiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Stadion

2.1.1 Pengertian Stadion

Menurut KBBI: stadion merupakan lapangan olahraga yang dikelilingi oleh tempat duduk. Struktur stadion modern berasal dari bentuk stadion kuno yang digunakan sebagai arena pertunjukan dengan tempat duduk penonton mengelilingi lapangan.

2.1.2 Kebutuhan Dasar Stadion

Dalam kelengkapan dan kebutuhan stadion sepak bola modern yang dikeluarkan oleh FIFA mencakup beberapa aspek dalam kebutuhan utama stadion untuk memwadahi aktifitas dan akomodasi pengunjung dan pengguna bangunan. Hal tersebut mencakup:

1. Lokasi Stadion

Lokasi stadion haruslah terletak pada area yang cukup luas untuk menampung banyaknya pengunjung pada saat pertandingan. Hal ini dikarenakan akan terjadi penumpukan pengunjung pada saat selesai pertandingan yang keluar bersamaan karena itu dibutuhkan area yang luas. Area tapak yang luas juga dapat digunakan sebagai rencana pengembangan pada masa mendatang

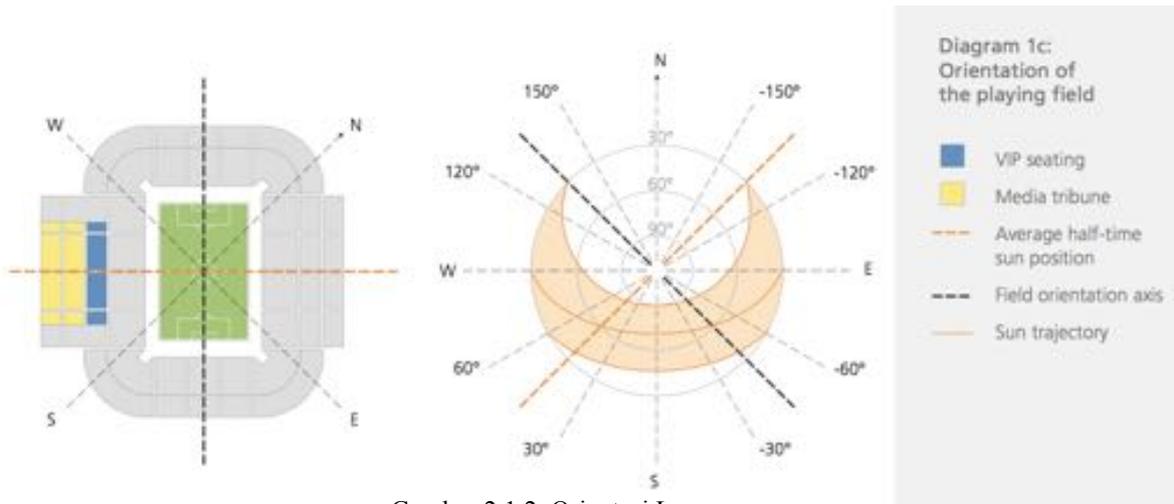
Lokasi stadion yang akan digunakan untuk acara internasional juga haruslah padat dijangkau oleh transportasi publik (bus, taxi, kereta dan bandara) untuk memudahkan mengunjung.



Gambar 2.1.1 Lokasi Stadium
sumber: FIFA (2011:33)

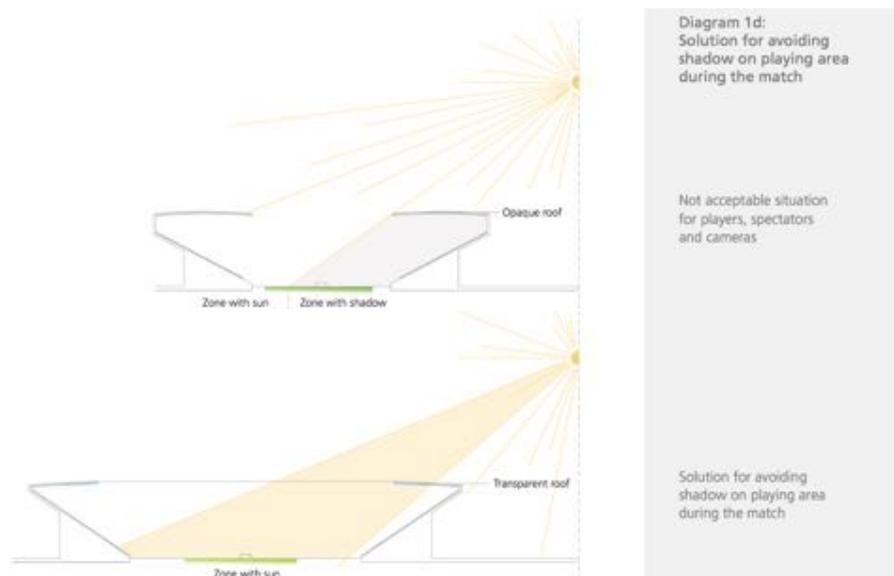
2. Orientasi

Pertimbangan dalam menentukan orientasi lapangan haruslah terhindar dari pantulan cahaya matahari langsung. Untuk kenyamanan pemain dan pengunjung pada saat pertandingan atap stadion haruslah dapat melindungi dari cahaya matahari. Sedang untuk kebutuhan area VIP dan media, cahaya matahari langsung haruslah dihindari untuk mendapatkan pencahayaan yang baik dalam menyaksikan pertandingan. Berikut adalah rekomendasi orientasi lapangan:



Gambar 2.1.2 Orientasi Lapangan
sumber: FIFA (2011:35)

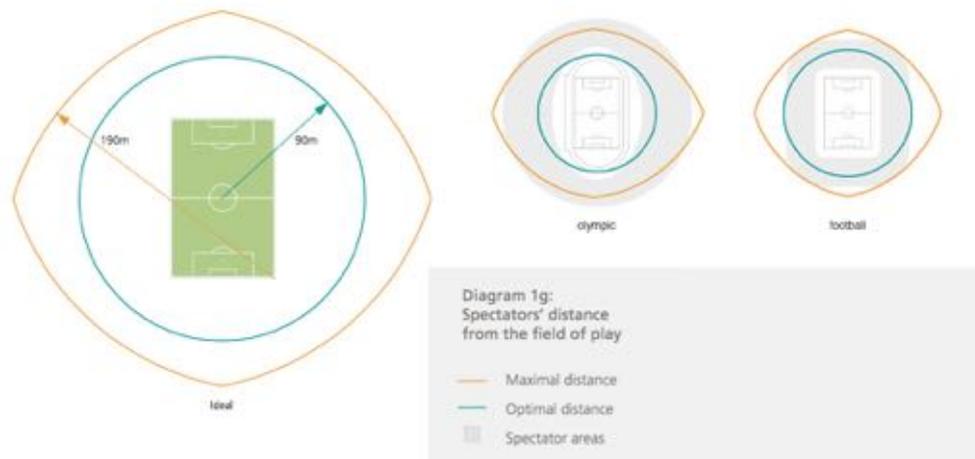
Kebutuhan akan cahaya matahari yang cukup untuk pemeliharaan rumput pada lapangan juga harus dijadikan pertimbangan. Dalam hal ini direkomendasikan untuk menggunakan desain atap transparan untuk pencahayaan pada saat pertandingan.



Gambar 2.1.3 Pencahayaan Lapangan
sumber: FIFA (2011:36)

3. Jarak Pandang

Perbedaan bentuk lapangan pada stadion olympic dan sepak bola memiliki pengaruh pada jarak pandang penonton. Stadion olympic dapat digunakan untuk berbagai macam cabang olahraga dan terdapat lintasan lari pada keliling lapangan yang menyebabkan jarak tribun yang lebih jauh pada lapangan. Jarak optimal penonton dari lapangan diukur dari titik tengah lapangan sejauh 90m dan maksimal 190m dari sudut lapangan.



Gambar 2.1.4 Jarak Pandang Penonton
sumber: FIFA (2011:45)

4. Zoning

Faktor keamanan menjadi ketentuan yang harus dipenuhi dalam rancangan bangunan publik. Dalam hal ini stadion dikelompokkan menjadi tiga zona berdasarkan pemeriksaan akses masuk pengunjung.

- Zona 1 : area terluar akses pemeriksaan pertama dari tempat parkir
- Zona 2 : area luar stadion pemeriksaan sebelum masuk stadion
- Zona 3 : area dalam stadion pemeriksaan terakhir sebelum tribun



Gambar 2.1.5 Zoning Stadium
sumber: FIFA (2011:57)

5. Lapangan Permainan

Mengikuti standar ukuran lapangan sepak bola yang dikeluarkan oleh FIFA dengan dimensi 105m x 68m. Untuk kebutuhan tambahan pada keliling lapangan seperti keamanan, wasit, medical, media dan lainnya dianjurkan dimensi lapangan menjadi 125m x 85m seperti pada gambar berikut:



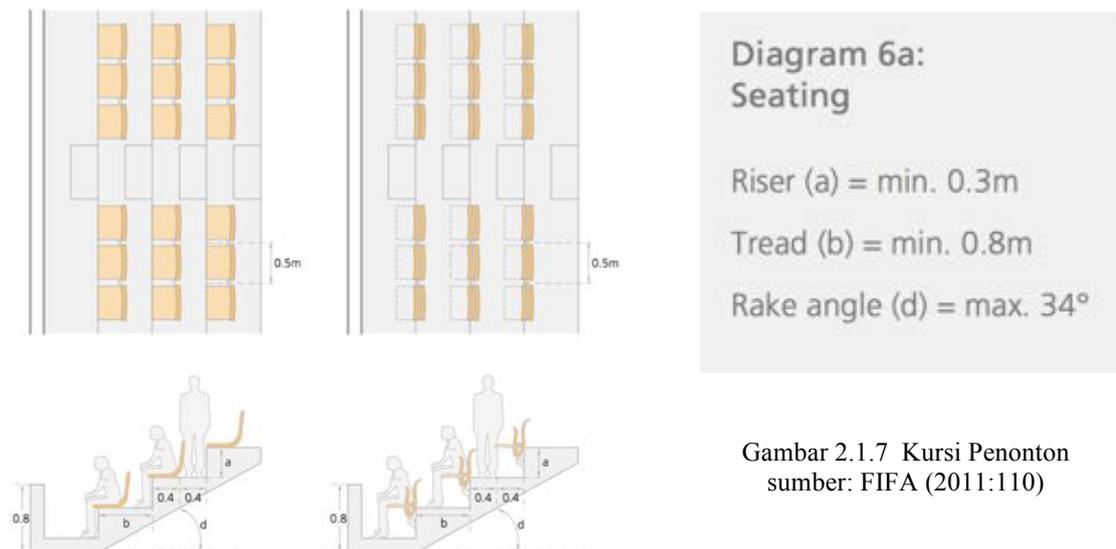
Gambar 2.1.6 Lapangan Pertandingan
sumber: FIFA (2011:65)

6. Kapasitas Penonton

Untuk mengadakan pertandingan internasional stadion minimal harus memiliki kapasitas 30.000 sampai 40.000 penonton. Sedangkan untuk menyelenggarakan pertandingan final piala dunia dibutuhkan lebih dari 60.000 kursi. Karena hal ini kebanyakan stadion internasional memiliki kapasitas sekitar 80.000 penonton.

7. Tribun Penonton

Untuk kenyamanan penonton dalam menyaksikan pertandingan ukuran tribun haruslah memenuhi standar ukuran minimal. Ada dua tipe kursi penonton yang biasa digunakan dalam tribun penonton seperti gambar berikut:

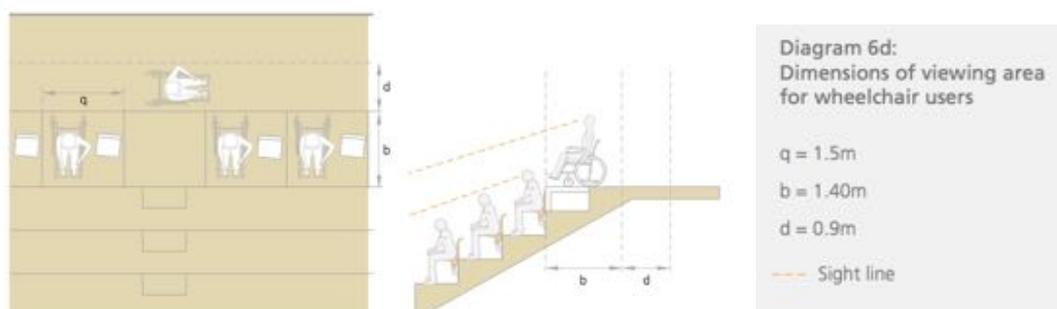


Gambar 2.1.7 Kursi Penonton
sumber: FIFA (2011:110)

Untuk tribun VIP dan VVIP mendapatkan pengecualian ukuran dikarenakan menggunakan kursi yang lebih besar dan kenyamanan lebih minimal memiliki lebar 60cm. Untuk peruntukan tribun VIP dan VVIP diperhitungkan 5% sampai 8% dari total jumlah penonton.

8. Penonton Disabilitas

Untuk kebutuhan penonton dengan disabilitas memerlukan kebutuhan yang berbeda. Alokasi penonton dengan disabilitas antara 0,5% dan 1% dari total jumlah penonton. Oleh karena itu setiap akses masuk stadion haruslah memungkinkan untuk dilalui oleh kursi roda. Juga alternatif akses masuk khusus untuk penonton dengan disabilitas agar tidak terganggu oleh penonton lainnya pada saat situasi darurat. Juga tribun khusus penyandang disabilitas dengan seperti gambar berikut:



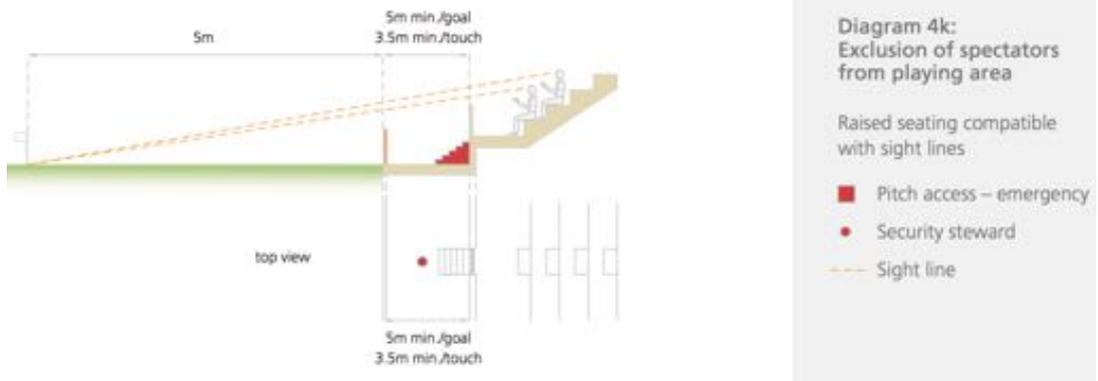
Gambar 2.1.8 Kursi Penonton Disabilitas
sumber: FIFA (2011:123)

9. Pembatas Penonton

Area penonton dan lapangan terdapat pembatas yang berfungsi mengamankan acara dari gangguan penonton. Beberapa cara pengamanan dilakukan dengan personel keamanan yang ada disekeliling area. Juga dengan pemisahan tribun dengan lapangan seperti berikut:

a. Perbedaan ketinggian tribun

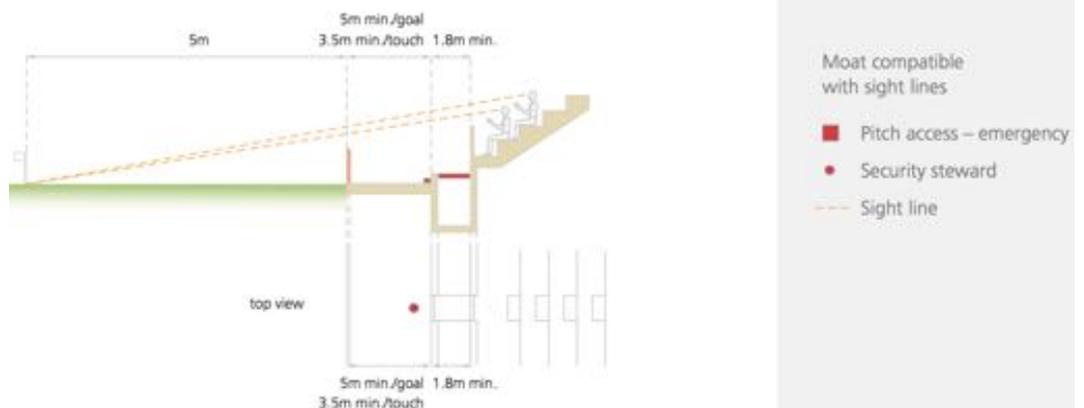
Penambahan ketinggian dilakukan pada jarak yang sesuai dengan jarak pandang penonton dan juga dekat dengan lapangan. Metode ini efektif untuk wilayah dengan karakter penonton yang baik dan tidak cocok untuk wilayah dengan penonton yang buruk.



Gambar 2.1.9 Ketinggian Tribun
sumber: FIFA (2011:89)

b. Moats (parit)

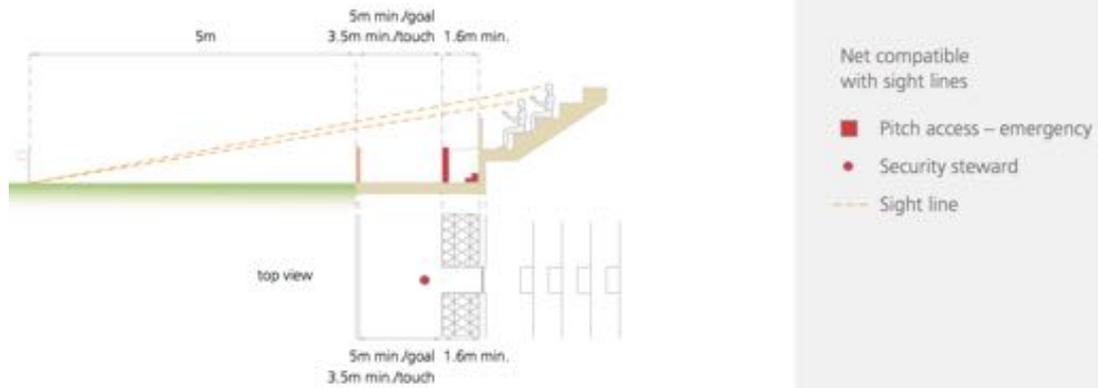
Penggunaan parit untuk membatasi tribun sehingga penonton tidak padat memasuki lapangan. Penggunaan parit harus menjadi pertimbangan pada area lapangan yang luas agar tidak berbahaya bagi pemain. Penggunaan pada area lapangan sepak bola dapat menambah jarak pandang penonton ke lapangan. Parit juga harus dilengkapi jembatan untuk kebutuhan darurat saat evakuasi.



Gambar 2.1.10 Parit
sumber: FIFA (2011:89)

c. Jaring

Penggunaan jaring dapat menjadi teknik pengamanan dari penonton dan tidak menghalangi pandangan penonton.



Gambar 2.1.11 Jaring
sumber: FIFA (2011:89)

Penggunaan pembatas berupa pagar ataupun layar transparan tidak dianjurkan oleh FIFA untuk pertandingan final karena faktor pandangan penonton yang terbatas. Penggunaan pagar haruslah semi permanen sehingga dapat dilepas pada saat pertandingan tertentu. Penggunaan pagar untuk pembatas tribun haruslah dilengkapi dengan pintu darurat untuk evakuasi ke lapangan.

2.2 Tinjauan Struktur

2.2.1 Efisiensi Struktur

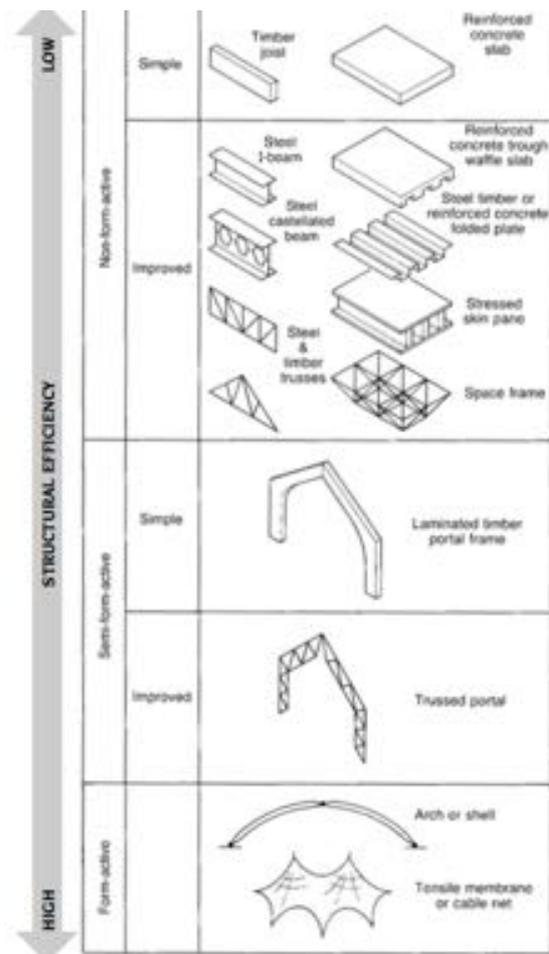
Stadion olahraga memiliki karakteristik yaitu tribun penonton yang mengelilingi lapangan untuk menyaksikan pertandingan. Jika dilihat dari ekterior stadion struktur atap pada bangunan ini menjadi fokus atau keunikan dari stadion itu sendiri. Karena bentuknya yang menyerupai kubah untuk menaungi tribun penonton, maka dibutuhkan struktur bentang lebar dalam perancangannya. Dalam (Macdonald, 2001:45) struktur dikelompokkan menurut kompleksitas dan efisiensi dalam penyaluran gaya, yaitu:

1. *Non form active*
2. *Semi form active*
3. *Form active*

Dalam kategori *non form active* berupa penyusunan struktur bebentuk grid yang menyalurkan gaya antar lantai ke kolom, kolom menjadi penyalur gaya dan penopang beban lantai dan atap bangunan. Contoh struktur yang termasuk kategori ini seperti *space frame*, *space truss*, dan plat beton.

Dalam kategori *semi form active* berupa satu rangkaian struktur yang menyatukan kolom dengan bentang atap untuk memberikan efisiensi yang lebih baik dalam mengaplikasikan dalam bangunan bentang lebar. Dengan material yang lebih ringan dan bentang yang lebih lebar dan fleksibel struktur ini biasa digunakan sebagai struktur pendukung pada bangunan. Contoh struktur yang termasuk kategori ini seperti *laminated timber portal frame*, dan *truss portal*.

Dalam kategori *form active* merupakan pengembangan dari *semi form active* untuk dapat lebih fleksibel terhadap perubahan iklim. Bentuk struktur yang lebih fleksibel untuk bangunan bentang lebar dengan bentuk yang struktur yang lenkung dan fleksibel dan dapat menyalurkan gaya lebih efisien untuk pelingkup bangunan seperti dengan bentang lebar seperti kubah dan arena. Contoh struktur yang termasuk dalam kategori ini seperti *arch* atau *shell*, *tensile membrane* dan *cable*. Dengan kemampuan tersebut menjadikan tipe struktur *form active* sebagai struktur dengan tingkat efisiensi terbaik dalam menahan dan menyalurkan beban. Tetapi tujuan utama dalam desain struktur adalah menerapkan struktur yang sesuai dengan tingkat kepraktisannya dalam bangunan bukan memaksimalkan efisiensi strukturnya. Sehingga jenis struktur dan tingkatannya menurut Macdonald seperti gambar berikut :



Gambar 2.2.1 Kelompok Struktur Berdasarkan Tingkat Efisiensinya
sumber: Macdonald (2001:46)

2.2.2 Struktur Bentang Lebar

Dalam (Macdonald, 2001:57) struktur *form active* digunakan pada bangunan dengan kebutuhan khusus untuk mencapai efisiensi struktur yang sesuai untuk bentang lebar pada bangunan. Dengan kemampuan menahan gaya dari bentang struktur itu sendiri dan faktor eksternal seperti iklim dibutuhkan struktur dengan material yang ringan. Dalam

kategori ini termasuk struktur cangkang (*shells*), jaringan kabel tarik (*tensile cable networks*) dan struktur membran tarik (*air supported tensile membrane*).

2.2.3 Struktur Atap Stadion

Aplikasi struktur tipe form active pada stadion dalam (John, 2000:66) untuk menumpu gaya untuk struktur bentang lebar:

a) Struktur Cangkang (*Shells*)

Merupakan struktur permukaan tipis yang dilengkungkan pada satu ataupun dua arah, untuk menumpu beban dari bentuk geometrinya. Material berupa beton dengan ketebalan struktur antara 75mm dan 100mm. Bentuk yang digunakan pada struktur ini biasanya berupa silinder, kubah dan *hyperbolic*. Namun karena materialnya yang padat sehingga aplikasi pada stadion dapat menimbulkan pembayangan yang kurang baik untuk pertandingan sepak bola.



Gambar 2.2.2 Contoh Aplikasi Struktur Cangkang
sumber: Charleson (2005:24)

b) Struktur Tegangan Kabel (*Tensile Cable Networks*)

Struktur kabel dibagi menjadi tiga kategori:

1. Struktur Kabel *Catenary*

Struktur dengan bentuk lengkungan bertekanan yang didukung oleh beberapa kabel pada bentung melengkung.

2. Struktur Jaringan Kabel

Struktur dengan bentuk pendukung struktur yang terpisah dari lapisan penutupnya. Struktur ini terdiri dari jaringan kabel tiga dimensional dengan penutupnya berbahan plastic transparan (akrilik dan PVC)

3. Struktur Membran

Material pelapis struktur dan juga atap dengan konsep tarik menggunakan membran. Material membran yang digunakan berupa PVC dengan lapisan Teflon.

Aplikasi tipe struktur ini banyak digunakan pada bangunan eksibisi, industri dan juga stadion olahraga. Kemampuan bentang struktur ini dapat mencapai lebih dari 100 m.



Gambar 2.2.2 Contoh Aplikasi Struktur Jaringan Kabel Pada Millennium Dome London 1999
sumber: Macdonald (2001:91)

c) Struktur Membran Dengan Dukungan Udara (*Air Supported Tensile Membrane*)

Struktur membran semi transparan dengan membran ganda yang diisi udara untuk memberikan kekuatan strukturnya. Untuk menjaga kekakuan struktur ini diperlukan perawatan ekstra untuk mengembangkan udara dalam membran. Batas maksimal bentang struktur ini adalah 45 m.

2.3 Struktur Membran

Struktur membran merupakan tipe stuktur permukaan, dimana gaya tarik membran menahan beban struktur dan beban lainnya. Karena itu ketebalan dan kekuatan membran haruslah setara dengan beban yang ditumpunya dan permukaan membran haruslah membentang kencang pada struktur untuk mencegah terlepas pada saat angin kencang (Charleson, 2005:25)

2.3.1 Membran Penutup Atap

Kriteria dari material penutup stadion haruslah memiliki ketahanan yang kuat terhadap iklim, berat yang ringan, tahan api dan tahan terhadap perubahan iklim termasuk pantulan sinar ultraviolet. Material membran yang digunakan untuk penutup atap pada

stadion haruslah dapat memenuhi kriteria tersebut. Dalam (Kaltenbach, 2004) jenis material membran yang digunakan umumnya berjenis PVC, PTFE dan EFTE.

Material PVC merupakan material berbahan dasar fiber glass dengan lapisan PVC merupakan material membran yang paling banyak digunakan. Kelebihan material ini adalah kelenturan yang baik sehingga aplikasi yang mudah dalam pemasangannya. Tetapi daya tahan terhadap debu termasuk buruk, juga efek karena sinar ultraviolet menyebabkan perubahan warna kekuningan dan lebih lengket. Sehingga menyebabkan menembelnya debu dan kotoran dan mengurangi tingkat kecerahan cahaya yang diteruskan. Material ini biasanya digunakan untuk bangunan semi permanen. Untuk meningkatkan kekuatan material ini haruslah dilapisi dengan lapisan PVDF sehingga dapat digunakan untuk 25 tahun.

Material PTFE merupakan material dengan bahan dasar fiber glass dengan lapisan Teflon. Material ini lebih kaku dari PVC sehingga dibutuhkan perancangan yang teliti untuk aplikasinya. Tetapi daya tahan material yang lebih kuat dengan kemampuan pemeliharannya yang lebih mudah. Dengan umur penggunaan material antara 25 sampai 30 tahun, aplikasi material ini banyak pada bangunan permanen.

Material EFTE umumnya digunakan untuk bangunan yang memasukan banyak cahaya. Karena sifat material yang dapat meneruskan cahaya 95% dengan ketebalan material sekitar 0.3mm. Walaupun material ini memiliki kekuatan yang baik umumnya aplikasi pada bangunan menggunakan metode membran yang digelembungkan dengan udara didalamnya. Sehingga penggunaannya menggunakan dua atau tiga lapis membran dengan bentang tidak lebih dari 5m.

Material membran untuk aplikasi pada bangunan umumnya adalah material yang tahan api, sehingga aplikasinya aman dalam bangunan. Karena campuran kimiawi yang digunakan untuk tahan terhadap api.

2.3.2 Prinsip Struktur Membran

Struktur membran tarik memiliki prinsip gaya tarik membran menjadi tegangan gaya yang menahan gaya yang terjadi pada struktur. Bentuk melengkung pada membran memberikan gaya tegangan dalam menopang kestabilan struktur, sehingga bentuk permukaan membran haruslah melengkung. Bentuk permukaan datar yang besar dapat berakibat terbebannya membran karena gaya tegangan yang besar, sehingga bentuk datar kurang baik dalam struktur membran. Prinsip kelengkungan membran terdiri dari empat

titik dengan dua titik tinggi dan dua titik rendah. Untuk memberikan lengkungan yang besar satu titik harus lebih tinggi dari titik lainnya.

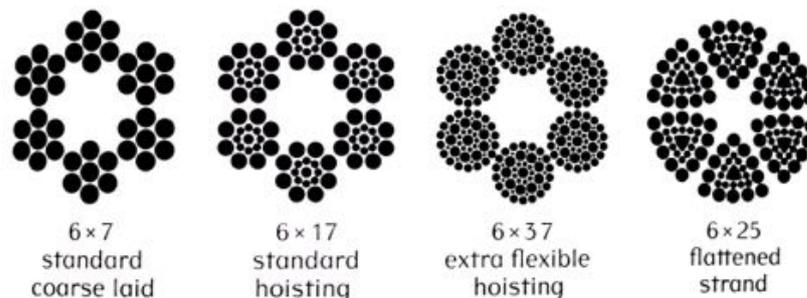
Dalam Neufert (2002:87) tumpuan pada struktur ini menggunakan kabel yang dikaitkan ke tepi atap dan dikaitkan dengan pin yang diposisikan miring. Kabel pendukung untuk mengembangkan atap ini menumpu ke tumpuan utama yang menumpu langsung ke tanah.

2.3.3 Elemen Struktur

Dalam struktur membran yang termasuk jenis struktur pelengkung memiliki beberapa elemen struktur untuk mempertahankan bentuk lengkung dari struktur.

A. Kabel

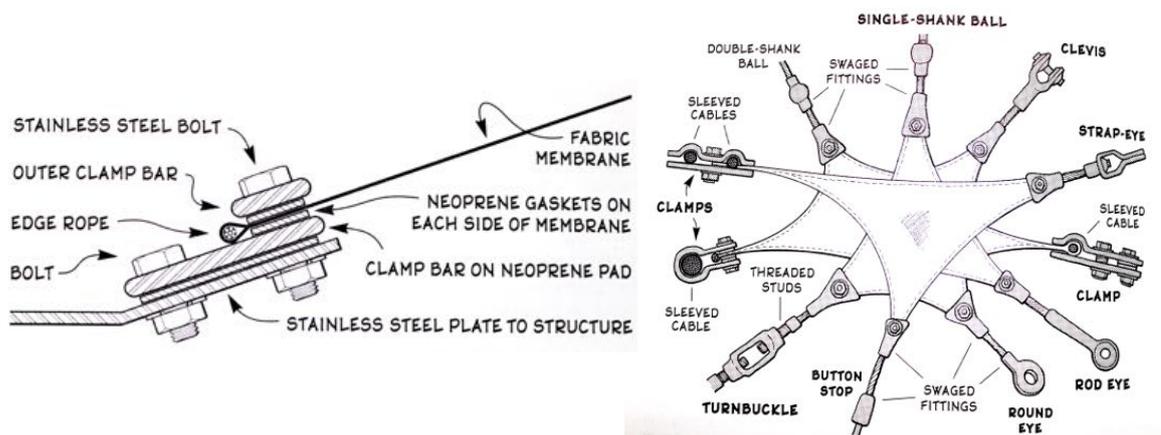
Kabel digunakan untuk mendukung bentuk permukaan membran, dengan konstruksi kabel baja 6 x 7, 6 x 17, 6 x 37, 8 x 19 dan 6 x 25. Aplikasi jenis kabel 6 x 7 merupakan konstruksi standar yang digunakan untuk aplikasi permanen, kabel 8 x 19 merupakan tipe kabel yang memiliki kekuatan, fleksibilitas, daya tahan yang baik. Pada umumnya kabel baja memiliki ukuran diameter antara 6,4mm dan 52mm. Aplikasi kabel sebagai struktur pendukung umumnya ditempatkan setiap 3m kurang lebih untuk menjaga bentuk struktur.



Gambar 2.3.1 Konstruksi kabel baja
sumber: Butler (2002:355)

B. Pengait (*connector*)

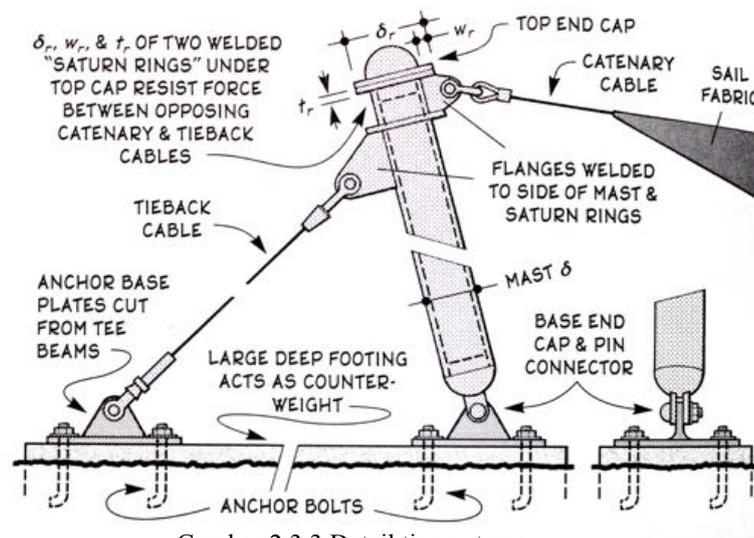
Pengait digunakan untuk menghubungkan membran dengan kabel penopang, penggunaannya pada sisi membran untuk mendapatkan bentuk yang ideal dan mempertahankan bentuk. Berikut jenis dan detail pengait:



Gambar 2.3.2 Jenis dan detail pengait
sumber: Butler (2002:526)

C. Tiang Utama (*mast*)

Penggunaan tiang utama sebagai tumpuan utama struktur untuk menyalurkan gaya secara vertikal. Sebagai tumpuan utama dalam tiang terdapat beberapa pengait untuk kabel yang dikaitkan pada membran. Pada pondasi tiang utama digunakan sistem pin untuk dapat mengatur kemiringan tiang, menyesuaikan dengan bentuk lengkungan membran.

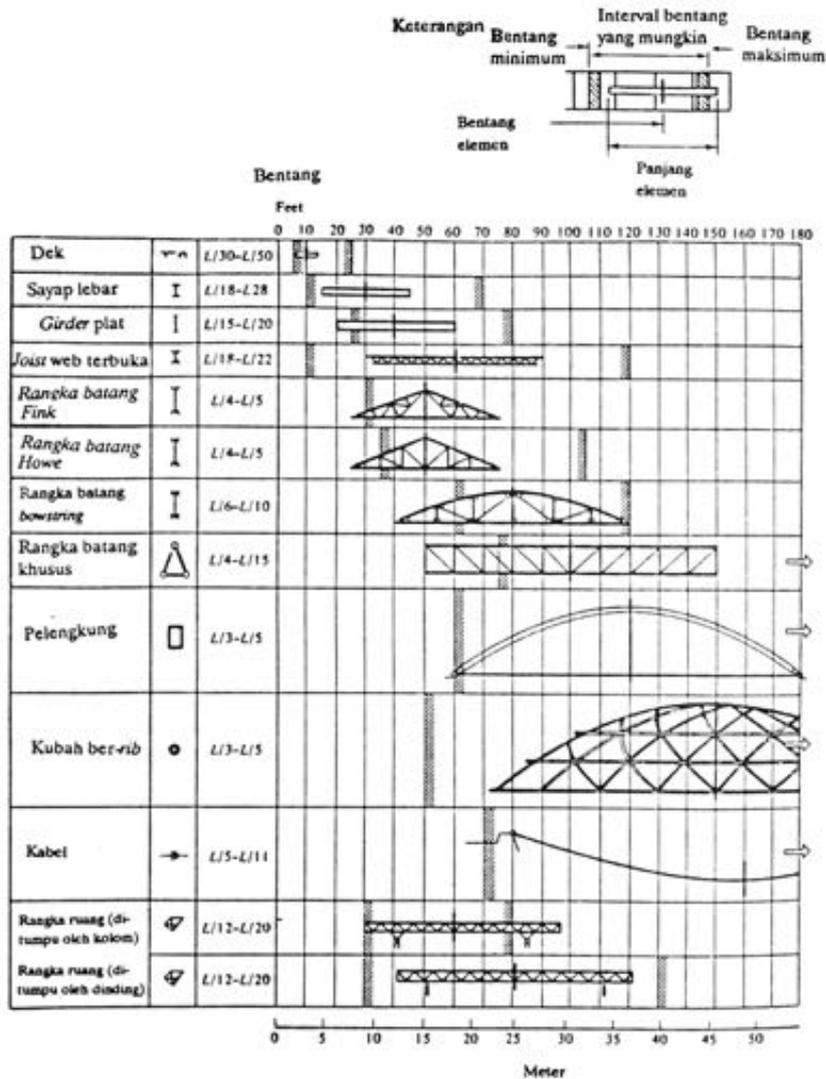


Gambar 2.3.3 Detail tiang utama
sumber: Butler (2002:530)

2.3.4 Ukuran Elemen Struktur

Ukuran elemen struktur bergantung terhadap bentuk, material dan bentang struktur itu sendiri. Dalam (Schodek, 1991:563) menentukan batas perbandingan struktur baja pada umumnya memiliki perbandingan tebal-tinggi antara 1:24 dan 1:9, tergantung faktor

beban dan tinggi kolom bangunan. Sementara untuk jarak bentang struktur kabel sendiri memiliki kemampuan bentang mulai dari 20m sampai lebih dari 100m, dengan pendekatan bentang struktur antara $L/5$ dan $L/11$ dimana L merupakan jarak bentang.



Gambar 2.3.4 Batas bentang struktur baja
sumber: Schodek (1991:562)

2.4 Studi Komparasi

Komparasi bangunan stadion dengan struktur atap membran untuk memberikan perbandingan dan contoh dalam perancangan stadion. Variabel yang dibandingkan berupa prinsip dasar struktur membran, orientasi stadion, kapasitas penonton, sirkulasi penonton dan struktur atap.

2.4.1 National Stadium Narodowy, Warsaw



Gambar 2.4.1 : Stadion Narodowy

Sumber : <http://www.detail-online.com/article/national-stadium-narodowy-in-warsaw-16638/>

Lokasi : Zieleniecka 1 Warsaw, Polandia

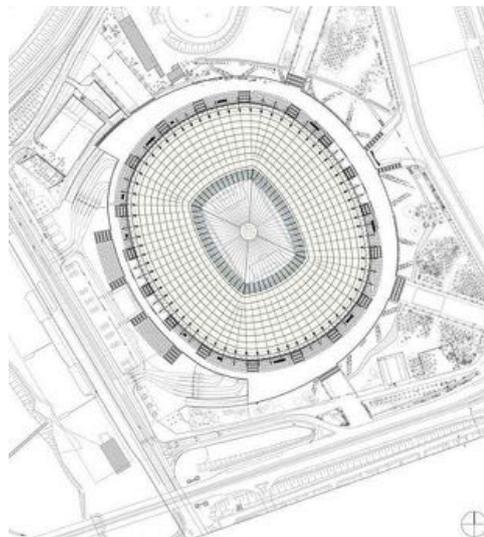
Arsitek : gmp Architects dan JSK Architects

Luas area : 180,000 m²

Kapasitas penonton : 56.826

A. Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan membujur barat laut – tenggara, mengikuti arah lapangan yang ditentukan FIFA. Orientasi seperti ini bertujuan agar pemain tidak terkena pantulan sinar matahari langsung yang dapat mengganggu pandangan pemain. Orientasi bangunan juga menyesuaikan dengan lokasi dan bentuk tapak yang diapit oleh dua jalan utama pada sisi tenggara dan barat daya tapak.



Gambar 2.4.2 : Orientasi bangunan

Sumber : <http://www.e-architect.co.uk/poland/national-stadium-warsaw>

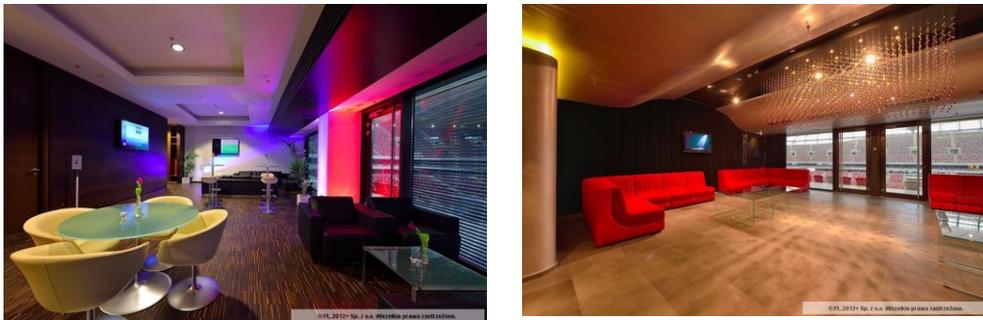
B. Tribun penonton

Kapasitas total penonton adalah 56.826 orang dimana 2.600 kursi sebagai kursi VIP. Jumlah kursi VIP tersebut sekitar 10% dari total kapasitas stadion dengan lokasi area VIP pada tingkat tribun kedua yang juga dilengkapi dengan fasilitas *lounge* dan restoran. Tribun penonton dibagi menjadi tiga tingkat dengan tingkat pertama paling dekat dengan lapangan, tingkat kedua untuk penonton VIP, tingkat ketiga merupakan tribun teratas dan teratas tribun untuk komentator dan media pada area ini.



Gambar 2.4.3: Tribun penonton

Sumber : <http://www.detail-online.com/article/national-stadium-narodowy-in-warsaw-16638/>



Gambar 2.4.4 : *VIP lounge*

Sumber : <http://www.pgenarodowy.pl/miejsce-biznesu>

C. Sirkulasi penonton

Posisi stadion yang terletak lebih tinggi dari area masuk berbentuk podium sehingga akses masuk penonton melalui tangga untuk penonton reguler. Penonton VIP menggunakan akses melalui pintu khusus pada bawah podium melalui *drop off* VIP, sehingga tidak melalui tangga. Untuk akses ke tribun teratas menggunakan tangga dari lantai dasar penonton reguler.



Gambar 2.4.5: Akses ke podium stadion
 Sumber : http://www.fotoblog.gorgolewski.pl/stadion_narodowy.html



Gambar 2.4.6: Akses penonton VIP
 Sumber : <http://www.pgenarodowy.pl/miejsce-biznesu/loze-vip>

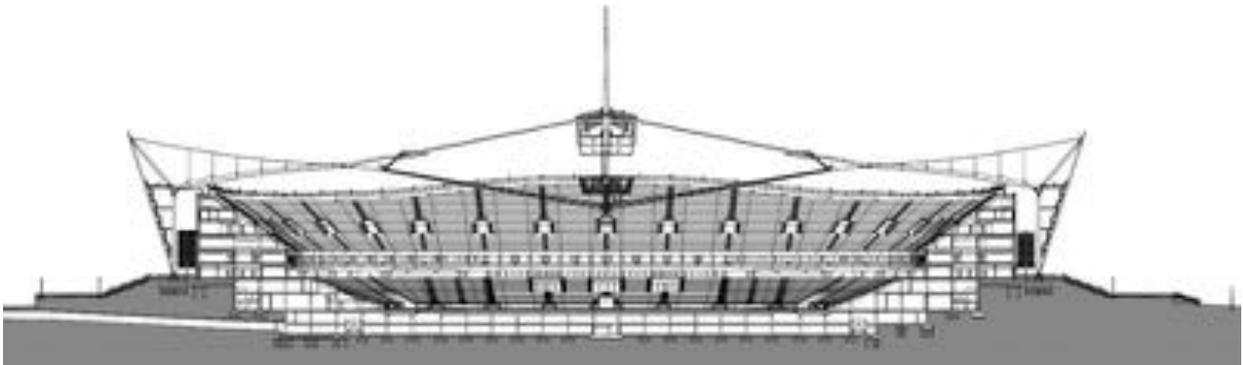
D. Struktur bangunan

Struktur stadion memiliki dua sistem struktur terpisah untuk interior dan eksterior bangunan. Interior yang berupa tribun dan ruang di dalam stadion menggunakan material beton dengan bentuk struktur grid. Eksterior bangunan dari fasad hingga atap menggunakan material baja dengan bentuk struktur *steel truss* dengan prinsip menyerupai roda jeruji yang melingkari stadion. Fasad bangunan menggunakan *anodized metal* yang berbentuk kisi – kisi dengan warna bendera polandia.



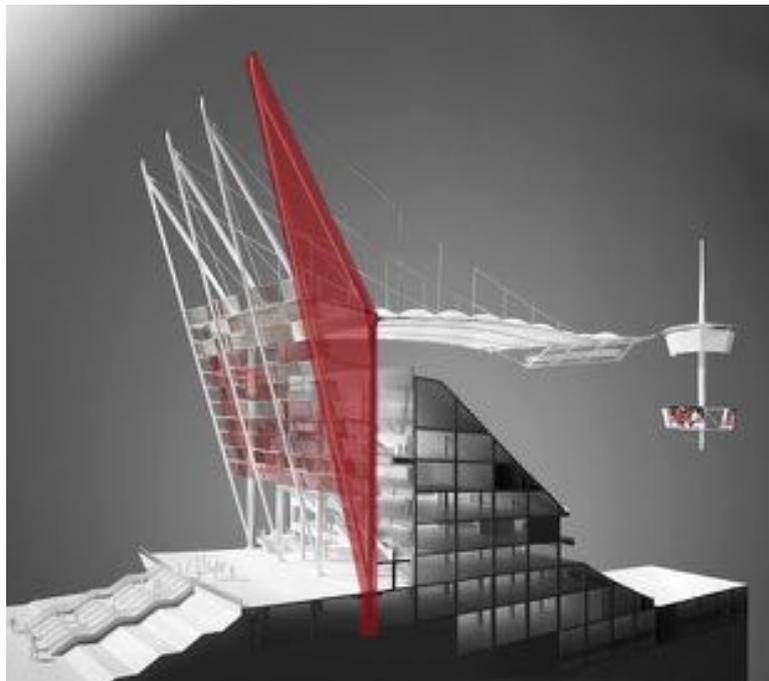
Gambar 2.4.7: Fasad bangunan
 Sumber : <http://www.e-architect.co.uk/poland/national-stadium-warsaw>

Atap stadion memiliki bentang 71 m dan 72 m dari sudut ke tengah lapangan yang dihubungkan melalui pos baja berfungsi sebagai penyeimbang juga motor untuk mekanisme penutup atap. *Post* pada tengah lapangan disangga oleh 60 dengan kabel baja dengan diameter 55 mm dan 60 mm yang dikaitkan pada *upper tension ring* yang membentuk mekanisme penutup atap. Pada bagian bawah *post* terdapat layar skor yang diseimbangkan oleh 12 kabel baja dengan diameter 145 mm yang dikaitkan di empat titik sudut pada *lower tension ring*. Berat total kabel baja untuk struktur atap stadion sebesar 1.200 ton. Kolom untuk menahan atap bangunan berjumlah 72 dengan tinggi 12.5 m dan berat 48 ton. Pada keliling atap terdapat atap berbahan kaca dengan lebar 8 m berfungsi untuk membantu visibilitas pada lapangan.



Gambar 2.4.8 : Potongan bangunan

Sumber : <http://www.detail-online.com/article/national-stadium-narodowy-in-warsaw-16638/>



Gambar 2.4.9 : Sistem struktur atap

Sumber : http://www.sztuka-architektury.pl/index.php?ID_PAGE=34658&tpg=10

Material penutup atap yang digunakan berupa PTFE membran dengan ketahanan terhadap cuaca berupa hujan, panas matahari dan salju. Bentuk lengkung pada membran didapat dengan menggunakan purlin untuk membagi modul bentuk membran. arah gelombang pada permukaan membran memberikan bentuk gelombang yang menstabilkan permukaan membran. penggunaan purlin juga menghindari permukaan datar pada membran yang besar. Tumpuan membran menggunakan kabel pada setiap sudut modul membran, dikaitkan pada struktur rangka dan kabel atap.

Purlin membentuk gelombang dengan arah keatas pada membran dengan menyamping.

Arah gelombang berlawanan ke arah memanjang memberikan gaya menstabilkan membran.



Gambar 2.4.10 : Arah gaya pada membran

Sumber : <http://www.fakt.pl/sport/pilka-nozna/tyl-sponsorzy-placa-za-nazwy-stadionow-i-hal-w-polsce/31fjrd4>

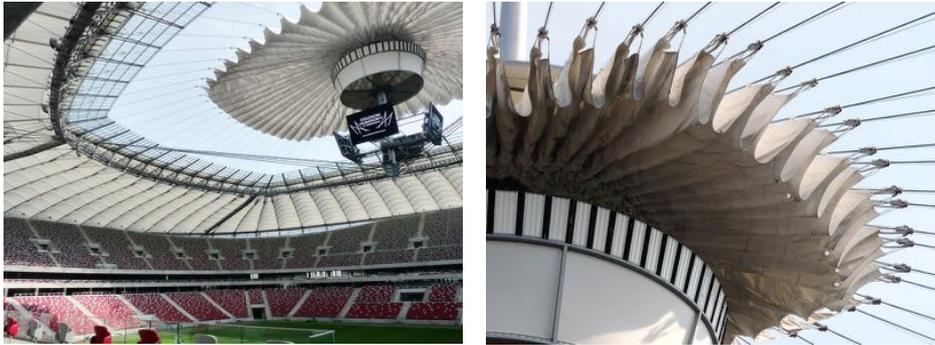
Membran dikaitkan pada tumpuan kabel memanjang dengan tumpuan utama pada struktur steel truss.



Gambar 2.4.11 : Modul membran

Sumber <https://www.pgenarodowy.pl/aktualnosci/1255,rozpoczal-sie-montaz-membrany-dachowej>

Mekanisme untuk menutup atap membutuhkan waktu 20 menit untuk pengoperasiannya dibutuhkan suhu diatas 5⁰C dan tidak hujan. Material penutup atap yang digunakan berupa PTFE membran dengan ketahanan terhadap cuaca berupa hujan, panas matahari dan salju dengan tebal 18 cm. Penggunaan membran juga membantu pencahayaan pada tribun dengan transparansi material ini.



Gambar 2.4.12 : Proses menutup atap

Sumber : <http://www.detail-online.com/article/national-stadium-narodowy-in-warsaw-16638/>

2.4.2 Stadion Aji Imbut



Gambar 2.4.13: Stadion Aji Imbut

Sumber : <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1391416>

Lokasi : Tenggarong, Kalimantan Timur, Indonesia

Arsitek : PT. ARC Studio

Luas area : 32,000 m²

Kapasitas penonton : 25.000

A. Orientasi Bangunan

Stadion dengan tipe *olympic* ini memiliki orientasi bangunan membujur utara – selatan. Stadion ini berada pada kompleks Gelora Olahraga (GOR) Aji Imbut dengan fasilitas olahraga lainnya seperti velodrome, gedung beladiri, arena berkuda, stadion panahan dan arena sepeda BMX.

B. Tribun Penonton

Tribun penonton terdapat pada sisi timur dan barat dengan dua tingkat tribun. Pada tribun barat terdapat area VIP dan media juga kantor yang dapat digunakan untuk media dan pengurus stadion. Pada sisi tribun ini juga terdapat *lounge* untuk tamu VIP. Tribun sisi timur memiliki area untuk penonton disabilitas.



Gambar 2.4.14: Tribun Stadion Aji Imbut

Sumber : http://www.indoplaces.com/mod.php?mod=indonesia&op=view_region®id=83

C. Sirkulasi Penonton

Tribun barat memiliki akses untuk penonton VIP dan juga media melalui pintu utama. Tribun timur memiliki akses untuk penonton disabilitas dengan menggunakan dua ramp pada tribun timur. Tangga satu arah digunakan sebagai akses penonton ke dalam stadium sesuai dengan lantai tribun penonton.

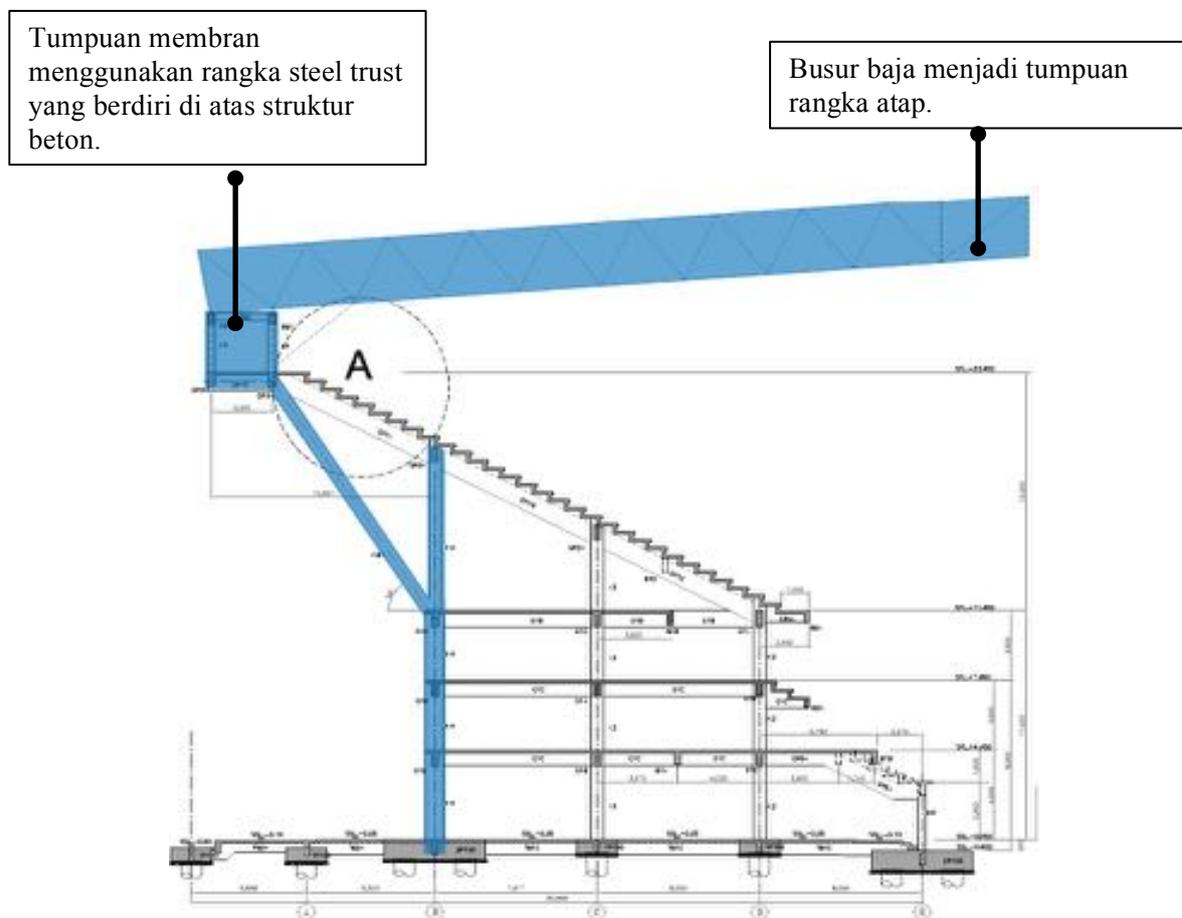


Gambar 2.4.15 : Pintu masuk utama

Sumber : <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1391416>

D. Struktur Bangunan

Struktur atap bangunan stadion merupakan jenis struktur *steel frame* dengan pelapis atap membran. Bentuk struktur melengkung dari sisi utara – selatan yang dihubungkan oleh *shoring* untuk menjaga bentuk lengkung ini. Elemen struktur ini terdiri dari busur lengkung yang memiliki panjang 232,9 m dan ketinggian pada titik tengah busur 37,9 m. Terdapat 30 rafter dengan struktur kantilever pada busur. Fungsi rafter adalah menyalurkan beban atap ke kolom beton bangunan. Terdapat 4 purlin pada rafter yang membentuk lengkungan pada atap membran. Total berat struktur baja pada atap sebesar 430 ton dengan area permukaan yang ditutupi membran seluas 6300 m².



Gambar 2.4.15 : Struktur atap stadion Aji Imbut
Sumber : Konstruksi Atap Stadion Madya Tenggarong



Gambar 2.4.16 : Busur struktur atap stadion
 Sumber : <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1391416>

Material membran yang digunakan berjenis PVC dengan pelapis PVDF. Ketebalan membran adalah 0,78 mm dengan pelapis 100% PVDF menghasilkan tingkat transparansi sebesar 15%. Pelapisan PVDF pada membran PVC merupakan metode untuk menjaga kekuatan dan pemeliharaan membran. Permukaan datar pada membran dihindari menggunakan struktur busur melengkung membentuk tumpuan rangka atap dan pembagian modul membran menggunakan purlin untuk membentuk gelombang pada membran.

2.4.3 Moses Mabhida Stadium



Gambar 2.4.17 : Stadion Moses Mabhida
 Sumber : <http://www.designboom.com/architecture/moses-mabhida-stadium-south-africa-world-cup-2010>

Lokasi : Durban, Afrika Selatan

Arsitek : gmp Architects

Kapasitas penonton : 62.720

A. Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan membujur timur laut – barat daya dan terletak dekat dengan laut. Orientasi bangunan mengikuti arah utama utara – selatan untuk mendapatkan pencahayaan yang ideal untuk aktivitas olahraga. Lokasi tapak sendiri juga berada pada area kompleks olahraga Kings Park Sporting Precinct, dengan stadion rugby terletak bersebelahan dengan stadion.



Gambar 2.4.18 : Orientasi Stadion

Sumber : <http://www.designboom.com/architecture/moses-mabhida-stadium-south-africa-world-cup-2010>

B. Tribun Penonton

Tribun penonton terdapat tiga tingkat dengan kapasitas 62.720 pada FIFA World Cup 2010, dengan tingkat ketiga sebagai tribun sementara sehingga kapasitas dapat diturunkan menjadi 54.000. Stadion terdapat 120 ruang VIP dengan kapasitas 7.500 tamu.



Gambar 2.4.19 : Tribun penonton

Sumber : <http://www.designboom.com/architecture/moses-mabhida-stadium-south-africa-world-cup-2010>

C. Sirkulasi Penonton

Untuk memasuki area stadion terdapat platform pada perimeter stadion untuk akses ke tribun bagian atas dan melalui tangga untuk tribun bagian atas. Terdapat 25 bagian sektor pada stadion untuk pembagian sirkulasi penonton.

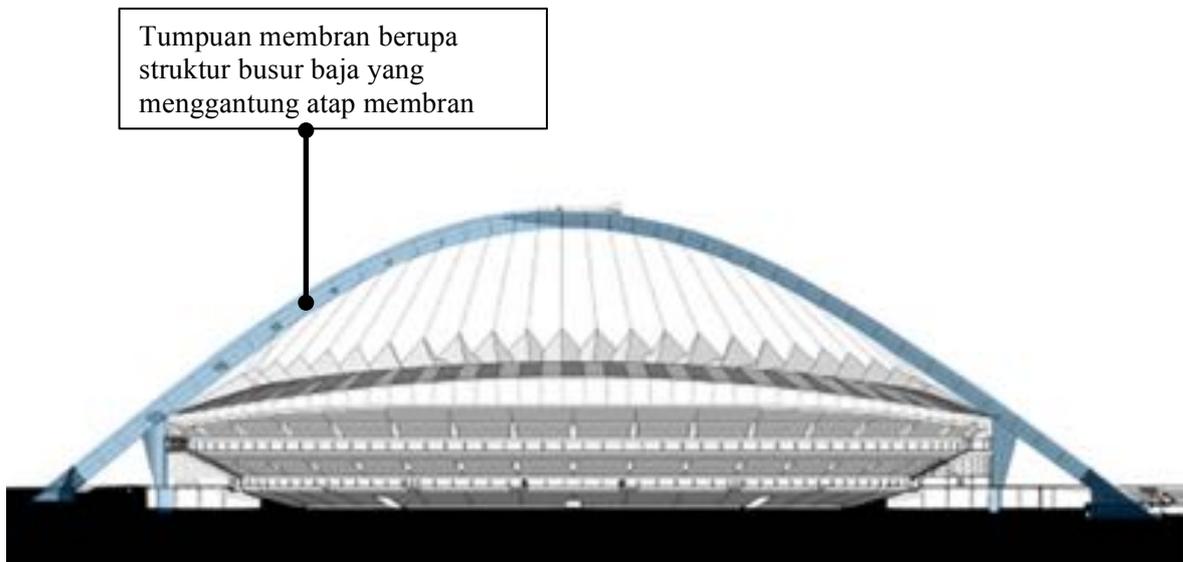


Gambar 2.4.20 : Platform dan akses masuk penonton

Sumber : <https://www.dezeen.com/2010/06/04/moses-mabhida-stadium-by-gmp-architekten/>

D. Struktur Bangunan

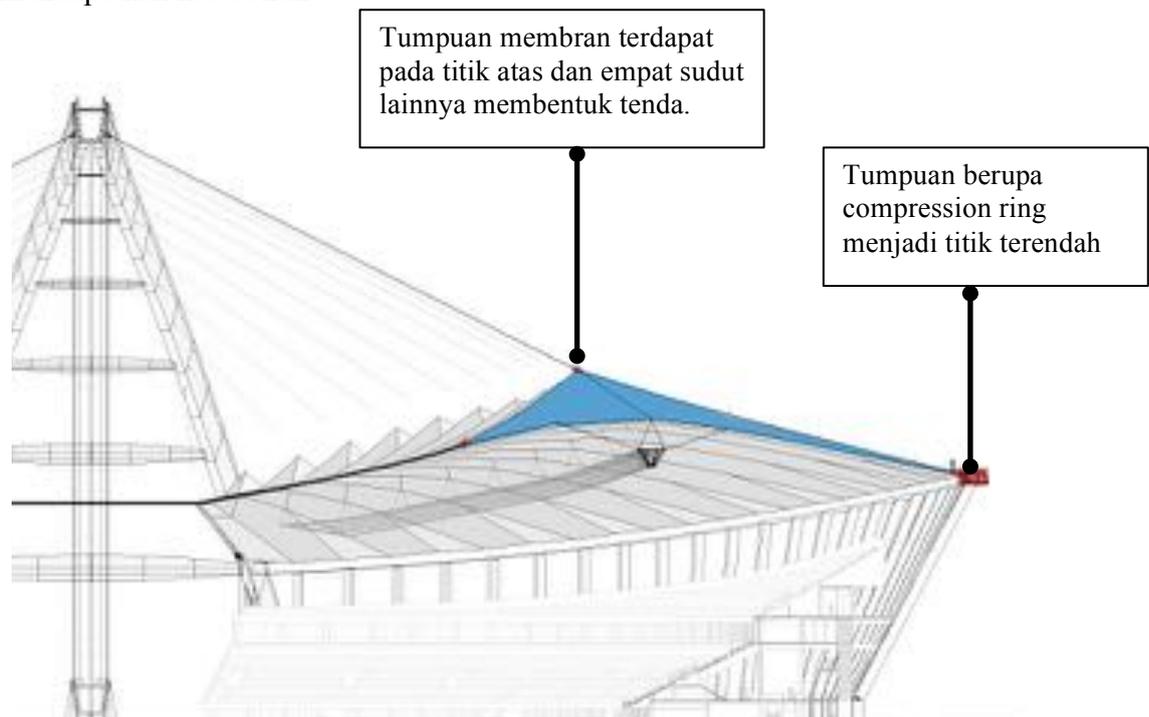
Struktur bangunan paling dominan terlihat dari kolom berbentuk busur dengan dimensi panjang 350 m dan tinggi 105 m sepanjang stadion. Struktur dengan ukuran 5 x 5 m baja hollow memiliki berat 2.600 ton. Busur ini menahan beban struktur atap menggunakan kabel baja dengan dimensi 95mm. terdapat *compression ring* dengan material baja pada sekeliling tribun stadion untuk membentuk lengkungan atap membran yang disangga menggunakan kabel baja.



Gambar 2.4.21 : Potongan Stadion

Sumber : <https://www.dezeen.com/2010/06/04/moses-mabhida-stadium-by-gmp-architekten/>

Material membran yang digunakan berupa PTFE dengan tingkat transparansi 50% memberikan efek bangunan yang tembus cahaya pada malam hari. Membran dengan luas area 46.000m² menutupi 88% tribun stadion. Bentuk membran merupakan tenda dengan titik tumpuan dibagian atas menggantung ke struktur busur dan keliling membran dengan compression ring. Gaya yang terjadi pada membran membentuk kestabilan dengan tumpuan pada titik yang tinggi sehingga menghindari bidang datar pada permukaan membran. Gaya tarik pada membran diakibatkan arah gaya dari titik yang tinggi ke rendah untuk mendapatkan kestabilan.



Gambar 2.4.22 : Tumpuan membran

Sumber : <http://arqa.com/english-es/architecture-es/moses-mabhida-stadium-in-durban-south-africa.html>



Gambar 2.4.23 : Arah gaya pada membran

Sumber : <http://arqa.com/english-es/architecture-es/moses-mabhida-stadium-in-durban-south-africa.html>

2.4.4 Kesimpulan Studi Komparasi

Data dari objek komparasi didapatkan ketiga objek memiliki orientasi bangunan yang mengacu pada ketentuan FIFA dengan penyesuaian pada setiap lokasi. Skala bangunan dengan kapasitas berbeda pada Stadion Narodowy dan Moses Mabhida Stadium merupakan stadion nasional sehingga kapasitas dan fasilitas bangunan menyesuaikan dengan standar penyelenggaraan piala dunia. Stadion Aji Imbut merupakan stadion milik pemerintah daerah yang digunakan untuk kejuaraan nasional dan markas tim.

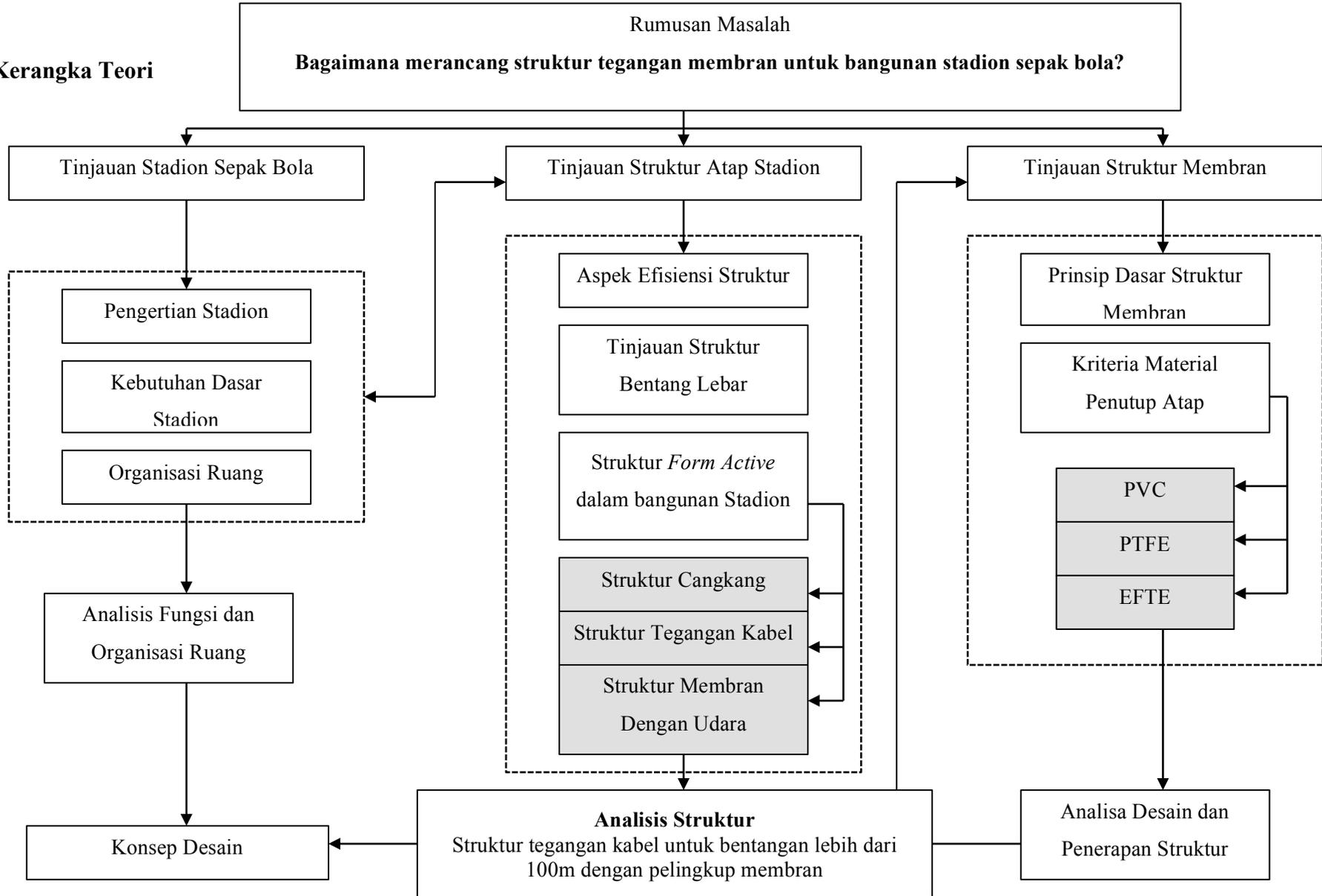
Ketiga stadion memiliki sistem struktur yang berbeda dengan menggunakan penutup atap membran, Stadion Aji Imbut menggunakan rangka baja yang membutuhkan penyangga pada bagian dalam kekurangan dari sistem ini adalah berat dan bentang struktur yang tidak sebesar sistem kabel. Kedua stadion lainnya menggunakan struktur kabel dengan tipe berbeda pada Narodowy Stadion menggunakan *Flat Rotational System* dengan tumpuan utama pada struktur baja mengitari stadion, sehingga skala bangunan tidak terlalu besar. Pada Moses Mabhida Stadium menggunakan sistem struktur *Arch Type Membrane* dengan tumpuan atap pada busur baja yang melintasi tengah bangunan sebagai struktur untuk mengaitkan atap membran, penggunaan busur baja ini sangat besar yang memberikan kesan bangunan yang besar.

Kesimpulan didapat dari studi komparasi yaitu aplikasi struktur pada rancangan stadion dengan atap membran dapat menggunakan struktur kabel untuk efektifitas struktur bentang lebar dan menggunakan tipe *Flat Rotational System* untuk menjaga skala bangunan agar tidak terlalu besar. Untuk membran pada atap untuk menjaga kestabilan dapat menggunakan modul pada membran dengan membentuk gelombang untuk menghindari permukaan datar yang besar.

	Narodowy Stadion	Stadion Aji Imbut	Moses Mabhida Stadium
Orientasi	barat laut – tenggara	utara – selatan	timur laut – barat daya
Kapasitas	56.826	25.000	54.000
Sisttem Struktur	Kabel Flat Rotational System	Steel Frame	Kabel Arch Type membrane
Gaya pada membran	tarik berlawanan	tarik berlawanan	tarik berlawanan
Permukaan Membran	Gelombang	Gelombang	Tenda menggantung
Bentuk Membran	Modul permukaan gelombang	Modul permukaan gelombang	Tenda
Tumpuan membran	Kabel pada sudut membran	Kabel pada sudut membran ke struktur atap	Kabel pada titik atas dan sudut
Tumpuan Utama	Struktur baja Steel trust	Busur baja dan struktur beton	Busur baja dan ring baja

Tabel 2.4.1 : Tabulasi Studi Komparasi

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.5.1 Kerangka Teori

BAB III

METODE PERANCANGAN

3.1 Metode Umum

Perancangan stadion sepak bola dengan menerapkan struktur tegangan membran sebagai pelingkup bangunan untuk memberikan kenyamanan visual dan termal pada dalam bangunan serta memberikan kesan visual akan bangunan bentang lebar pada bagian luar bangunan. Dalam proses perancangan ini pertama dilakukan pengumpulan data yang membantu objek rancangan, kompilasi data untuk menghasilkan sintesa yang berupa konsep pra rancang yang diterapkan rancangan untuk menghasilkan pembahasan hasil desain.

Metode yang digunakan meliputi:

- a. Metode deskriptif-analitik digunakan untuk menjelaskan perkembangan penduduk dan ekonomi pada Kabupaten Tangerang serta isu terhadap kebutuhan akan fasilitas olahraga pada hal ini berupa stadion sepak bola. Selanjutnya fungsi stadion sepak bola sebagai fasilitas publik yang dapat menjadi ruang terbuka untuk mewadahi aktifitas masyarakat. Sedang terkait akan identitas bangunan stadion dengan bagian atap yang menjadi pelingkup bangunan menjadi perhatian lebih pada perancangan ini.
- b. Metode analitik digunakan dalam menganalisa kebutuhan akan hal – hal yang berkaitan dalam perancangan yaitu, teori terkait stadion sepak bola, prinsip dan standar dalam menunjang perancangan. Serta tinjauan teori dan contoh yang berkaitan dengan penggunaan material membran sebagai pelingkup atap bangunan. Juga terhadap jenis struktur yang dapat diterapkan berada dalam kategori *form active* untuk menyesuaikan terhadap kepraktisan dan efisiensi struktur untuk bangunan bentang lebar.
- c. Pada proses perancangan dilakukan sintesa terhadap hasil analisis yang didapat melalui dua proses yaitu pemrograman terhadap objek rancangan yang dihasilkan melalui kompilasi dari data primer dan sekunder. Selanjutnya pada tahap perancangan untuk mengeksplorasi desain dilakukan metode pragmatik untuk membentuk rancangan yang ideal sesuai standar yang digunakan.
- d. Pembahasan hasil dan evaluasi dilakukan terhadap objek rancangan sesuai dengan rumusan dan masalah yang telah ditetapkan diawal perancangan. Hasil evaluasi dijelaskan secara deskriptif untuk menjelaskan hasil rancangan dengan kesesuaian

- e. Konsep desain, analisa dan penerapan material membran pada atap bangunan. Untuk menghasilkan gambar rancangan berupa denah, tampak dan potongan bangunan digunakan software AutoCAD. Untuk membantu pada tahap eksplorasi desain menggunakan software Sketchup serta modeling untuk menggambarkan hasil rancangan dengan penerapan atap membran dan struktur atap objek rancangan serta kesesuaian terhadap konsep dan standar bangunan yang ditentukan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi terkait dengan perancangan dan penerapan struktur atap membran pada bangunan stadion. Terdapat dua cara pengumpulan data antara lain:

3.2.1 Data Primer

Data yang diperoleh secara langsung untuk mendukung studi. Dapat dilakukan melalui survey lapangan, wawancara langsung untuk mengetahui kondisi eksisting tapak dan lingkungan sekitar termasuk kondisi geografi, iklim dan penduduk yang didapat melalui:

A. Survey lapangan

Pengamatan tapak dilakukan secara langsung untuk mengetahui lingkungan tapak dan lingkungan sekitarnya. Pengamatan yang dilakukan berupa pengamatan kondisi tapak eksisting lingkungan alam dan buatan, aktivitas sekitar tapak, potensi pengembangan dan permasalahan sekitar tapak. Serta dokumentasi untuk melengkapi data kondisi lingkungan eksisting tapak.

B. Wawancara

Wawancara dilakukan sebagai cara untuk mendapatkan informasi terkait dengan rencana pembangunan kawasan. Wawancara dilakukan terhadap pihak yang memiliki kebijakan yang berhubungan dengan pengembangan dan perencanaan wilayah yaitu Dinas Tata Kota dan Dinas Pemuda dan Olahraga.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung dalam perancangan yang berupa referensi dan teori yang berkaitan dengan tujuan studi. Data sekunder didapat melalui studi literatur

perancangan sebelumnya, jurnal ilmiah, serta literatur yang berupa buku referensi yang dipublikasikan secara umum.

A. Studi Literatur

Literatur digunakan bertujuan untuk mendukung studi mengenai aplikasi struktur membran pada bangunan stadion. Teori yang digunakan berasal dari sumber yang valid dan dapat dipertanggung jawabkan. Teori berkaitan dengan standar kebutuhan stadion sebagai objek rancangan dan sistem struktur bentang lebar dengan kategori *form active* untuk memenuhi kriteria struktur atap stadion.

B. Studi Komparasi

Komparasi bangunan stadion bertujuan untuk membandingkan dan contoh bangunan stadion yang menggunakan atap membran. kriterian bangunan berupa jenis struktur, material membran, kapasitas dan kebutuhan dasar stadion.

3.3 Metode Pengolahan Data

Data yang didapat digunakan sebagai dasar untuk proses perancangan, selanjutnya diolah untuk menghasilkan program untuk perancangan. Analisa data dilakukan untuk menentukan program ruang yang dibutuhkan bangunan, tipe struktur yang digunakan agar sesuai dengan prinsip struktur bentang lebar pada stadion. Proses analisa dan sintesa ini akan mendapatkan hasil perancangan berupa kriteria dan konsep.

3.3.1 Analisa

Analisa yang dilakukan dibagi menjadi beberapa proses berdasarkan kriteria berupa analisa kawasan untuk mengetahui aspek sekitar kawasan perancangan yang akan berpengaruh ke proses perancangan. Analisis kebutuhan standar stadion yang direkomendasikan oleh FIFA untuk menghasilkan program ruang. Analisis jenis struktur bentang lebar pada stadion dan material membran penutup atap.

a. Analisa Tapak dan Lingkungan

Data mengenai kondisi lingkungan sekitar tapak, iklim pada kawasan, akses transportasi pada kawasan ke area tapak dan potensi pengembangan sekitar tapak yang dapat menjadi dasar pemrograman tapak. Juga utilitas sekitar tapak dan fasilitas publik yang ada sekitar tapak.

b. Analisa Bangunan Stadion

Data mengenai kebutuhan stadion sepak bola sesuai dengan kriteria yang dikeluarkan oleh FIFA. Sehingga kebutuhan ruang dan aktifitas pengguna dapat terpenuhi sesuai

dengan kebutuhan stadion internasional. Aspek besaran dan organisasi ruang juga berpengaruh hasil analisa tapak agar sesuai dengan ketentuan lokasi dan orientasi stadion.

c. Analisa Struktur Bentang Lebar

Pengelompokan dan tipe struktur bentang lebar dengan kategori *form active* untuk aplikasi pada bangunan stadion. Utilitas pada bangunan stadion untuk memenuhi kebutuhan disesuaikan dengan kapasitas stadion.

d. Analisa Penutup Atap Stadion

Material membran dengan kemampuan meneruskan cahaya haruslah sesuai dengan kriteria atap stadion. Terhadap faktor daya tahan, kelenturan dan kebakaran haruslah menjadi pertimbangan dasar pemilihan material.

3.3.2 Sintesa

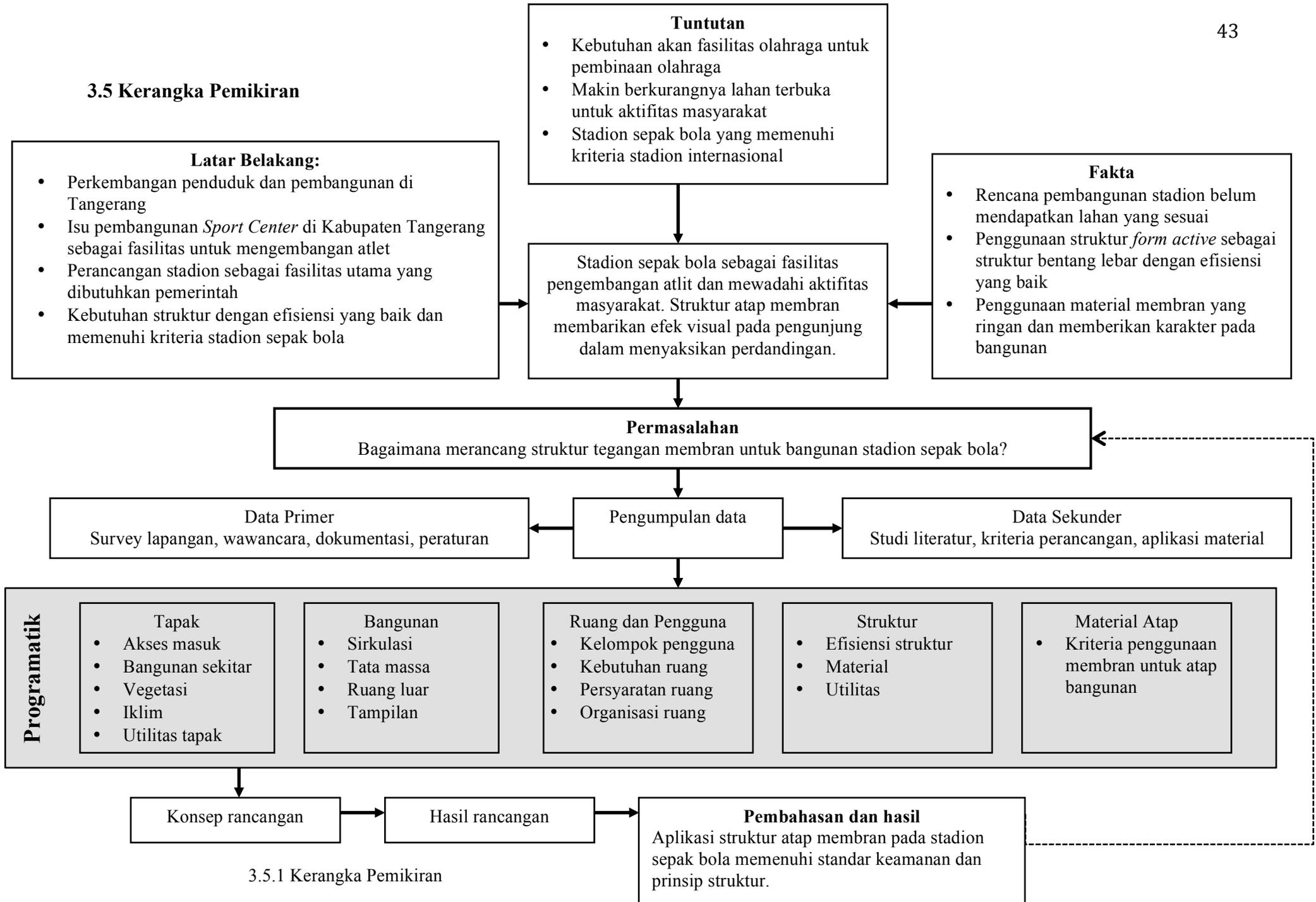
Sintesa merupakan kesimpulan dari analisa untuk mendapatkan konsep pra rancang. Pedoman dari sintesa ini menjadi landasan perancangan agar sesuai dengan hasil yang diharapkan. Konsep yang dihasilkan meliputi lingkungan bangunan, tata massa, aktifitas pengguna dan konsep struktur bentang lebar.

Hasil dari konsep diterapkan pada gambar rancangan bangunan dan pengembangannya. Gambar yang dihasilkan berupa gambar skematik rancangan, gambar kerja. Dalam tahap perancangan akan dilakukan evaluasi terhadap hasil untuk mendapatkan hasil yang diharapkan.

3.4 Metode Perancangan

Metode perancangan adalah proses menerapkan hasil analisa kedalam proses perancangan sesuai dengan kriteria yang ditentukan dalam perancangan stadion sepak bola. Metode yang digunakan untuk menentukan rancangan agar sesuai dengan kriteria menggunakan metode pragmatik dalam menentukan program bangunan yang sesuai juga perancangan strukturnya, menggunakan cara *trial and error* agar sesuai dengan hasil yang diharapkan. Metode ini digunakan untuk mendapatkan rancangan struktur atap membran dalam aplikasi pada stadion sepak bola sesuai prinsip strukturnya.

3.5 Kerangka Pemikiran



3.5.1 Kerangka Pemikiran

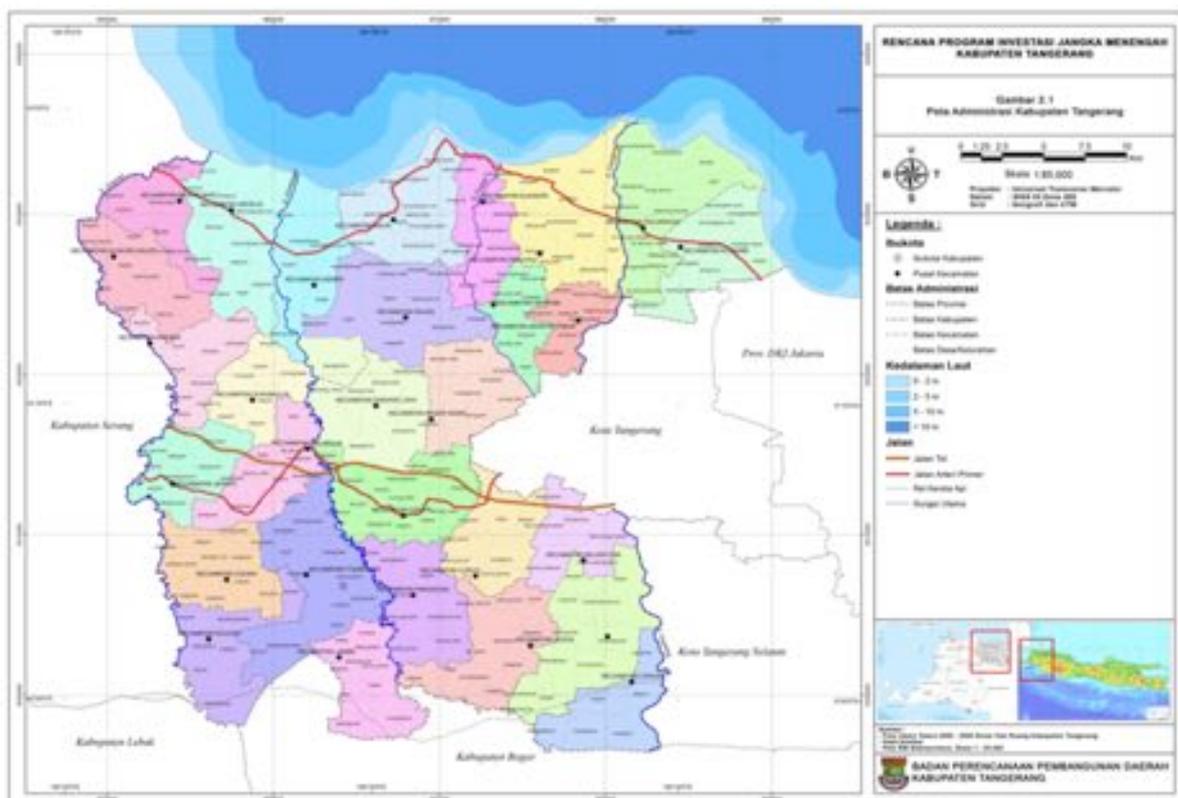
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Kabupaten Tangerang

4.1.1 Kondisi Geografis

Kabupaten Tangerang berada dibagian timur Provinsi Banten pada koordinat 106°20'-106°43' Bujur Timur dan 6°00'-6°00-6°20' Lintang Selatan. Luas Wilayah Kabupaten Tangerang 959,61 km², ditambah kawasan reklamasi pantai dengan luas ± 9.000 hektar, dengan garis pantai sepanjang ± 51 kilometer dengan batas-batas wilayah sebagai berikut :

- a. SebelahUtara : Berbatasan dengan Laut Jawa
- b. SebelahTimur : Berbatasan dengan DKI Jakarta dan Kota Tangerang
- c. Sebelah Selatan : Berbatasan dengan Kabupaten Bogor dan Kota Depok
- d. Sebelah Barat : Berbatasan dengan Kabupaten Serang dan Lebak



Gambar 4.1.1 Kabupaten Tangerang

Sebagian besar wilayah Kabupaten Tangerang merupakan dataran rendah, dimana sebagian besar wilayah Kabupaten Tangerang memiliki topografi yang relatif datar dengan kemiringan tanah rata-rata 0 - 3% dan ketinggian tanah antara 0 - 50 meter di atas permukaan laut. Pada Kecamatan Pagedangan ketinggian tanah mencapai lebih dari 25 meter diatas permukaan laut.

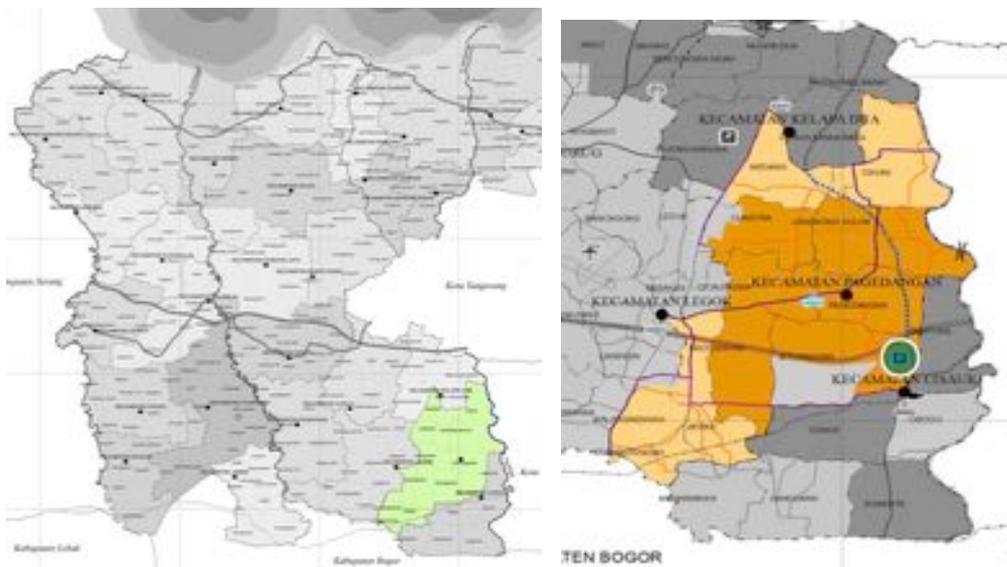
4.1.2 Kondisi Iklim

Berdasarkan data Badan Meteorologi Geofisika Stasiun Geofisika Klas I Tangerang pada tahun 2015 temperatur udara berada pada suhu $23,6^{\circ}\text{C} - 34,4^{\circ}\text{C}$, suhu maksimum terjadi pada bulan Oktober dan suhu minimum pada bulan Februari. Suhu rata-rata di Kabupaten Tangerang pada tahun 2015 yaitu $27,9^{\circ}\text{C}$.

Keadaan curah hujan tertinggi pada tahun 2015 terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 329 mm, dan curah hujan terendah pada bulan Juli dimana tidak terjadi hujan pada bulan tersebut. Pada tahun 2015 siklus musim hujan terjadi mulai awal tahun sampai dengan bulan Juni, dengan rata-rata curah hujan tahun 2015 yaitu sebesar 174,5 mm. Tingkat kelembaban udara tertinggi sebesar 86% pada bulan Februari, dan terendah sebesar 69% pada bulan September dan Oktober.

4.2 Tinjauan Tapak

Tapak berada pada Kecamatan Pagedangan yang berbatasan langsung dengan Kota Tangerang Selatan. Peruntukan fungsi pada kawasan ini merupakan area pemukiman, yang banyak dimiliki oleh pengembang swasta. Kondisi lingkungan sekitar tapak didominasi oleh pemukiman kepadatan tinggi yang merupakan perumahan milik pengembang, sedang Jalan BSD Raya Utama merupakan jenis Jalan Kolektor Primer.



Gambar 4.2.1 Kecamatan Pagedangan

Tapak merupakan tanah milik pemerintah daerah yang difungsikan sebagai sirkuit *off-road* dengan kondisi tapak yang berkontur. Mengacu pada Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Tangerang 2011 – 2031, lokasi tapak diperuntukan sebagai pusat olahraga berupa stadion sepak bola sebagai sarana kegiatan masyarakat.

4.2.1 Regulasi Tapak

Mengacu pada Peraturan Daerah Kabupaten Tangerang Nomor 9 dan 12 mengenai garis sepadan dan rencana tapak menetapkan GSB sebesar 32 meter dari jalan pada jenis jalan kolektor primer dan GSB sebesar 15 meter dari menara SUTET. Sedangkan untuk peraturan intensitas bangunan ditetapkan KDB sebesar 40% bagi bangunan gedung olahraga dan KLB sebesar 100%.

4.2.2 Batas dan Ukuran Tapak

Lokasi tapak berada di koridor Jalan BSD Raya Utama, Kecamatan Pagedangan dengan luas tapak 223.412,09 m² atau 22,34 Ha. Kondisi tapak memiliki kontur dengan kemiringan 3%, perbedaan ketinggian antara titik terendah dan tertinggi sebesar 9 m. Tapak merupakan lahan kosong yang digunakan untuk aktifitas *off-road*, dengan permukaan tanah merah. Tapak berbatasan dengan Jalan pada sisi timur dan selatan sedang pada bagian utara dan barat merupakan lahan kosong, terdapat menara SUTET pada sisi barat tapak.



Gambar 4.2.2 Ukuran Tapak



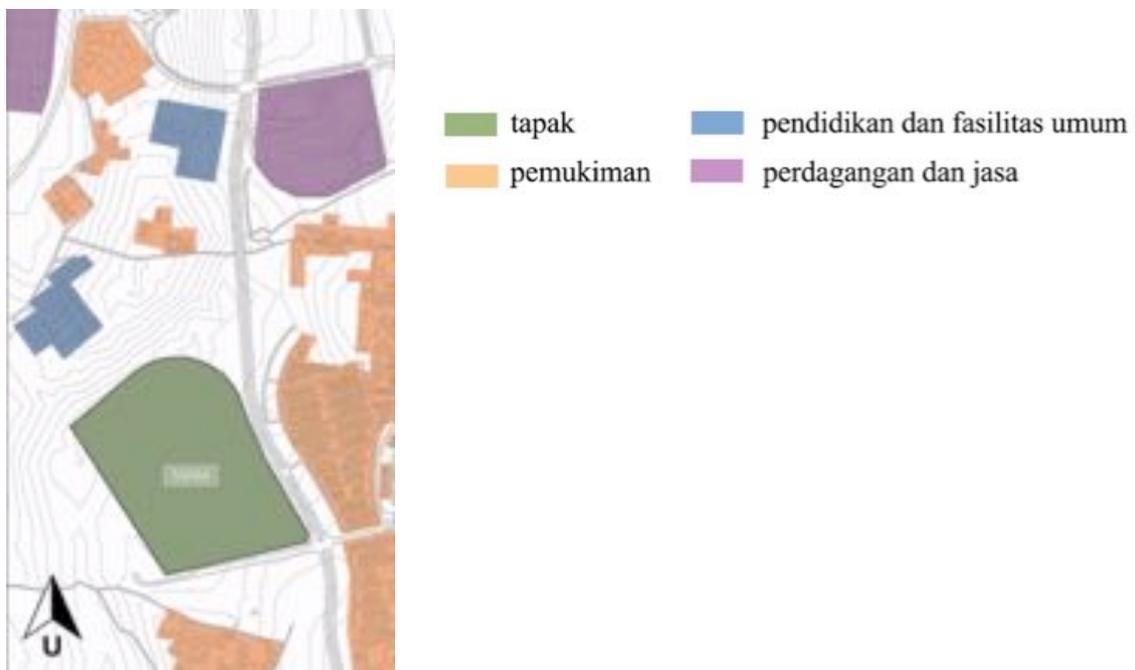
Gambar 4.2.3 Eksisting Tapak



Gambar 4.2.4 Batas Tapak

4.2.3 Lingkungan Tapak

Lingkungan sekitar tapak merupakan area pemukiman dengan kepadatan tinggi. Terdapat beberapa bangunan yang berfungsi sebagai fasilitas pendukung pada area pemukiman diantaranya pusat perbelanjaan dan fasilitas pendidikan. Beberapa bangunan tersebut juga menjadi landmark pada kawasan ini.



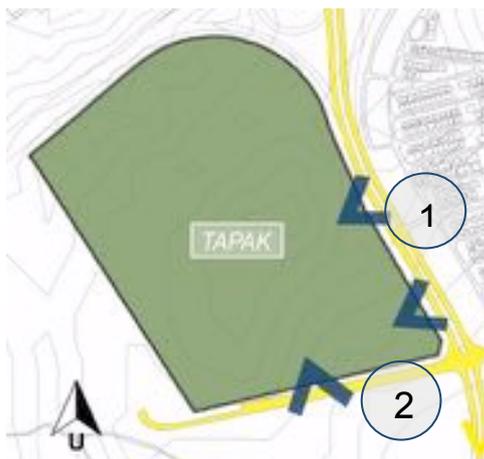
Gambar 4.2.5 Lingkungan Tapak



Gambar 4.2.6 Massa Bangunan Sekitar Tapak

4.2.4 Pencapaian

Akses utama ke tapak dapat melalui Jalan BSD Raya Utama yang merupakan jalan kolektor primer menghubungkan ke Kota Tangerang. Sedangkan akses sekunder padat menggunakan koridor jalan pada sisi selatan tapak. Terdapat rencana Jalan Tol Serpong – Balaraja yang akan berbatasan pada tapak di sisi utara, dengan pintu masuk tol dekat dengan tapak. Hal ini dapat mempermudah akses ke tapak dari luar kota dan juga bandara Internasional Soekarno Hatta.



Gambar 4.2.7 Akses Tapak

Keterangan :

1. Akses masuk utama
2. Akses masuk sekunder



Gambar 4.2.8 Pencapaian Tapak

Keterangan :

1. Jalan BSD Raya Utama
2. Rencana Jalan Tol Serpong - Balaraja
3. Ke perumahan The Icon
4. Arah Kecamatan Cisauk
5. Arah Kota Tangerang

4.3 Analisa Programatik

4.3.1 Analisa Fungsi Bangunan

Fungsi utama dari bangunan stadion sepak bola dikhususkan sebagai tempat pertandingan dan latihan olahraga sepak bola. Untuk mendukung fungsi utama tersebut dibutuhkan elemen penunjang agar memenuhi ketentuan stadion yang ditetapkan oleh AFC dan FIFA untuk dapat menyelenggarakan pertandingan internasional. Berdasarkan hal tersebut maka fungsi bangunan dikelompokkan, seperti berikut:

1. Fungsi Primer
 - Menyelenggarakan pertandingan
 - Fasilitas latihan
2. Fungsi Sekunder
 - Mewadahi aktifitas penyelenggara
 - Mewadahi aktifitas penonton
 - Mewadahi aktifitas media
3. Fungsi Tersier
 - Pengelolaan stadion

4.3.2 Analisa Pengguna dan Aktivitas

Berdasarkan pengelompokan fungsi dari bangunan stadion maka pengguna bangunan dikelompokkan menjadi lima kelompok.

1. Kelompok partisipan pertandingan

Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan ruang
Pemain	Datang / pulang - parkir	Area parkir tim
	Mengganti baju	R. Ganti
	Sanitasi	Kamar mandi
	Cek kesehatan	R. Medis
	Briefing strategi	R. Ganti
	Pemanasan	<i>Indoor Warm Up Area</i>
	Wawancara	Area wawancara
	Konfrensi pers	R. Konfrensi pers
	Cek kontrol doping	R. kontrol doping
	Istihatat	R. Pijat tim
	Makan dan minum	<i>Club lounge</i>
	Beribadah	Musholla
Pelatih	Datang / pulang - parkir	Area parkir tim
	Mengatur strategi	R. Pelatih
	Sanitasi	Toilet
	Wawancara	Area wawancara
	Konfrensi pers	R. Konfrensi pers
	Mengamati pertandingan	Kursi tim
	Makan dan minum	<i>Club lounge</i>
	Beribadah	Musholla
Wasit	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengganti baju	R. Ganti
	Sanitasi	Kamar mandi
	Istirahat	R. Pijat wasit
	Mengamati pertandingan	Kursi wasit
	Koordinasi	R. Komite wasit
	Makan dan minum	R. Makan wasit
	Beribadah	Musholla

2. Kelompok penyelenggara

Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan ruang
Ketua	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Menyaksikan perandingan	Tribun VIP
	Menjamu tamu VIP	<i>VIP Lounge</i>
	Bekerja	R. Ketua
	Rapat / koordinasi	R. Rapat
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Wakil ketua	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Menyaksikan perandingan	Tribun VIP

	Menjamu tamu VIP	<i>VIP Lounge</i>
	Bekerja	R. Wakil Ketua
	Rapat / koordinasi	R. Rapat
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Bendahara	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengontrol	Area marketing
	Bekerja	R. Bendahara
	Rapat / Koordinasi	R. Rapat R. Rapat marketing
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Manager tenant makanan	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengontrol	Kantin Dapur Gudang logistik
	Bekerja	R. Kontrol logistik
	Rapat / Koordinasi	R. Rapat marketing
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Manager retail merchandise	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengontrol	Toko merchandise Gudang merchandise
	Bekerja	R. Manager retail merchandise
	Rapat / Koordinasi	R. Rapat marketing
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Medis	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Bersiaga saat pertandingan	Kursi tim medis
	Bekerja	R. Medis R. Kontrol doping
	Sanitasi	Toilet
	Makan dan minum	Kantin
	Beribadah	Musholla
Staff pengamat pertandingan	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengamati perandingan	Kursi penyelenggara
	Koordinasi	R. Rapat
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
koordinator pertandingan	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Bekerja	R. Koordinator
	Koordinasi	R. Rapat
	Mengamati pertandingan	Kursi penyelenggara
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla

	Sanitasi	Toilet
<i>Security</i>	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Mengganti baju	Kantor <i>security</i>
	Koordinasi	R. Rapat Kantor <i>security</i>
	Mengamankan	Pos area VIP Pos area tribun Pos area media Area tim
	Makan	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet

3. Kelompok media

Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan ruang
<i>Media</i>	Datang / pulang - parkir	Area parkir media
	Mengamati pertandingan	Tribun media
	wawancara	Area interview
	Konfrensi pers	R. Konfrensi pers
	Menyiarkan pertandingan	Studio TV
	Komentator pertandingan	R. Komentator
	Menulis artikel	<i>Media Center</i>
	Sanitasi	Toilet
	Merekam pertandingan	Stand kamera
	Memfoto pertandingan	Area foto
	Makan dan minum	<i>Lounge media</i>
	Beribadah	Musholla

4. Kelompok teknis

Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan ruang
<i>Staff teknis</i>	Datang / pulang - parkir	Area parkir penyelenggara
	Bekerja / Kontrol IT	Kantor management IT
	Kontrol saluran	R. Pompa
	Kontrol kamera dan telekomunikasi	R. kontrol IT
	Kontrol sumber energi	R. Panel R. Generator
	Koordinasi	R. Rapat IT
	Makan dan minum	Kantin staff
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet

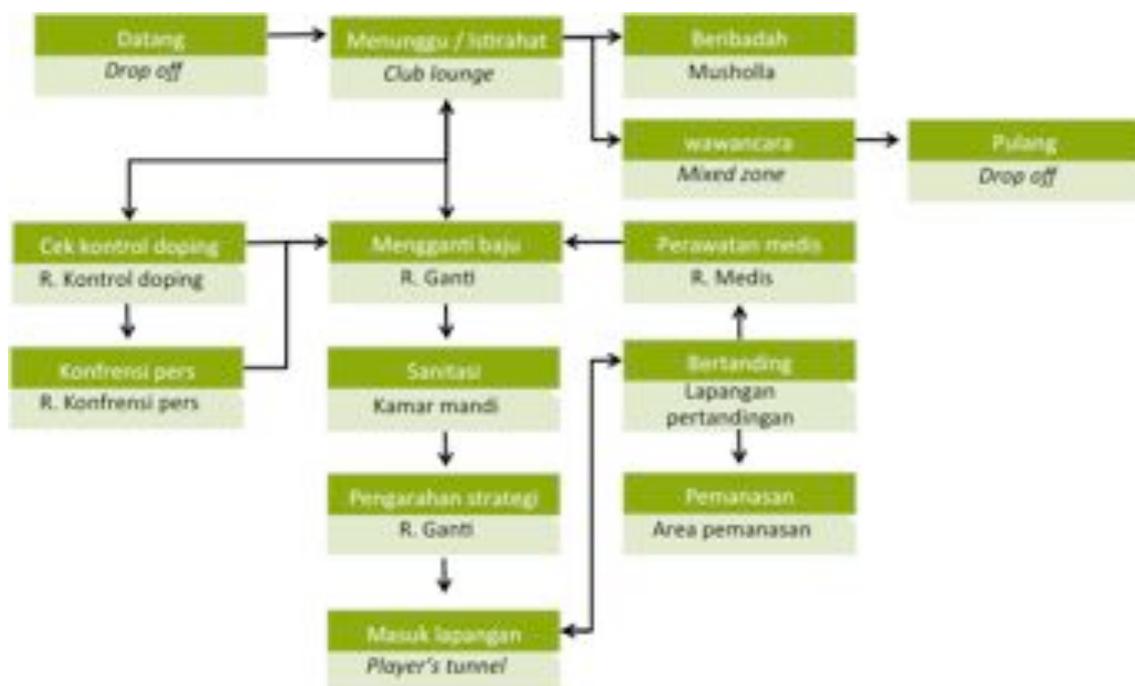
5. Kelompok pengunjung

Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan ruang
Pengunjung	Datang / pulang - parkir	Area parkir
	Membeli tiket	Tiket center
	Menyaksikan pertandingan	Tribun
	Makan dan minum	Tenant makanan
	Membeli merchandise	Toko merchandise
	Beribadah	Musholla
	Sanitasi	Toilet
Tamu VIP	Datang / pulang - parkir	Area parkir VIP
	Menyaksikan pertandingan	Tribun VIP
	Wawancara	Area wawancara VIP
	Makan dan minum	<i>VIP Lounge</i>
	Cek kesehatan	R. Medis VIP
	Sanitasi	Toilet
	Beribadah	Musholla

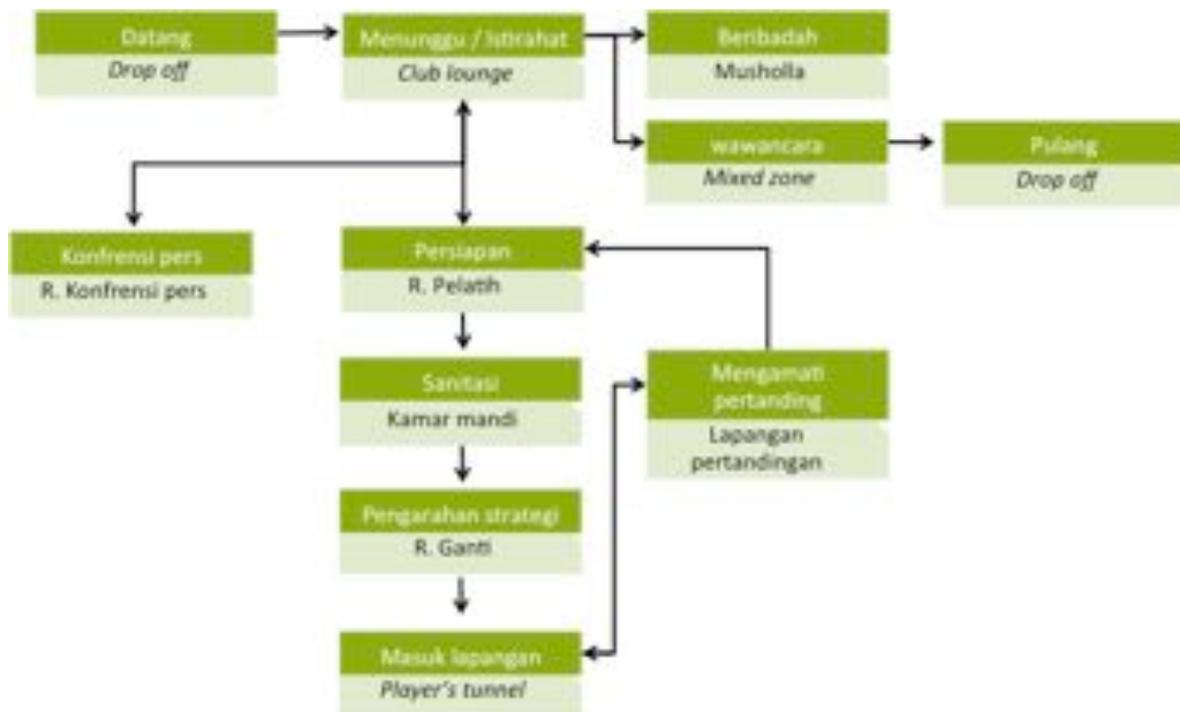
Tabel 4.3.1 Analisis Pengguna dan Aktivitas

Pola aktivitas pengguna bangunan ditentukan melalui analisis akan kegiatan pengguna bangunan dan ketentuan organisasi ruang pada bangunan. Pola aktivitas dikelompokkan berdasarkan kelompok pengguna seperti pada analisis pengguna dan aktivitas. Berikut merupakan gambar pola aktivitas pengguna.

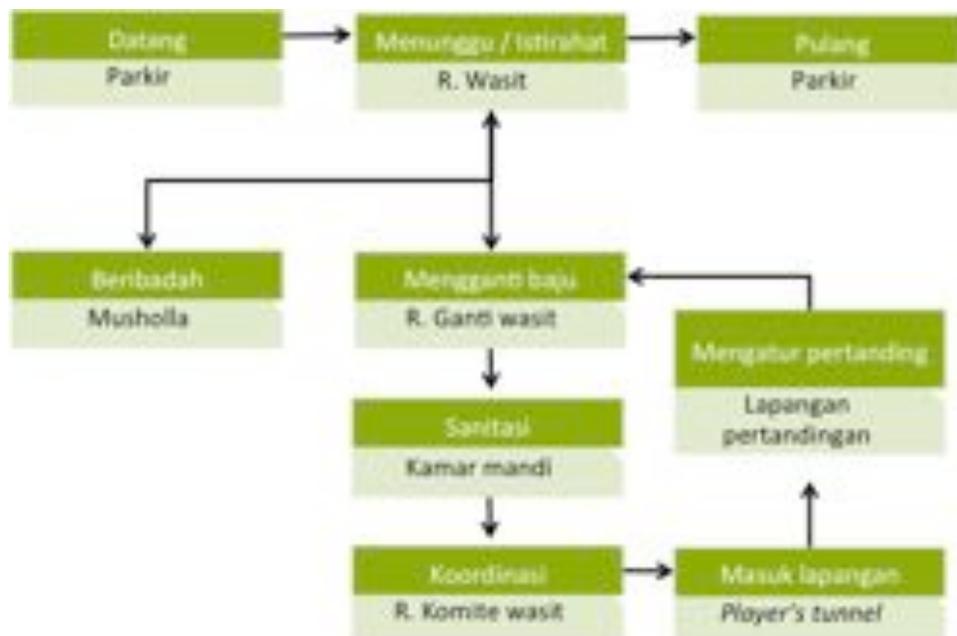
1. Kelompok partisipan pertandingan



Gambar 4.3.1 Pola Aktivitas Pemain

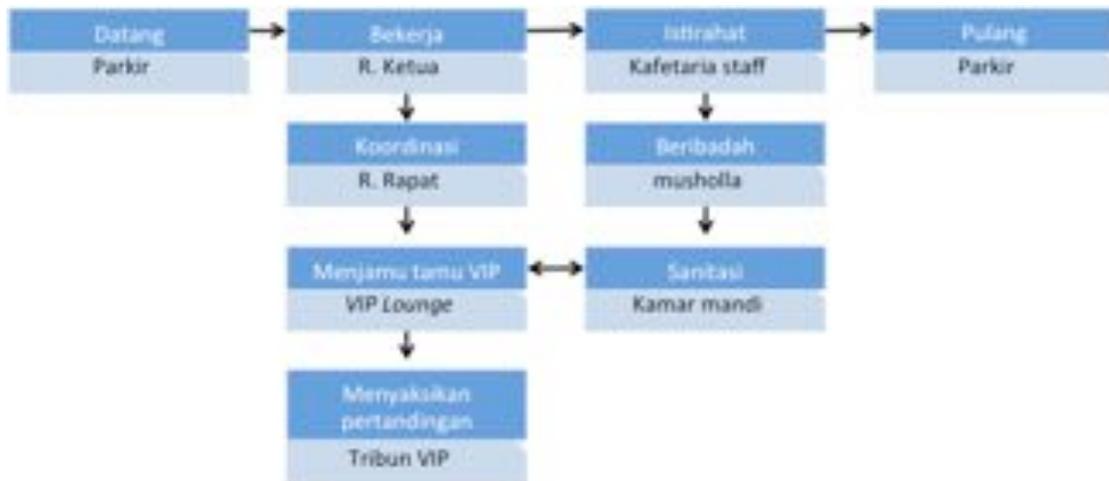


Gambar 4.3.2 Pola Aktivitas Pelatih

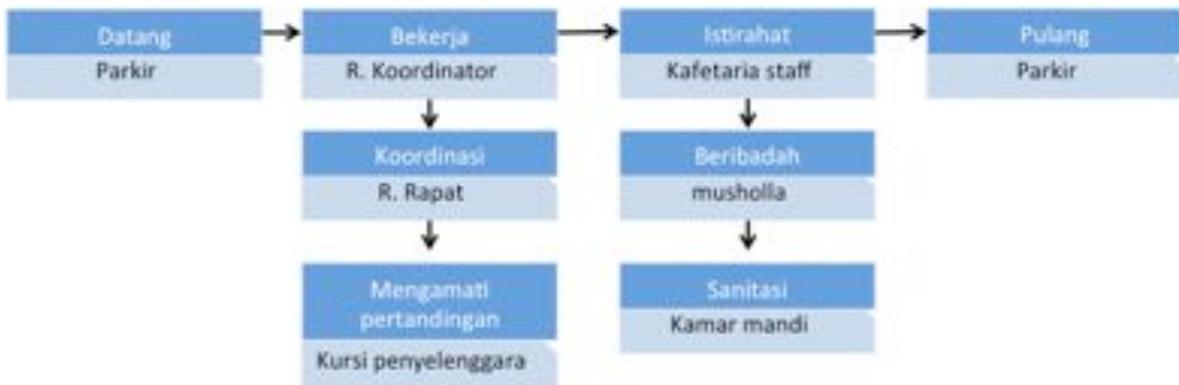


Gambar 4.3.3 Pola Aktivitas Wasit

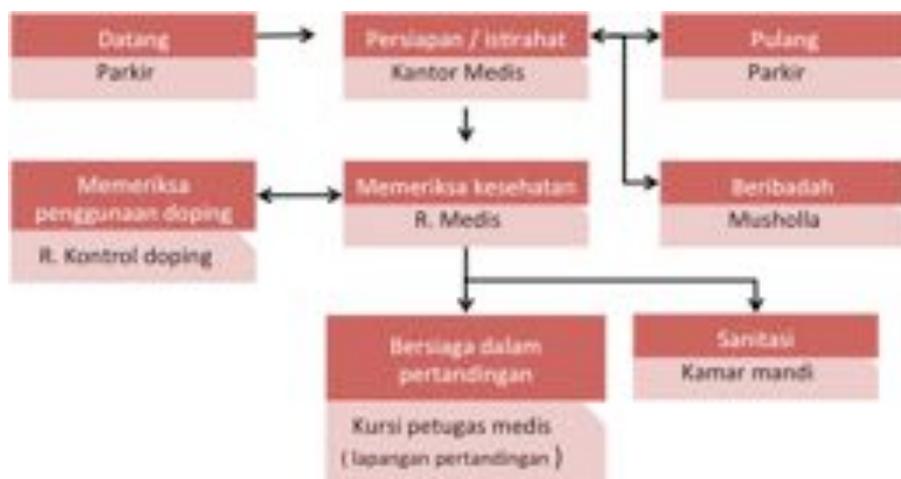
2. Kelompok penyelenggara



Gambar 4.3.4 Pola Aktivitas Ketua

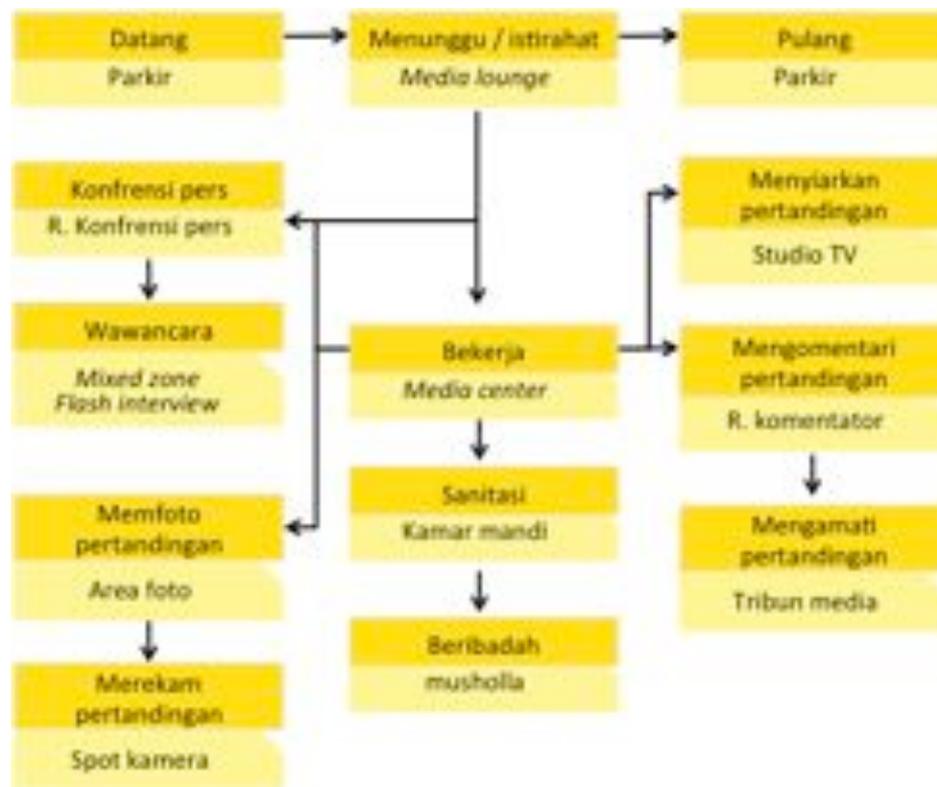


Gambar 4.3.5 Pola Aktivitas Penyelenggara



Gambar 4.3.6 Pola Aktifitas Petugas Medis

3. Kelompok media

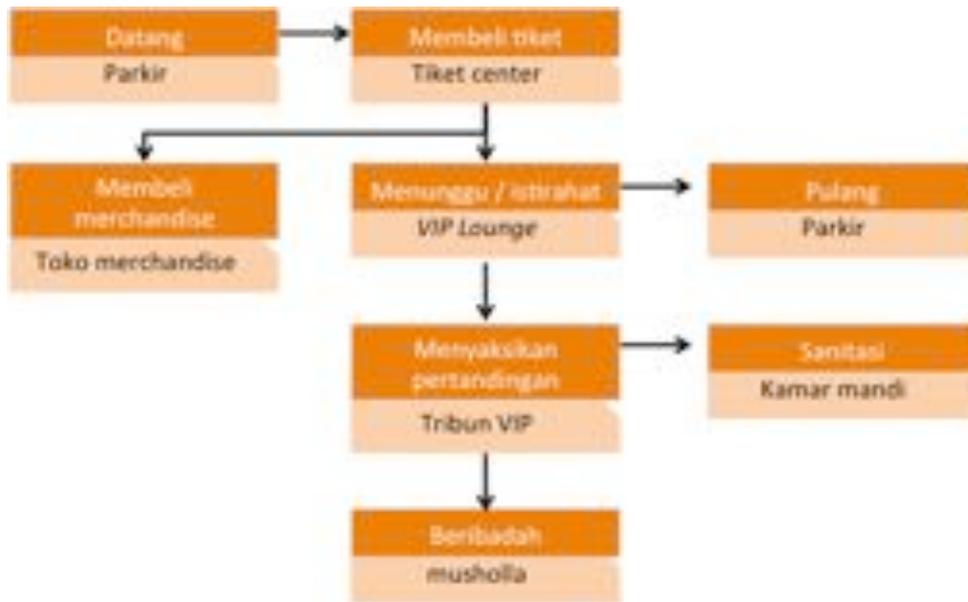


Gambar 4.3.7 Pola Aktivitas Petugas Media

4. Kelompok pengunjung



Gambar 4.3.8 Pola Aktivitas Pengunjung



Gambar 4.3.9 Pola Aktivitas Pengunjung VIP

4.3.3 Kebutuhan Ruang

Dalam menyusun kebutuhan ruang bangunan stadion mengikuti panduan kebutuhan ruang yang direkomendasi oleh FIFA sebagai badan pengurus olahraga sepak bola internasional. Berikut adalah tabel kebutuhan ruang secara kuantitatif:

Area Pertandingan					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Lapangan	25	1	105 m x 68 m	7.140 m ²
2	Lorong pemain	90	1	6 m x 15 m	90 m ²
3	Kursi pemain cadangan	23	2	23 m ²	46 m ²
4	Kursi panitia	4	1	4 m ²	4 m ²
5	Area pemanasan	14	2	3 m x 30 m	180 m ²
Total area (m ²)					10.625 m ²

Fasilitas Tim					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	R. ganti tim		2		500 m ²
	• R. ganti	25		80 m ²	
	• R. pelatih	5		30 m ²	
	• Sanitary	11		50 m ²	
	• R. pijat	8		40 m ²	
	• Kit manager	3		25 m ²	
	• Utilitas			25 m ²	
2	R. ganti wasit		2		66 m ²
	• R. ganti	5		30 m ²	
	• Shower	2		3 m ²	
3	Indoor warm-up area	15	2	60 m ²	120 m ²
Total area (m ²)					686 m ²

Fasilitas Medis					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	R. medis	4	2	25 m ²	50 m ²
2	Area medis tim	4	2	8 m ²	16 m ²
3	R. kontrol doping		1		36 m ²
	• R. tunggu	8		16 m ²	
	• R. kerja	4		16 m ²	
	• Toilet	2		4 m ²	
Total area (m ²)					102 m ²

Media					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Mixed zone	250	1	200 m ²	200 m ²
2	R. konferensi press	200	1	500 m ²	500 m ²
3	Media center	300	1	500 m ²	500 m ²
4	TV studio	8	1	40 m ²	40 m ²
5	R. komentator	3	6	15 m ²	90 m ²
6	Platform kamera	1	20	6 m ²	120 m ²
Total area (m ²)					4.950 m ²

Kantor Penyelenggara					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	R. koordinator	3	1	40 m ²	40 m ²
2	R. manager	1	1	40 m ²	40 m ²
3	Kantor penyelenggara	1	1	60 m ²	60 m ²
4	Kantor petugas keamanan	2	1	20 m ²	20 m ²
5	R. meeting	20	1	50 m ²	50 m ²
6	Kantor pemasaran	5	1	50 m ²	50 m ²
7	Kantor logistik	5	1	40 m ²	40 m ²
8	Kantor transport	4	1	40 m ²	40 m ²
9	Kantor catering	4	1	40 m ²	40 m ²
10	R. pembinaan atlet muda	40	1	100 m ²	100 m ²
Total area (m ²)					480 m ²

Tiket Center					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Front office	20	1	50 m ²	50 m ²
2	Area antrean	75	1	120 m ²	120 m ²
3	Area pengamanan	10	1	12 m ²	12 m ²
4	Back office	5	1	25 m ²	25 m ²
5	Kantor manager	2	1	30 m ²	30 m ²
6	R. meeting	10	1	30 m ²	30 m ²
7	Gudang	-	1	20 m ²	20 m ²
8	R. istirahat	10	1	30 m ²	30 m ²
9	Acreditation center (penukaran tiket)		1	1200 m ²	1200 m ²
Total area (m ²)					1.517 m ²

Fasilitas Pengunjung					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Tribun	4.000	1	1.600 m ²	1.600 m ²
2	Toko Merchandise	100	1	250 m ²	250 m ²
3	Tenant makanan	260	16	60 m ²	960 m ²
4	Toilet	1	50	2 m ²	100 m ²
Total area (m ²)					2.910 m ²

Fasilitas Pengunjung					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	R. VIP	500	1	500 m ²	500 m ²
2	R. VVIP	100	1	180 m ²	100 m ²
3	R. Ketua penyelenggara	6	1	15 m ²	15 m ²
4	R. medis VIP	4	1	20 m ²	20 m ²
5	Meja tamu VIP	10	1	20 m ²	20 m ²
6	R. pengamanan	50	1	50 m ²	50 m ²
7	Kantor protokol	4	1	25	25 m ²
Total area (m ²)					730 43.5m ²

Area teknis					
No	Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Kantor pendukung IT	30	1	140 m ²	140 m ²
2	Kantor infrastruktur IT	5	1	30 m ²	30 m ²
3	Kantor management IT	20	1	90 m ²	90 m ²
4	R. Rapat	8	1	30 m ²	30 m ²
5	Area teknis	-	1	30 m ²	30 m ²
6	Gudang	8	1	30 m ²	30 m ²
7	R. Generator	8	1	50 m ²	50 m ²
8	Gudang servis	8	1	30 m ²	30 m ²
9	Gudang alat telekomunikasi	8	1	30 m ²	30 m ²
Total area (m ²)					460 m ²

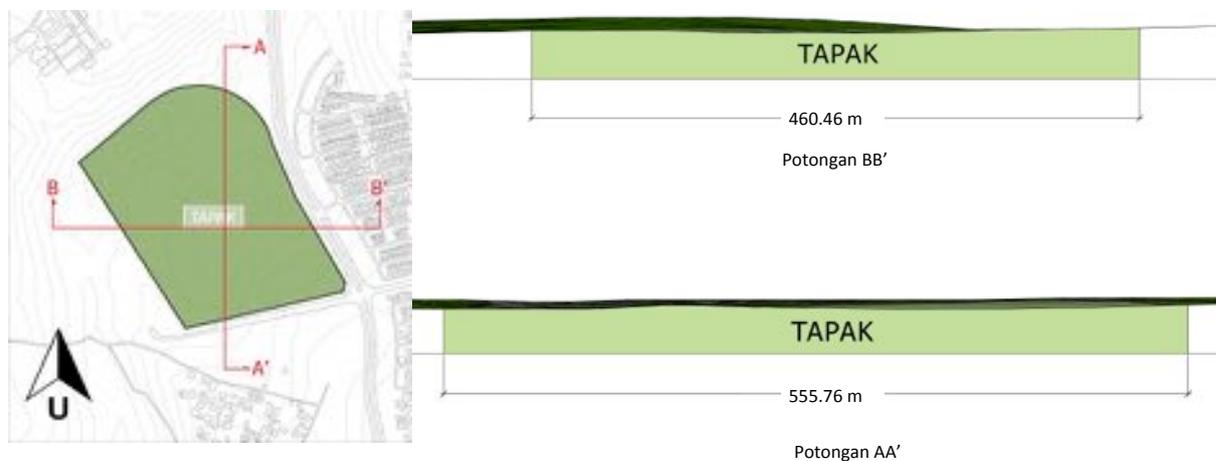
Parkir					
No	Kendaraan	Kapasitas	Dimensi (m)	Luas (m ²)	Total (m ²)
1	Bus tim	4	12 x 4	48 m ²	192 m ²
2	Mobil pemain	12	5 x 2,3	11,5 m ²	138 m ²
3	Van perlengkapan tim	2	5 x 2,3	11,5 m ²	23 m ²
4	Ambulance	4	5 x 2,3	11,5 m ²	46 m ²
5	Mobil doping kontrol	1	5 x 2,3	11,5 m ²	11,5 m ²
6	Mobil VIP	150	5 x 2,3	11,5 m ²	1.725 m ²
7	VIP bus	20	12 x 4	48 m ²	960 m ²
8	Media	150	5 x 2,3	11,5 m ²	1.725 m ²
9	Mobil pengunjung	2.500	5 x 2,3	11,5 m ²	28.750 m ²
10	Bus pengunjung	15	12 x 4	48 m ²	720 m ²
Total area (m ²)					14.740,5 m ²

Tabel 4.3.2 Besaran ruang

4.4 Analisa Tapak

4.4.1 Kontur Tapak

Tapak memiliki kontur dengan tingkat kemiringan sebesar 3%, permukaan terendah berada pada area tengah tapak dan permukaan tertinggi berada pada area selatan tapak. Perbedaan permukaan terendah dan tertinggi sebesar 9 m, hal ini dapat dimanfaatkan dalam menentukan letak bangunan stadion untuk mendapatkan posisi lapangan yang ideal. Dengan meletakkan lapangan pada posisi lebih rendah dari permukaan jalan dapat mengurangi efek visual dan kebisingan saat pertandingan pada lingkungan sekitar.



Gambar 4.4.1 Potongan Tapak

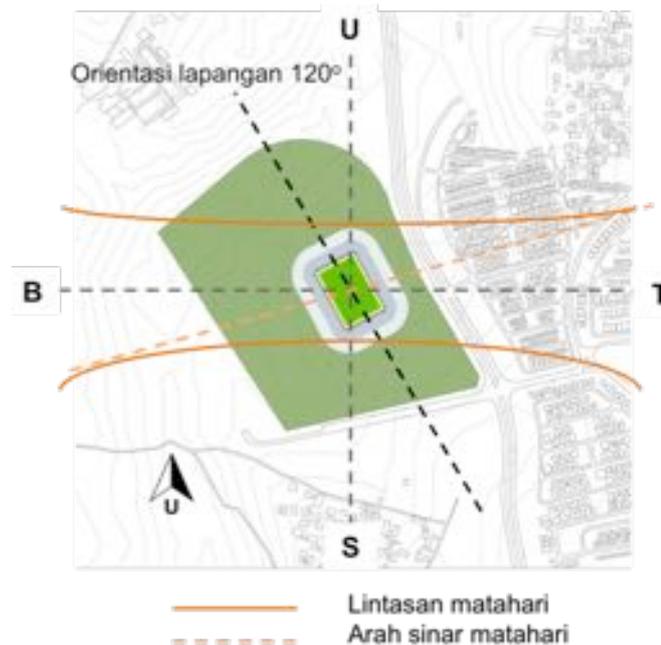


Area terendah pada tapak ditunjukkan dengan warna merah dan warna hijau untuk area tertinggi. Pada area tengah perubahan ketinggian cenderung datar dengan perubahan ketinggian antara 1.5 m sampai 3 m, sedangkan pada area selatan perubahan ketinggian cukup besar sekitar 6 m.

Gambar 4.4.2 Kontur Tapak

4.4.2 Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan mengikuti orientasi lapangan dengan ketentuan arah hadap lapangan agar terhindar dari pantulan cahaya matahari langsung untuk kenyamanan pemain. Arah orientasi lapangan membujur barat laut – tenggara, mengikuti ketentuan FIFA. Orientasi bangunan juga menyesuaikan arah hadap muka bangunan pada jalan utama untuk sebagai akses masuk pada tapak.

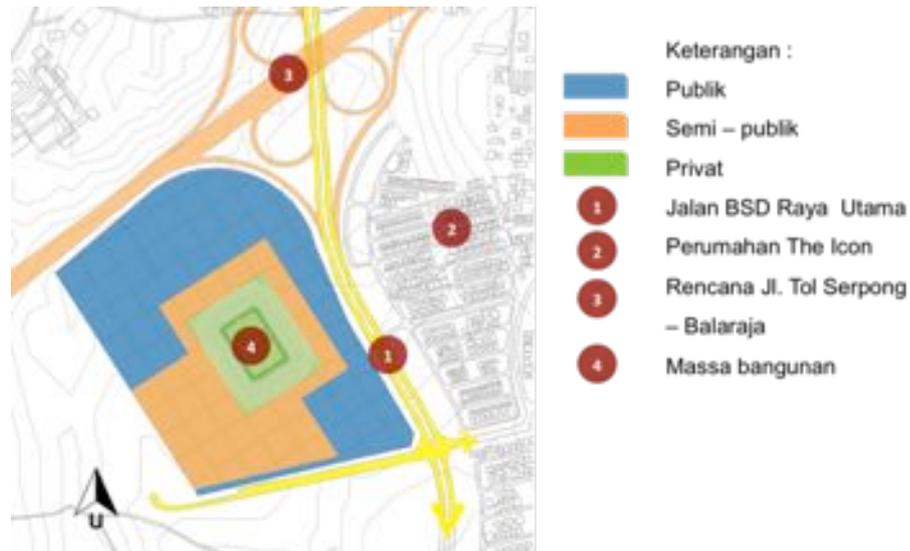


Gambar 4.4.3 Orientasi Bangunan

4.4.3 Zonasi dan Aksesibilitas Tapak

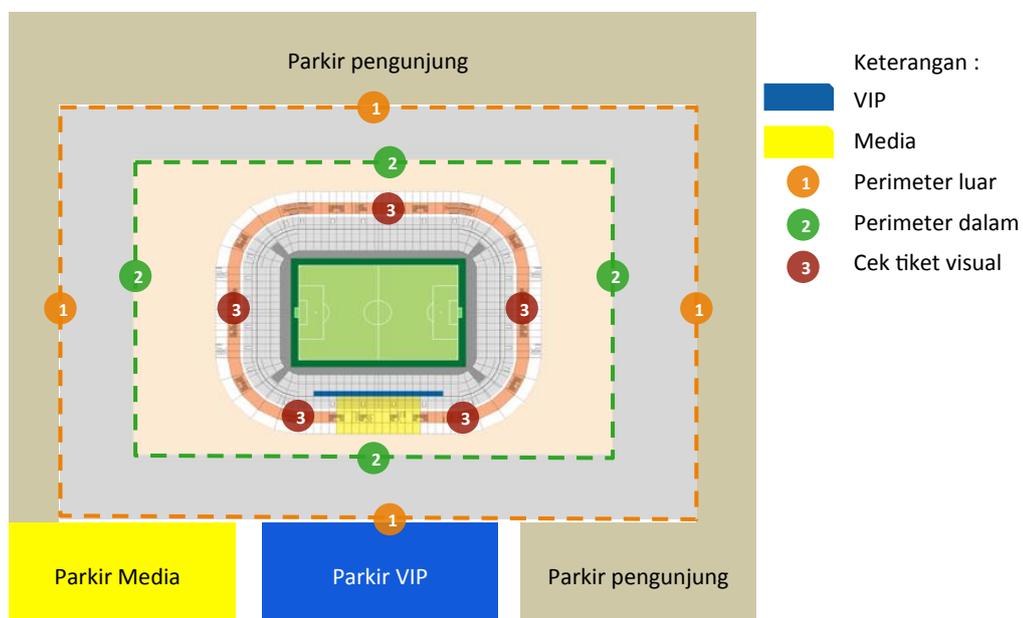
Pembagian zonasi pada tapak menyesuaikan dengan akses jalan ke tapak dan posisi bangunan. Akses utama pada tapak melalui Jalan BSD Raya Utama pada sisi timur tapak, akses melalui jalan utama dapat digunakan untuk masuk ke area parkir pada sisi timur dan utara tapak untuk pengunjung umum. Akses sekunder melalui jalan pada sisi selatan tapak yang lebih kecil dari jalan utama, dapat digunakan untuk akses tim, penyelenggara pertandingan, media dan tamu VIP.

Pembagian zona publik berada pada bagian utara, timur dan selatan tapak yang dapat diakses langsung dari jalan utama. Zona semi - publik pada keliling bangunan sisi barat bangunan untuk akses penyelenggara, media dan tamu VIP dengan area parkir terpisah dari area parkir umum. Zona semi – publik juga digunakan untuk evakuasi dan akses darurat untuk kendaraan medis dan pemadam kebakaran. Zona privat terpadat pada area bangunan stadion untuk menjaga keamanan saat pertandingan, hanya untuk penonton dengan tiket dan melalui pemeriksaan keamanan.



Gambar 4.4.4 Zonasi Tapak

Zonasi pada tapak juga memengaruhi pembagian akses dan perimeter stadion berdasarkan tahapan pemeriksaan keamanan pengunjung. Pada perimeter luar dilakukan pemeriksaan tiket dan barang bawaan. Pada perimeter dalam menunjukkan tiket dan akses masuk sesuai zona kursi penonton melalui pintu putar. Perimeter terakhir adalah pengecekan visual untuk memastikan tempat duduk penonton sesuai tiket.



Gambar 4.4.5 Perimeter Stadion

4.4.4 Sirkulasi tapak

Mengikuti zonasi tapak maka peletakan zona parkir untuk mengunjung dipisah dengan parkir tamu VIP dan media menyesuaikan letak bangunan. Area parkir untuk pengunjung terletak pada sisi utara tapak dengan akses melalui jalan utama di sisi timur tapak. Parkir penyelenggara, tamu VIP dan media pada sisi selatan tapak dengan akses melalui jalan di selatan tapak. Untuk akses pengelola dan servis dapat melalui jalan pada keliling stadion untuk mencapai pintu darurat pada empat sudut stadion yang dapat langsung menuju lapangan.



Gambar 4.4.6 Sirkulasi Tapak

4.5 Analisa Bangunan

Regulasi intensitas bangunan untuk bangunan olahraga pada daerah Pagedangan dengan KDB sebesar 40%, dengan luas tapak 223.412 m² luas dasar bangunan yang diperbolehkan sebesar 89.364,8 m² atau 8,9 Ha. Luas dasar bangunan stadion sebesar 38.626 m² dengan jumlah 5 lantai bangunan. Luasan tersebut masih memenuhi ketentuan KDB untuk daerah ini.

4.5.1 Organisasi ruang

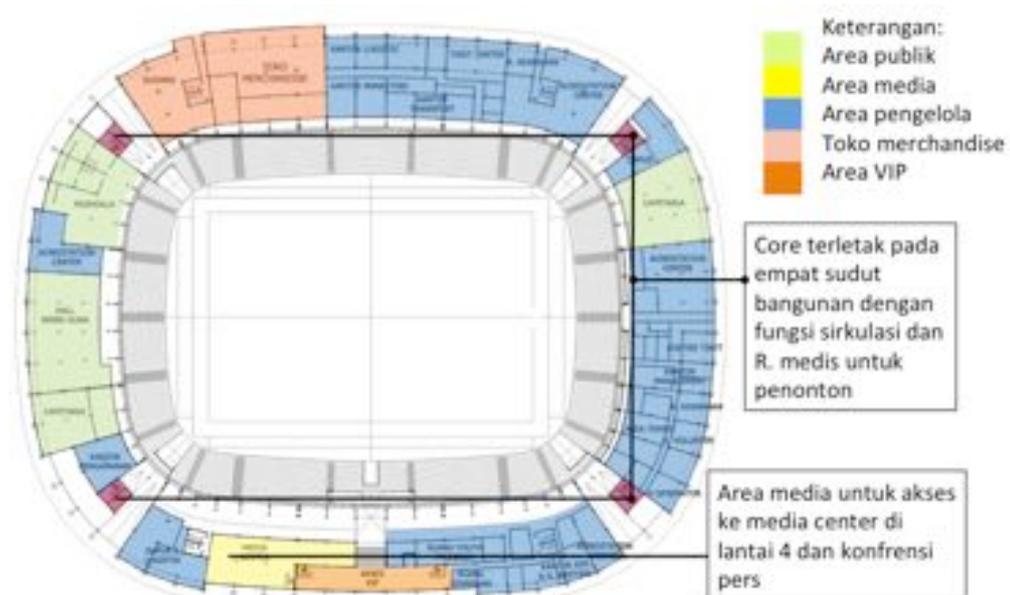
Menyesuaikan dengan zonasi dan akses ke dalam bangunan peletakan fungsi ruang berdasarkan sirkulasi dan pengelompokan penonton berdasarkan sisi tribun. Berikut adalah gambar peletakan fungsi pada bangunan:

Pada lantai dasar menjang fungsi area pemain dan pendukungnya menyesuaikan dengan rekomendasi FIFA. Terdapat area media untuk wawancara ,R. konfrensi pers dan studio TV untuk menunjang liputan pertandingan secara langsung. Lantai ini juga memiliki fungsi kantor untuk pengelola stadion dan juga area servis dan area teknis untuk mendukung fungsi stadion. Lantai dasar hanya terdapat pada satu sisi lapangan untuk akses pemain dan pengelola agar terpisah dari area publik.



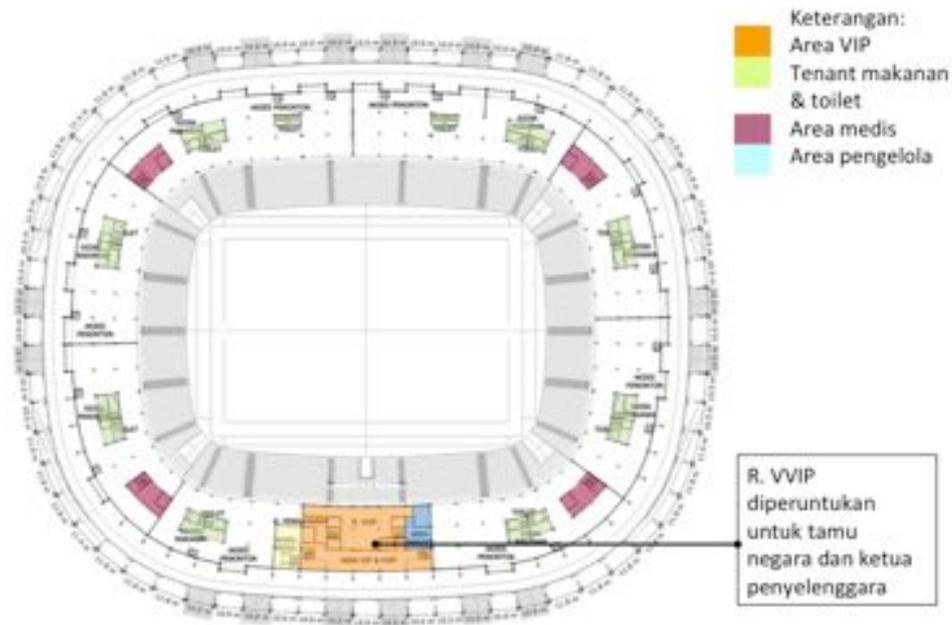
Gambar 4.5.1 organisasi ruang lantai dasar

Akses untuk penonton VIP dapat melalui lantai 1 dengan area penerimaan, lalu melalui tangga atau lift ke lantai 2 untuk tamu VVIP dan lantai 3 untuk penonton VIP. Lantai 1 memiliki fasilitas pelayanan untuk pengunjung berupa toko merchandise, tiket center, cafeteria, musholla dan ruang penelora.



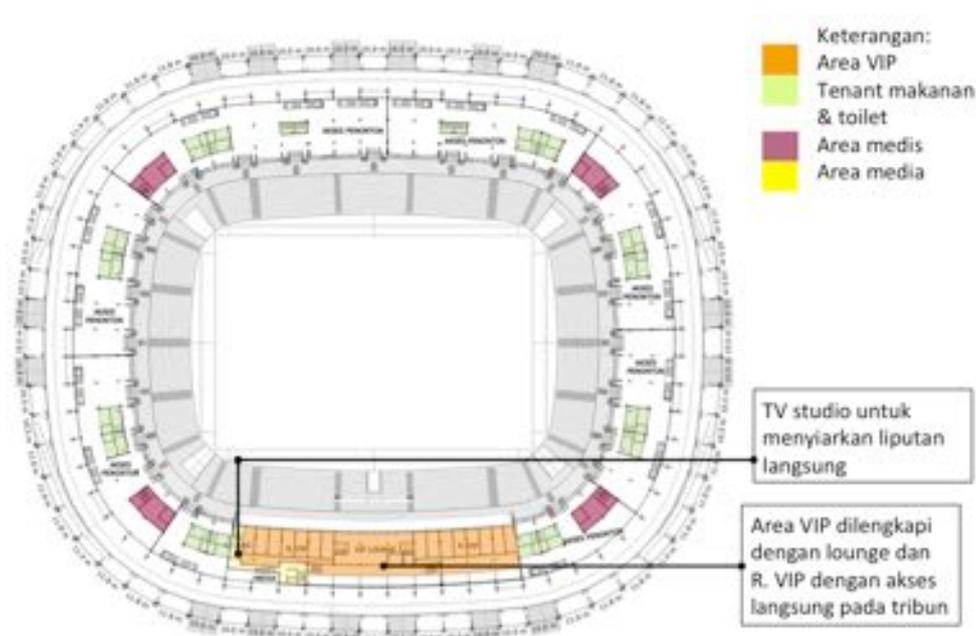
Gambar 4.5.2 organisasi ruang lantai satu

Pada lantai terdapat area VVIP dengan R. medis dan R. keamanan sebagai protokol keamanan. Pada area VVIP ini juga terdapat area media untuk wawancara. Pada akses utama untuk penonton ada di tribun timur dan pada setiap sisi tribun terdapat empat tenant makanan. Core bangunan pada setiap sisi stadion berfungsi juga sebagai pembatas antar sektor pada setiap sisi tribun sehingga penonton hanya bisa masuk melalui pintu yang sesuai dengan letak tribunnya



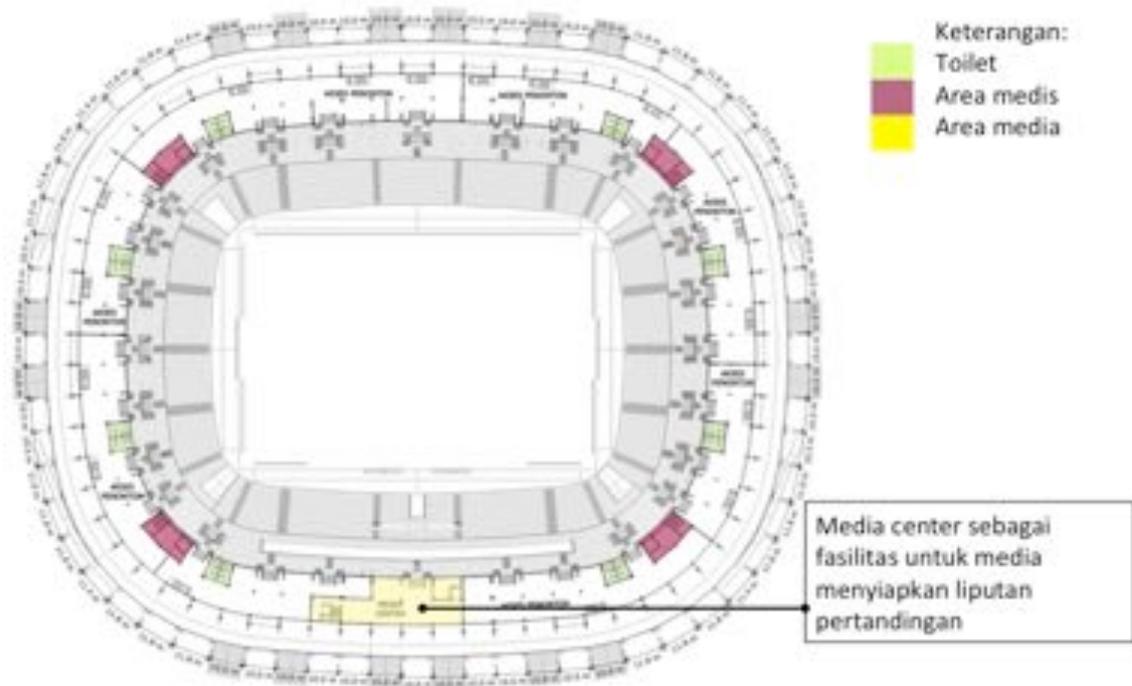
Gambar 4.5.3 Organisasi ruang lantai 2

Pada lantai 3 merupakan akses pada ribun tingkat 2 melalui tangga dari lantai 2. Pada sisi tribun barat terdapat area penonton VIP dengan Lounge dan R. VIP berjumlah 15, kapasitas area VIP adalah 500 orang penonton. Terdapat studio TV menempati satu ruang VIP menghadap pada lapangan, untuk meliput siaran langsung dari stadion.



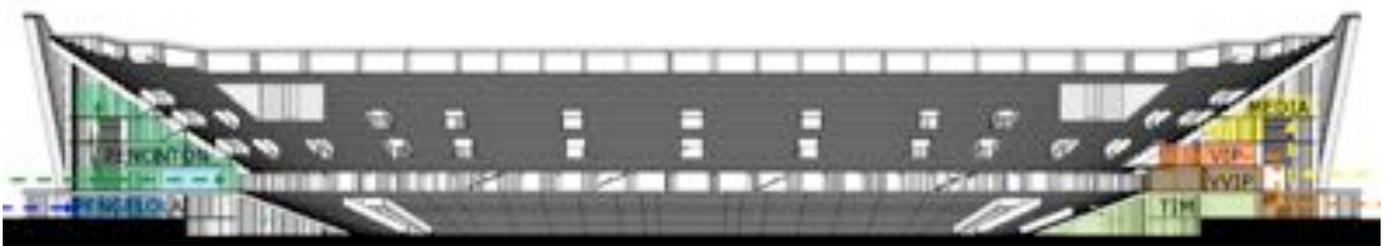
Gambar 4.5.4 Organisasi ruang lantai 3

Pada lantai 4 terdapat media center yaitu fasilitas kantor bagi media yang meliput pertandingan. Akses untuk media ke media center juga memiliki tangga dan lift yang diperuntukan khusus, untuk mempermudah mobilitas dan sirkulasi pada stadion. Akses langsung ke tribun media juga melalui media center yang terletak pada tribun tingkat 2, posisi tribun media merupakan posisi ideal untuk melihat ke lapangan untuk peletakan kamera utama dan posisi komentator.



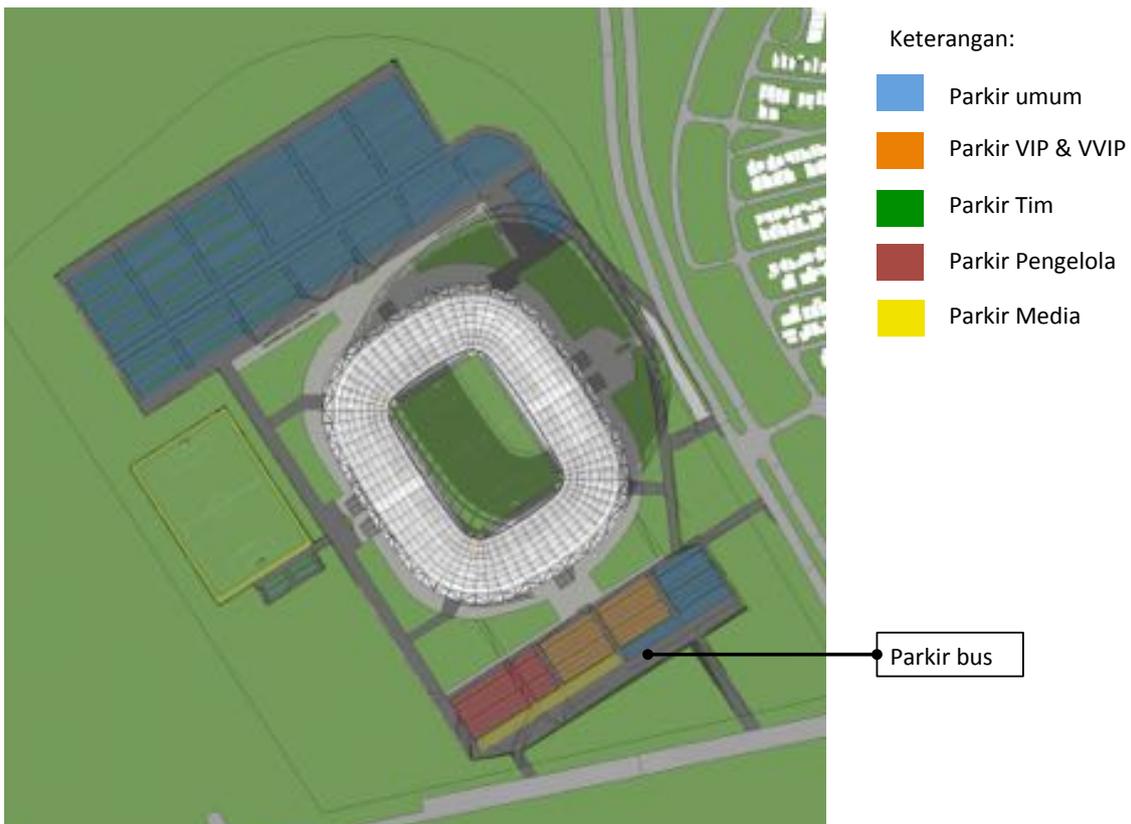
Gambar 4.5.5 Organisasi ruang lantai 4

Pembagian akses masuk pada stadion berdasarkan aktivitas dan pengguna dikelompokkan menjadi penonton umum, pengelola, tamu VIP, tim sepak bola dan media. Untuk area pengelola, tamu VIP dan media berada pada tribun barat dengan posisi bagian tengah. Area tim berada pada bawah tribun utama dengan akses melalui *drop off* tim dekat dengan akses pada sudut lapangan. Selain area tengah tribun barat merupakan area untuk penonton umum, dengan akses masuk melalui platform ke lantai 2 untuk tribun utama dan melalui tangga ke lantai 2 sampai dengan lantai 4 untuk akses ke tribun atas.



Gambar 4.5.6 Pembagian akses penonton

Akses masuk penonton juga menyesuaikan area parkir pada tapak, pada bagian utara stadion terdapat parkir untuk pengunjung umum dengan fasilitas parkir bus dan disabilitas dengan prioritas letak yang lebih dekat dengan stadion. Pada sisi timur tapak merupakan akses utama ke stadion dengan akses hanya sirkulasi manusia karena akses ini langsung berhadapan dengan jalan utama. Pada sisi barat terdapat area parkir VVIP dengan akses langsung pada ruang VVIP, terdapat juga lapangan untuk latihan dengan area parkir untuk pemain pada area ini. Pada sisi selatan terdapat parkir untuk pengelola, penonton VIP, tim sepak bola, petugas medis dan media, pada area ini juga terdapat parkir bus yang dekat dengan akses keluar masuk tapak. Area parkir untuk supporter kedua tim dipisah pada area selatan untuk supporter tim tamu dan area utara untuk tim tuan rumah. Pada setiap sudut stadion terdapat akses darurat untuk akses langsung ke dalam lapangan pertandingan dan jalur evakuasi darurat. Akses ini juga dapat dengan mudah diakses oleh petugas medis dan pengelola untuk evakuasi darurat.

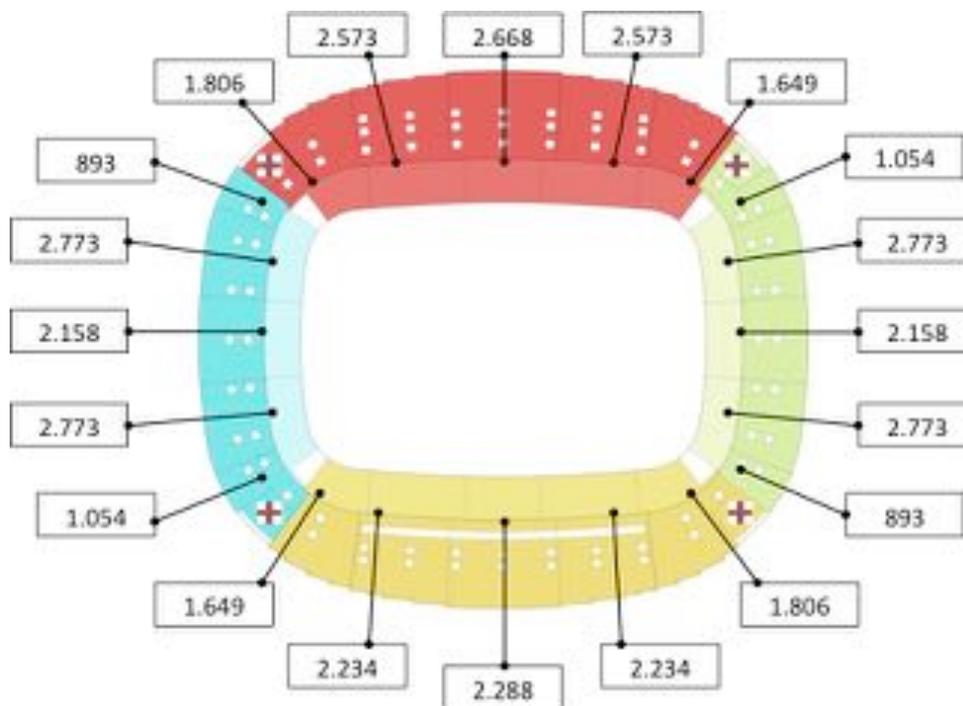


Gambar 4.5.7 zonasi parkir

4.5.2 Kapasitas penonton

Kapasitas penonton stadion 40.780 penonton yang termasuk penonton umum, VIP, VVIP dan media. Terdapat 16 sektor untuk pembagian akses penonton dengan setiap sektor menampung penonton sekitar 2.500 – 3.000 penonton dan memiliki dua jalur sirkulasi dengan lebar 5 m untuk akses ke tribun penonton. Dengan mengikuti perbandingan sirkulasi penonton pada stadion dalam (Neufert, 2002 : 489) rata – rata stadion memerlukan waktu sekitar 10 sampai 7 menit untuk sirkulasi penonton keluar

stadion dengan rumus
$$\text{staircase width (m)} = \frac{\text{number of spectators}}{\text{emptying time (s)} \times 1.25}$$
, maka didapat perhitungan dengan waktu keluar penonton 8 menit. Akses utama untuk pengunjung umum terdapat pada sisi utara dan timur stadion, akses pada sisi selatan dan barat menjadi akses penunjang untuk penonton umum.



Gambar 4.5.8 Pembagian kapasitas penonton

Pembagian sektor untuk supporter tim tamu ditempatkan pada satu sektor sendiri yang berseberangan dengan supporter tuan rumah untuk menjaga keamanan. Idealnya pada tribun selatan dekat dengan sudut lapangan dengan kapasitas sekitar 3000 orang.



Gambar 4.5.9 Sektor penonton tim tamu

4.5.3 Regulasi Keamanan

Keamanan dalam akses stadion dibagi menurut perimeter stadium untuk titik pemeriksaan dan penjagaan. Titik pengamanan lainnya terdapat pada area pemain dan penyelenggara, VIP dan VVIP, area penonton disabilitas, area akses tangga penonton dan pintu stadion. Terdapat juga petugas keamanan yang menyebar dan berpatroli dalam stadion selama pertandingan untuk menjaga keadaan saat pertandingan. Untuk pertandingan dengan tingkat bahaya rendah membutuhkan satu petugas setiap 250 penonton, dan pertandingan dengan bahaya tinggi membutuhkan petugas setiap 100 orang. Dengan kapasitas stadion sebesar 40.780 maka diperlukan petugas untuk tingkat bahaya rendah sebanyak 163 petugas, untuk tingkat bahaya tinggi sebanyak 408 petugas.

Petugas kepolisian yang bertugas menjaga keamanan pada saat pertandingan juga harus melakukan koordinasi dengan petugas keamanan stadion. Fasilitas yang diperlukan untuk petugas kepolisian berupa ruang untuk koordinasi dan gudang, juga akses yang dekat untuk kendaraan operasional. Ruang keamanan dilengkapi dengan fasilitas penahanan, dan harus berada pada lokasi yang mudah diakses dan aman.

4.6 Analisis Struktur

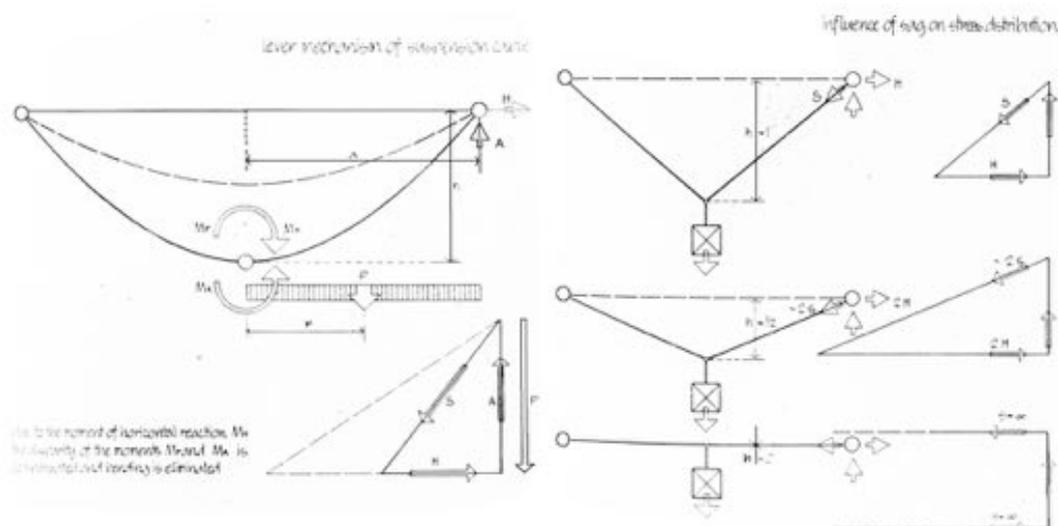
Stadion olahraga memiliki kebutuhan akan struktur atap dengan bentang yang lebar untuk menaungi tribun dibawahnya. Kebutuhan akan struktur bentang lebar dengan efisiensi penyaluran gaya dan kekuatan struktur terhadap iklim menjadikan faktor penting dalam menentukan sistem struktur atap stadion. Mengacu pada tingkat efisiensi dalam

menyalurkan gaya dan kemampuan bentang struktur maka dipilihlah struktur dengan jenis *form active* untuk struktur atap stadion.

Struktur Form active merupakan jenis struktur yang ringan dan fleksibel dengan kemampuan bentang lebar dan mampu menahan beban strukturnya sendiri. Karakteristik struktur *form active* yaitu struktur dapat mengubah gaya eksternal yang terjadi pada struktur dan merubahnya menjadi gaya normal (Engel, 1981 :13). Salah satu dari jenis struktur form active adalah struktur kabel.

4.6.1 Mekanisme struktur kabel

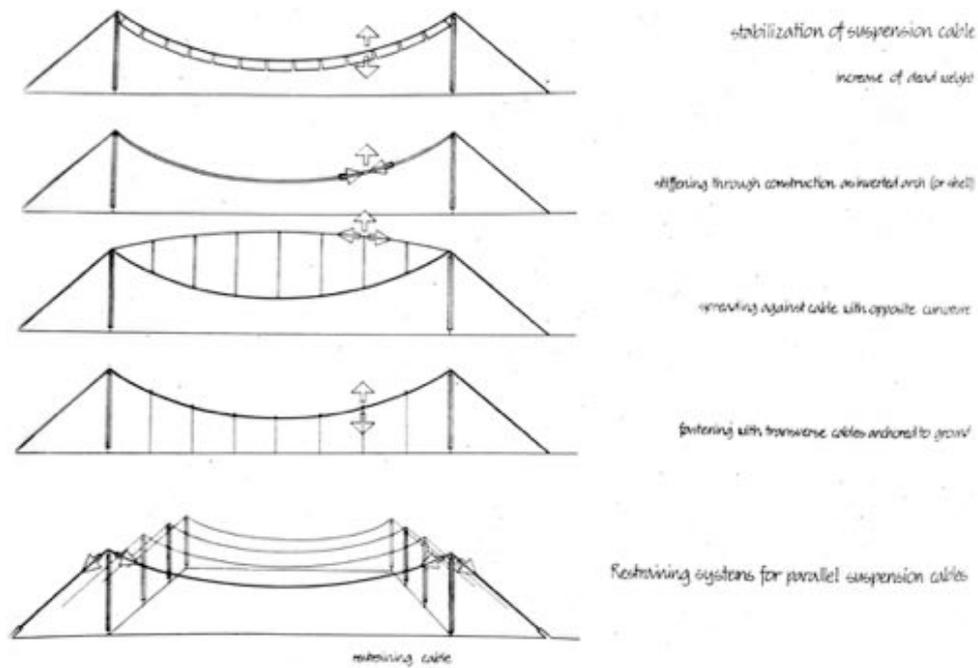
Prinsip kerja struktur kabel merupakan penyaluran gaya melalui tegangan kabel yang saling menyangga untuk menghasilkan kestabilan tegangan struktur. Faktor yang berpengaruh untuk menghasilkan kestabilan tegangan berupa beban struktur dan bentang kabel. Hubungan antara beban dan bentang kabel dalam menghasilkan tegangan kabel diilustrasikan dengan jika beban dan bentang dengan ketinggian $h = 1$ dan membentuk sudut 45° maka gaya horizontal dan tegangan kabel juga berupa 1. Jika ketinggian menjadi $h = \frac{1}{2}$ maka gaya horizontal dan tegangan kabel saling menyeimbangkan dengan gaya yang bekerja menjadi dua kali lipat, seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.6.1 Mekanisme gaya pada struktur kabel
Sumber: Engel (1981:15)

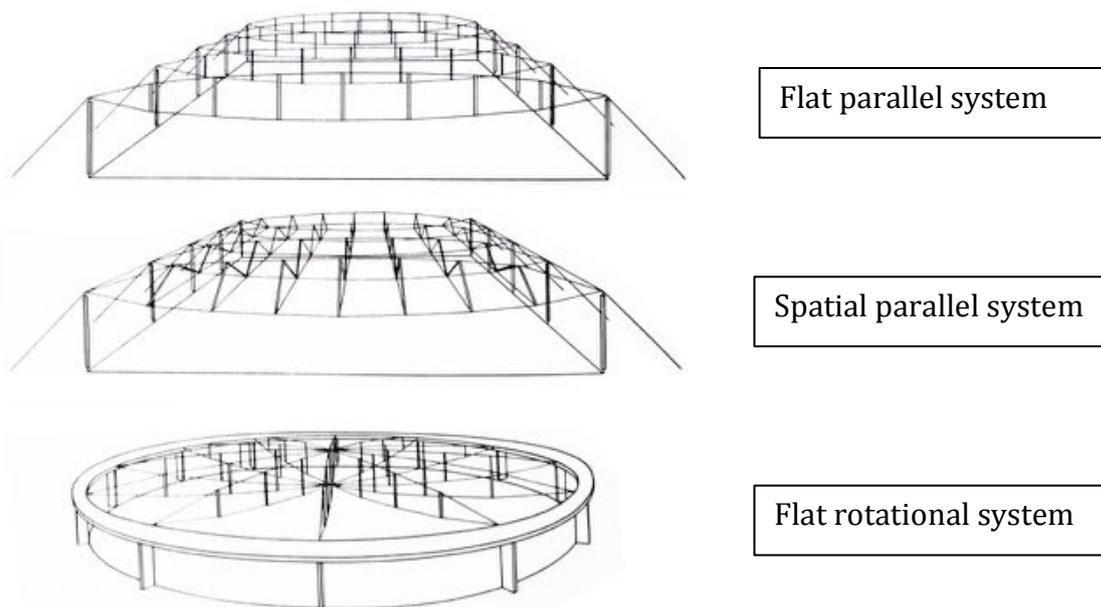
4.6.2 Analisa struktur kabel

Beban struktur kabel yang ringan juga memberikan efek deformasi struktur dikarenakan gaya hisap angin dan beban hujan. Metode untuk menangani hal ini dapat dilakukan dengan menambah beban struktur untuk menambah kestabilan, menambahkan kabel berlawanan arah dengan kabel utama, dan mengikatkan kabel ke tanah, seperti pada gambar dibawah :



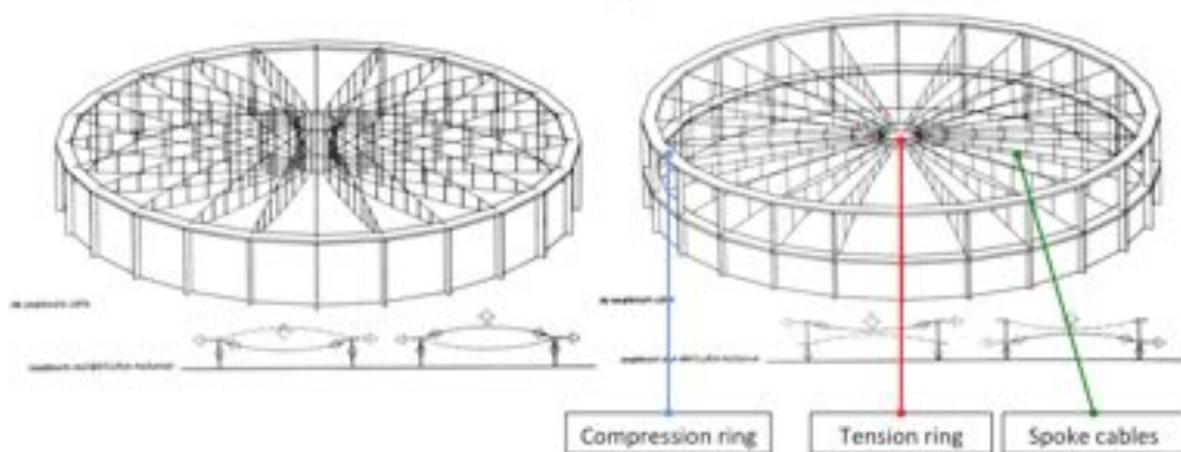
Gambar 4.6.2 Stabilisasi struktur kabel
Sumber: Engel (1981:16)

Stabilisasi struktur kabel memiliki tiga tahapan dengan menggabungkan modul dari struktur kabel, sehingga kestabilan didapatkan dengan tegangan modul ke arah sebaliknya. Stabilisasi pertama menggunakan *flat parallel system* yaitu dengan menyusun modul struktur secara parallel dengan atap sebagai beban yang menyatukan. Stabilisasi kedua menggunakan *spatial parallel system* dengan menghubungkan kabel pada setiap modul parallel, untuk menambah kestabilan dari empat sisi struktur. Stabilisasi terakhir berupa *flat rotational system* yaitu menghubungkan modul struktur kabel menjadi lingkaran, sehingga memberikan kestabilan pada semua sisi.



Gambar 4.6.3 Jenis stabilisasi struktur kabel
Sumber: Engel (1981:18)

Rotational system dengan membentuk lingkaran pada bagian luar dan dalam menggunakan *compression ring* pada sisi luar dan *tension ring* pada bagian dalam untuk menjaga kestabilan. Sistem ini dipilih untuk menjadi sistem struktur atap stadion dikarenakan bentuk struktur yang melingkar dapat menyesuaikan dengan bentuk atap stadion. Mekanisme penyaluran gaya yang bekerja pada sistem ini menyerupai dengan roda jeruji pada sepeda, dengan menggunakan kabel dengan arah berlawanan pada bagian atas dan bawah untuk menghasilkan keseimbangan. Terdapat dua tipe dalam mengatur keseimbangan pada sistem ini, dengan menggunakan kabel stabilisasi pada bagian atas dan stabilisasi pada kabel bagian bawah seperti pada gambar dibawah ini.

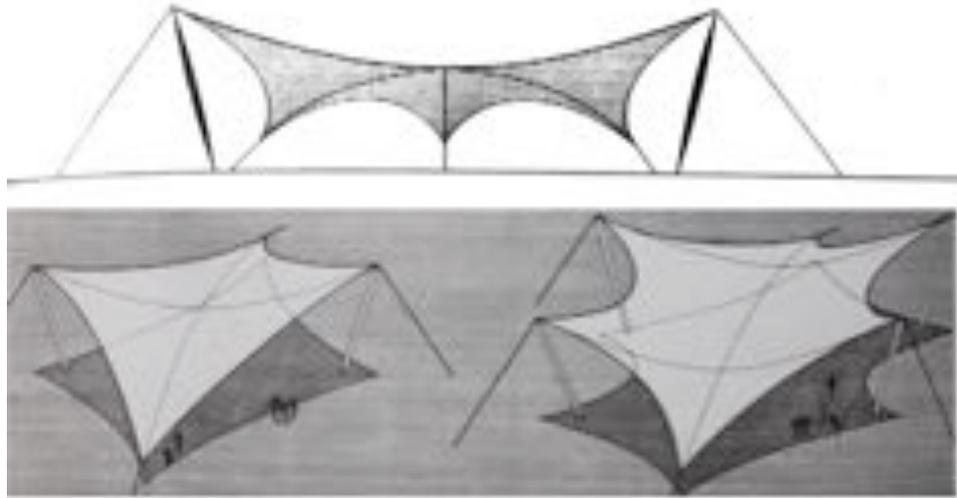


Gambar 4.6.4 Flat rotational system
Sumber: Engel (1981:23)

4.6.3 Analisa penerapan struktur

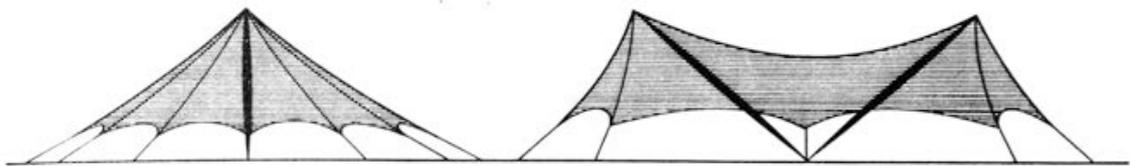
Penerapan struktur membran memiliki beberapa langkah dalam perancangannya untuk mendapatkan bentuk yang sesuai. Langkah pertama adalah menentukan bentuk yang memiliki kekuatan tegangan yang cukup, untuk menghindari efek membran yang terdefleksi akibat gaya eksternal seperti angin dan hujan. Bentuk struktur membran umumnya memiliki bentuk menyesuaikan dengan penempatan penyangganya untuk menghasilkan bentuk. Berikut contoh bentuk struktur membran pada umumnya:

1. Bentuk pelana (*hypar*) dengan perbedaan ketinggian pada tiang penyangga untuk menghasilkan bidang lengkung yang berlawanan. Menggunakan tiang penyangga yang secara langsung dikaitkan dengan atap membran.



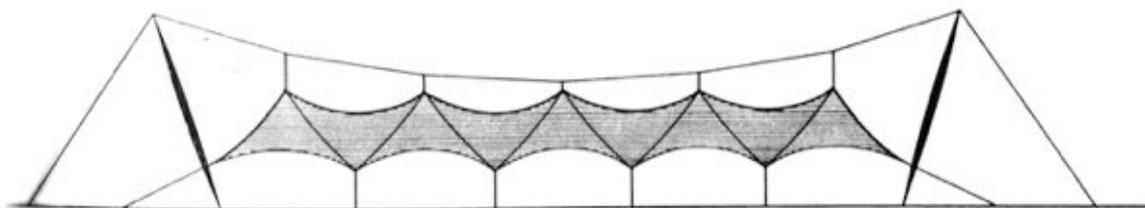
Gambar 4.6.5 Membran Pelana
Sumber: Engel (1981:45)

2. Bentuk kerucut (*conic*) menggunakan tiang tumpuan langsung pada interior membran di titik tengah untuk menghasilkan keseimbangan dalam penyaluran gaya secara sentral.



Gambar 4.6.6 Membran Kerucut
Sumber: Engel (1981:45)

3. Bentuk menggantung menggunakan tiang pada sisi luar membran yang menghubungkan dengan tali untuk menyangga membran.



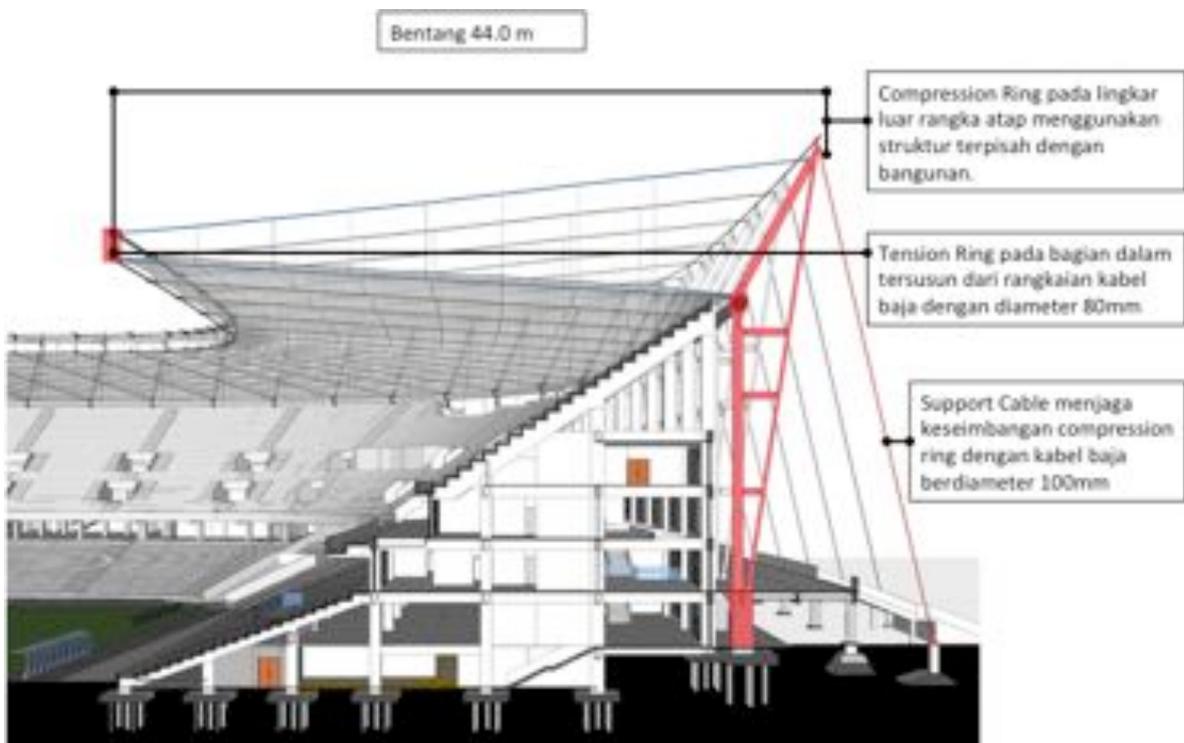
Gambar 4.6.7 Membran Menggantung
Sumber: Engel (1981:45)

Langkah berikutnya menentukan batas untuk mengaplikasikan membran pada rangka, kolom, dinding atau kabel. Penentuan batas untuk mengetahui metode pemasangan membran dan memperkirakan penyaluran gaya tegangan yang akan terjadi pada membran. Selanjutnya dilakukan proses pencarian bentuk (*form finding*) untuk menentukan efisiensi bentuk yang memungkinkan didapat dari atap membran. Pada tahap ini juga dianalisa agar

penggunaan material membran dapat efisien dalam tahap aplikasinya untuk mengurangi material yang terbuang. Langkah terakhir merupakan analisis struktur atap terhadap gaya yang bekerja pada struktur yang berupa gaya internal dan juga gaya gaya eksternal termasuk angin dan hujan.

4.6.4 Konsep struktur

Konsep struktur menggunakan jenis *rotational system* dengan menggunakan dua ring pada sisi luar berupa *compression ring* dan sisi dalam berupa *tension ring* dengan dihubungkan dengan kabel, menggunakan prinsip gaya yang saling tarik menarik dari kabel yang menghubungkan kedua ring. *Compression ring* berupa struktur *steel truss* agar memiliki kekakuan yang baik dalam menopang beban sedang untuk *tension ring* menggunakan kabel baja dengan diameter 80 mm yang menggunakan pengait antar sambungan kabel dengan pengaku pipa baja antar pengait. Dibantu dengan kabel *support* pada bagian *compression ring* mengarah keluar dengan diameter kabel 100 mm. Struktur atap menggunakan material baja dan terpisah dengan struktur bangunan menggunakan beton, sehingga beban atap hanya ditumpu pada struktu rangka baja.

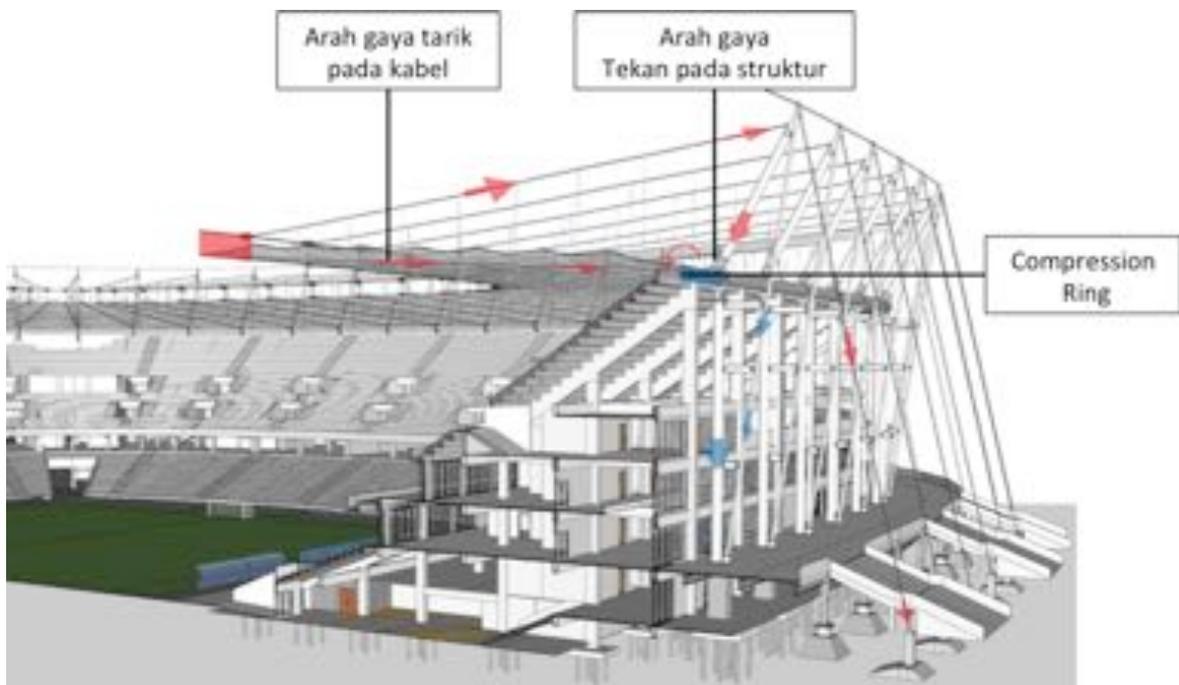


Gambar 4.6.8 Struktur Stadion

Compression ring menggunakan rangka baja berbentuk segitiga dengan ring keliling atap berupa pipa baja dengan diameter 1 m pada bagian bawah yang menjadi tumpuan dari gaya pada struktur. Pada bagian atas terpadat ring pipa baja dengan diameter 16 cm sebagai penyeimbang pada struktur bagian atas. Penyaluran gaya pada atap melalui

kabel baja yang menghubungkan ring dalam dan luar. Kabel baja berjumlah 66 kabel dengan jarak antar kabelnya sekitar 10 m yang mengikuti jarak kolom. Arah penyaluran gaya mengarah dari sisi dalam keluar, karena terjadi pembebanan pada *compression ring* yang menjadi penyangga utama atap, dan dibantu dengan kabel mengarah keluar untuk menyeimbangkan arah gaya.

Penyaluran gaya pada struktur untuk menahan gaya tarik dari kabel maka modul struktur dibentuk modul segitiga dengan titik tumpuan utama pada *compression ring* untuk menahan gaya tarik dari modul kolom. Kolom penyeimbang pada bagian luar memiliki fungsi sebagai struktur penyangga untuk menjaga bentuk struktur. Penyaluran gaya struktur menggunakan kabel pada bagian atas dan bawah.



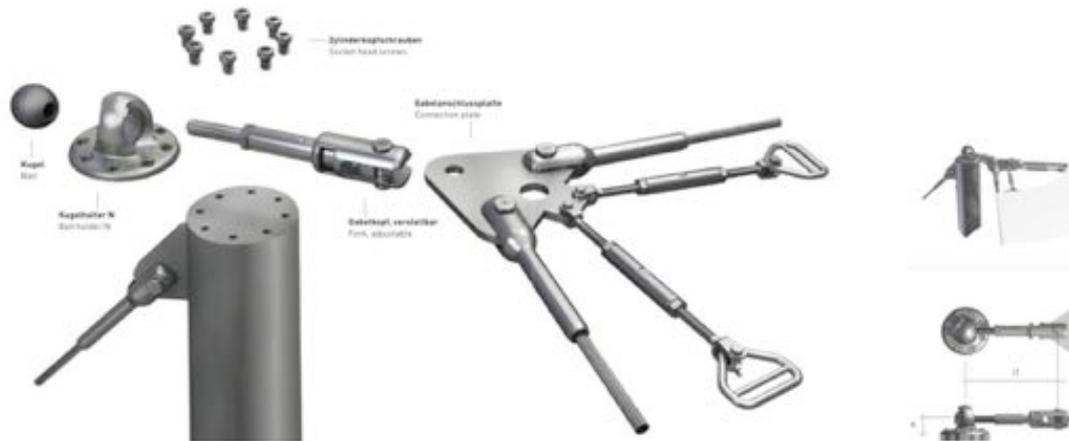
Gambar 4.6.9 Arah Gaya Struktur

4.6.5 Material Atap Membran

Material membran yang digunakan berjenis PTFE dengan tingkat transparansi mencapai 13% dalam memasukan cahaya. Material dengan jenis PTFE ini memiliki daya tahan hingga 30 tahun dengan spesifikasi permukaan bebas perawatan dengan permukaan yang tidak lengket. Ketahanan terhadap suhu dengan rentang $-70^{\circ}\text{C} - 260^{\circ}\text{C}$ dan juga tahan api. Membran dengan jenis PTFE ini umumnya digunakan untuk struktur permanen karena kemampuan mempertahankan kekuatan tarik membran yang baik, material ini banyak digunakan dalam bangunan dengan bentang lebar juga termasuk bangunan stadion.

Pengait yang digunakan untuk memasang material membran terdapat pada sisi membran dan juga antar jaringan kabel. Mekanisme pengait berbentuk segitiga yang dapat

diletakan pada tiang maupun kolom yang menjadi tumpuan dan menghubungkan membran dengan kabel untuk menghasilkan bentuk dan kekuatan tanrik membran.



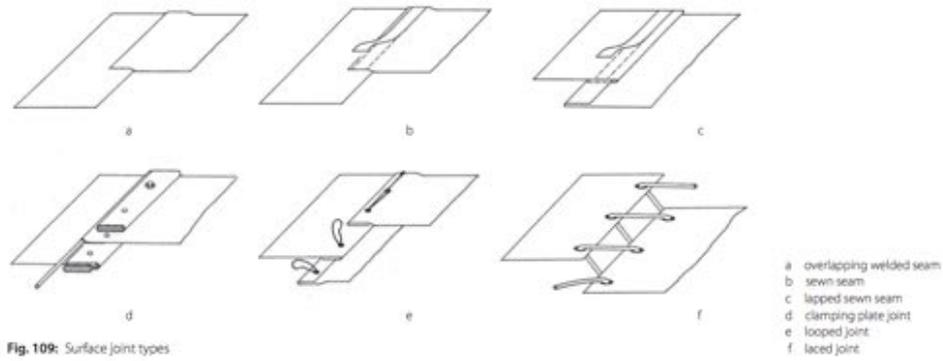
Gambar 4.6.10 Pengait membran untuk sisi sudut
 Sumber: <https://www.carlstahl-architektur.com>

Pada bagian sisi membran yang dikaitkan pada kabel maupun dinding dapat menggunakan mekanisme pengait yang menjepit membran sehingga membentuk rangka pada bagian sisi membran. Dengan penggunaan rangka ini untuk menjaga kekuatan tarik silicone-coated glass membran dan juga memudahkan pemasangan baut ataupun kabel sehingga tidak melubangi membran.



Gambar 4.6.11 Pengait rangka membran untuk pemasangan pada kabel
 Sumber: <https://www.carlstahl-architektur.com>

Untuk menutup bagian yang terbuka antara membran ada beberapa metode dalam menyambung antar bagian. Metode paling umum adalah jahitan las dengan menggunakan alat penekan dengan suhu antara $20^{\circ} - 170^{\circ} \text{C}$, dengan metode ini kekuatan tarik membran yang didapat antara 60 – 95%. Metode ini dapat dilakukan pada saat fabrikasi membran dan saat dilapangan. Metode lainnya berupa jahitan dengan teknik pelipatan membran yang menyesuaikan. Metode lainnya berupa pengeleman dengan menambal membran dengan aplikasi zat adesif terlebih dulu untuk mempertahankan kekuatan membran, metode ini jarang digunakan karena hanya untuk material membran transparan dengan pelapis silikon. silicone-coated glass



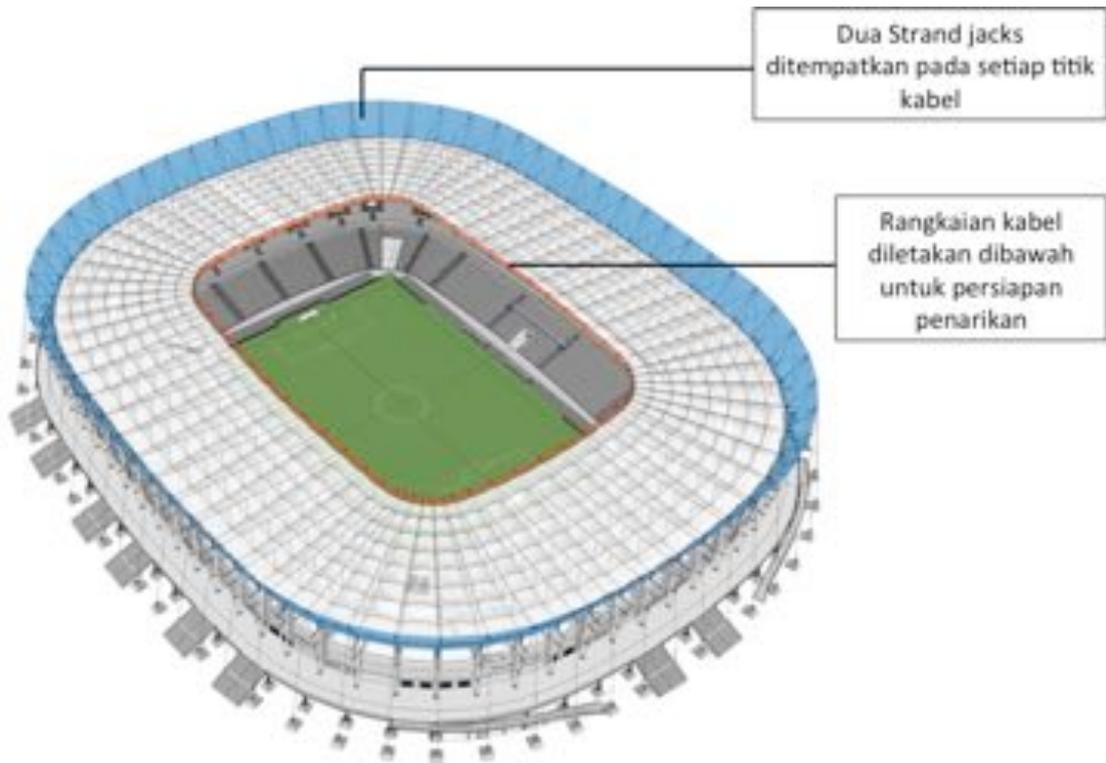
Gambar 4.6.12 Metode menyambung membran
Sumber: Seidel (2009:65)

4.6.6 Proses Konstruksi Struktur

Proses pengangkatan kabel baja dilakukan dengan menggunakan alat *Strandjack* yang menggunakan sistem *hydraulic* silinder untuk mengangkat beban berat dan sulit dijangkau menggunakan *crane*. Alat ini biasa digunakan untuk konstruksi atap stadion menggunakan kabel, jembatan dan konstruksi lepas pantai. Proses aplikasi pada bangunan stadion untuk menarik kabel pada *compression ring* pertama dengan menyusun rangkaian kabel pada permukaan, dan dua strandjack ditempatkan pada setiap titik kabel untuk proses pengangkatan yang dilakukan pada semua jaringan kabel secara bersamaan untuk mendapatkan kekuatan tegangan kabel yang sama.



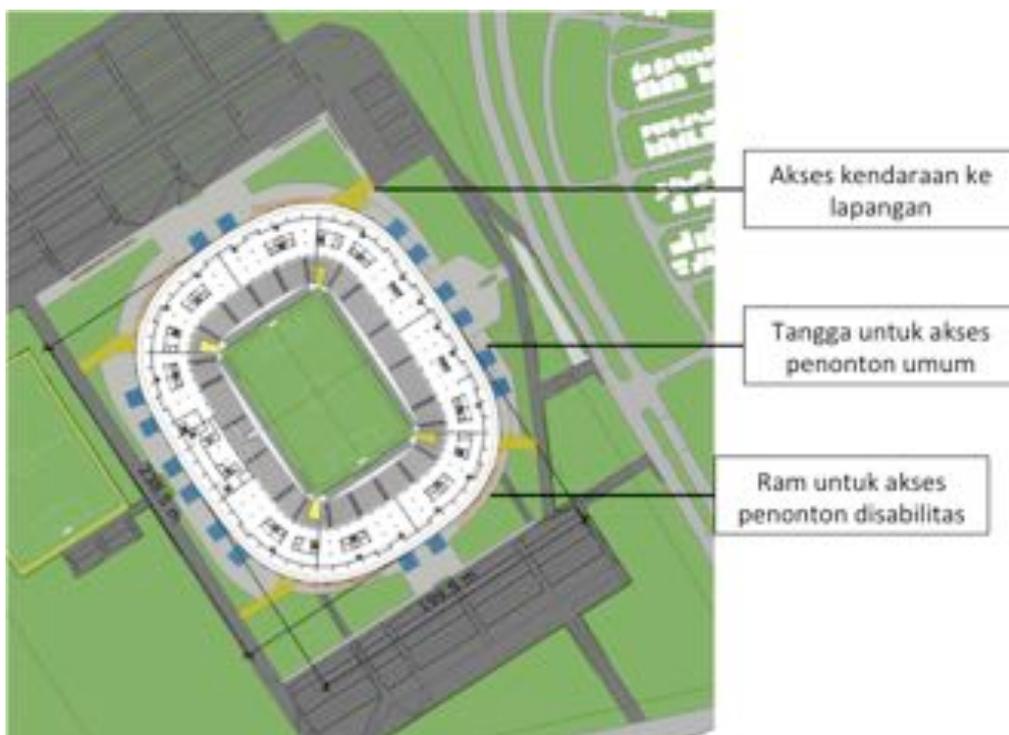
Gambar 4.6.13 Strandjack
Sumber: https://en.wikipedia.org/wiki/Strand_jack



Gambar 4.6.14 Proses Konstruksi

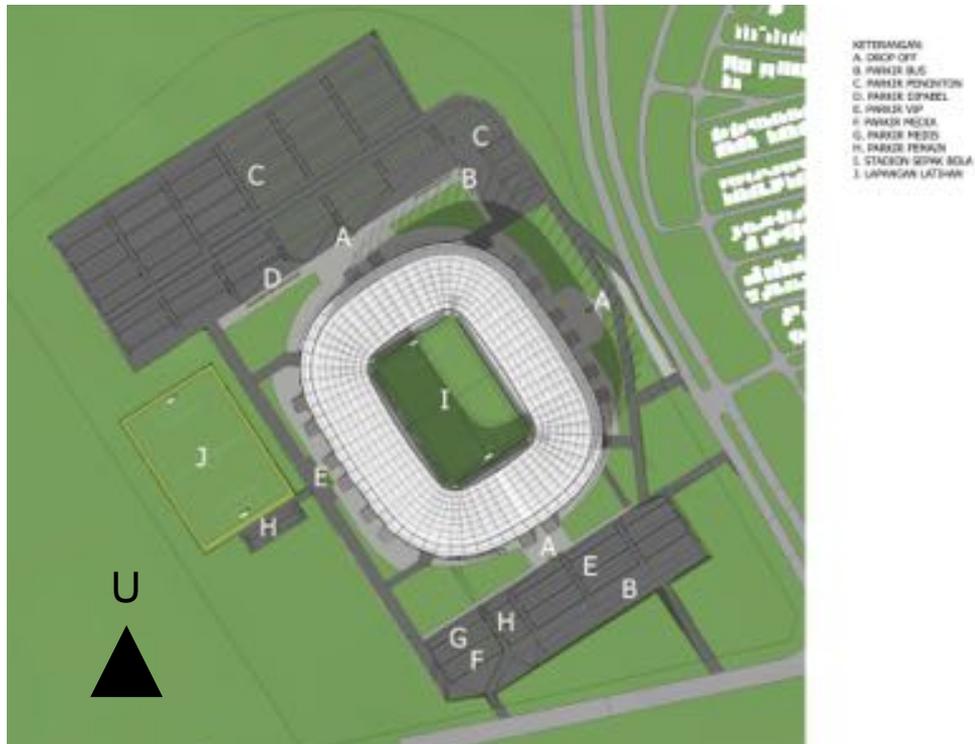
4.7 Hasil desain

Akses ke dalam bangunan untuk pengunjung terdapat tangga dan ram untuk penyandang disabilitas. Akses kendaraan ke dalam lapangan terdapat pada setiap sudut lapangan, dapat digunakan untuk akses bus tim dan evakuasi darurat.



Gambar 4.7.1 Akses Stadion

Penggunaan atap membran dengan sistem kabel pada bangunan stadion memberikan kesan ringan pada bagian atap stadion, pada interior bangunan penggunaan atap membran yang semi transparan juga memberikan efek yang luas dan terang pada lapangan pertandingan. Orientasi bangunan 120° pada arah barat laut untuk mengurangi cahaya matahari langsung.



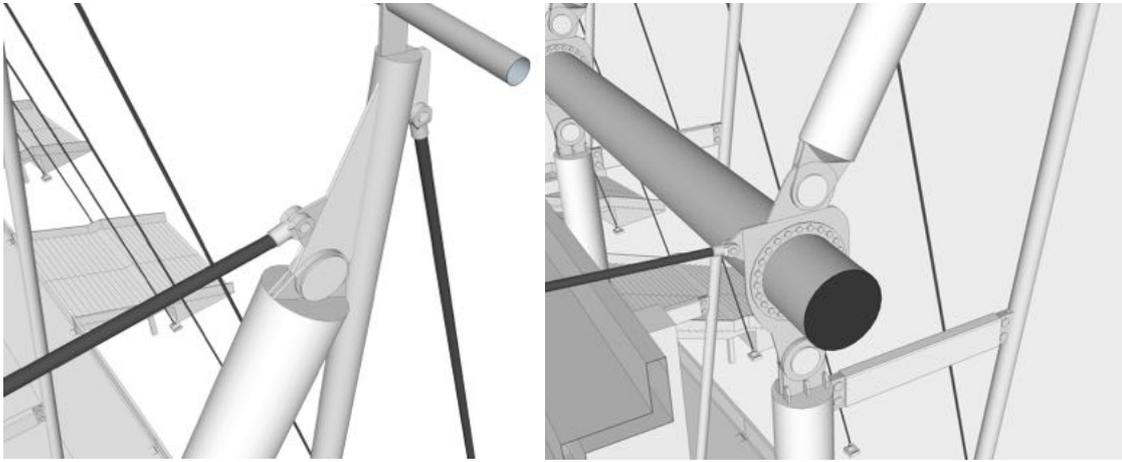
Gambar 4.7.2 Site Plan

Bentang atap stadion sebesar 44 m dengan jarak rangka baja *compression ring* dan ring penyeimbang setinggi 10 m. Membran atap berbentuk dasar *barrel* dengan menggunakan purlin pada bentang atap sehingga menimbulkan atap yang bergelombang.



Gambar 4.7.3 Bangunan Stadion

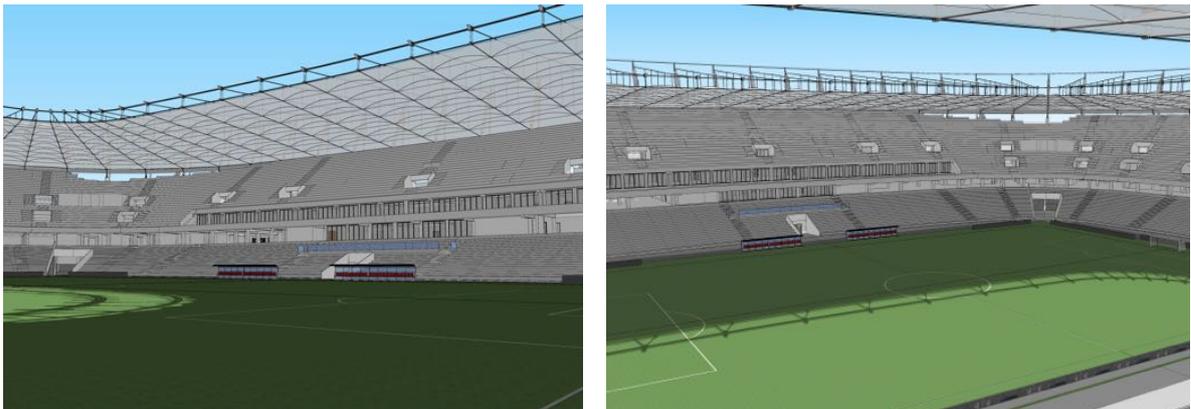
Sambungan struktur rangka baja menggunakan pin dan baut baja dengan struktur kolom menjadi penopang dari *compression ring* yang mengapit sambungan. Pengait untuk kabel struktur juga menyatu pada struktur baja.



Gambar 4.7.4 Detail Struktur



Gambar 4.7.5 Tampak Stadion



Gambar 4.7.6 Interior Stadion

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Perancangan stadion sepak bola di Kabupaten Tangerang dengan atap membran bertujuan untuk mengaplikasikan sistem atap *form active* dalam bangunan bentang lebar sebagai jenis struktur yang memiliki tingkat efisiensi tinggi. Bangunan stadion pada area ini juga bertujuan untuk memberikan fasilitas olahraga dan ruang publik pada area Kabupaten Tangerang dan Kota Tangerang Selatan dikarenakan kebutuhan akan fasilitas publik stadion sepak bola pada wilayah ini.

Jenis struktur *form active* yang digunakan berupa struktur tegangan kabel, struktur yang memiliki kemampuan bentang diatas 100 m dinilai tepat untuk diterapkan pada bangunan stadion. Dalam perancangan stadion sepak bola maka ketentuan yang digunakan menggunakan standar FIFA, dengan penentuan kapasitas stadion untuk 40.000 penonton. Untuk menerapkan rancangan struktur atap tegangan membran menggunakan sistem kabel maka diperlukan langkah - langkah dalam perancangan untuk menentukan jenis struktur kabel yang digunakan.

Berikut langkah dalam menerapkan struktur tegangan membran kabel dalam bangunan stadion sepak bola :

1. Menentukan jenis membran yang digunakan untuk umur pemakaian dan karakteristik membran. Penggunaan membran dapat digunakan untuk struktur permanen maupun semi permanen, jenis membran yang digunakan juga dapat berbeda untuk kebutuhan ini.
2. Menentukan bentuk dasar membran dengan pertimbangan kekuatan tampilan dan juga kesesuaian dengan bentuk bangunan, bentuk dasar membran umumnya berupa dome, hypar, conical dan menggantung.
3. Menentukan batas membran untuk dikaitkan pada rangka bangunan yang dapat berupa kolom, dinding, tiang penyangga, kabel dan rangka struktur. Pada tahap ini dibutuhkan pertimbangan titik untuk penyangga membran dalam menyalurkan gaya.
4. Proses pencarian bentuk (*form finding*), tahapan ini merupakan pekerjaan untuk menentukan tampilan membran pada atap bangunan. Proses ini merupakan juga proses yang intuitif, karena pada tahap ini ekspresi bentuk membran menjadi penting untuk tampilan bangunan.

5. Proses terakhir merupakan analisis kekuatan struktur untuk menahan beban gaya. Dalam tahap ini juga dapat dilakukan proses pengetesan *wind tunnel* untuk melihat respon membran agar tetap pada kekuatan regangan yang baik.

Prinsip struktur membran dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang bangunan menggunakan struktur membran dengan aspek penyaluran gaya pada struktur, tumpuan struktur dan bentuk struktur. Gaya pada membran didapatkan dengan membentuk arah lengkung yang berlawanan pada membran. Bentuk permukaan datar yang luas pada membran harus dihindari, dapat dengan cara membagi modul membran dengan struktur lengkung untuk memberikan bentuk. Tumpuan membran menggunakan kabel yang dikaitkan pada setiap sudut ke struktur. Tumpuan utama struktur haruslah menumpu ke tanah dan memperhatikan arah gaya tarik dari struktur tegangan membran.

Dalam proses perancangan struktur dengan jenis ini dibutuhkan konsep bangunan yang melibatkan arsitek, engineer dan kontraktor sebagai pelaksana. Bagian pekerjaan arsitek berupa konsep bangunan sampai pencarian bentuk membran untuk menentukan tampilan bangunan. Engineer bekerja untuk menentukan analisis kekuatan membran dan menentukan teknik aplikasi membran pada struktur. Tahap pelaksanaan dikerjakan oleh kontraktor mulai dari detail, pemotongan membran dan elevasi struktur.

5.2 Saran

Penerapan struktur tegangan membran pada bangunan stadion dapat memberikan tampilan yang unik pada stadion dalam bentuk atap yang terlihat ringan dan semi transparan. Untuk menghasilkan bentuk yang lebih ideal dan menarik dapat dikembangkan lagi untuk proses pencarian bentuk dan pengaplikasian membran pada struktur. Aplikasi material membran juga memerlukan detail pemasangan dan jenis pengait yang dapat diubah lagi untuk menghasilkan bentuk atap membran agar lebih dinamis.

DAFTAR PUSTAKA

- Butler, Robert B. 2002. *Architectural Engineering Design: Structural System*. New York : McGraw - Hill
- Charleson, Andrew W. 2005. *Structure As Architecture A Source Book For Architects And Structural Engineers*. London : Architectural Press
- Engel, Heinrich. 1981. *Structure Systems*. New York: Van Nostrand Reinhold Company
- FIFA. 2011. *Football Stadiums: Technical Recommendations And Requirments 5th Edition*
- John, Geraint. 2000. *Stadia*. Oxford : Architectural Press
- Kaltenbach, Frank. 2004. *Translucent Materials: Glass, Plastics, Metals*. Berlin : Birkhauser
- Macdonald, Angus J. 2001. *Structures and Architecture Second Edition*. Oxford : Architectural Press
- Neufert, Erns. 2002. *Data Arsitek*. Jakarta : Erlangga
- Schodek, Daniel L. 1991. *Struktur*. Bandung : PT Eresco