

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Objek

2.1.1 Kajian Definisi Objek Rancangan

Objek rancangan pada penulisan ini adalah Gedung Robotika Bertaraf Internasional. Berikut merupakan definisi objek rancangan yang dijelaskan secara etimologi kemudian ditarik sebuah kesimpulan mengenai definisi objek keseluruhan.

2.1.1.1 Definisi Gedung Robotika

Secara etimologi, terdapat beberapa definisi gedung robotika, yaitu :

- a. Dalam Kamus Bahasa Indonesia, definisi gedung adalah bangunan (rumah) untuk suatu maksud (seperti untuk kantor, rapat atau tempat pertunjukan).
- b. Gedung adalah bangunan tembok yang berukuran besar sebagai tempat kegiatan, seperti perkantoran, pertemuan, perniagaan, pertunjukan, olahraga, dan sebagainya (www.artikata.com).
- c. Robotika adalah ilmu tentang mesin robot (www.artikata.com).
- d. Berdasarkan Webster, robotika adalah teknologi yang berhubungan dengan mendesain, membuat, dan mengoperasikan robot.
- e. Robotika adalah satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi dari robot (id.wikipedia.org).

Beberapa definisi diatas dapat ditarik sebuah garis besar tentang definisi gedung robotika, yaitu bangunan besar yang digunakan sebagai tempat kegiatan

yang berhubungan dengan ilmu robot meliputi desain, pembuatan, dan pengoperasian robot.

2.1.1.2 Definisi Bertaraf Internasional

Bertaraf internasional secara etimologi mempunyai beberapa definisi antara lain sebagai berikut :

- a. Dalam Kamus Bahasa Indonesia, bertaraf berasal dari kata dasar, yaitu taraf yang berarti tingkat(an); derajat; mutu (dalam arti tinggi rendahnya, baik buruknya, dan sebagainya). Bertaraf berarti bertingkat(an); bermutu.
- b. Dalam Kamus Bahasa Indonesia, internasional adalah menyangkut bangsa-bangsa seluruh dunia.
- c. Internasional adalah menyangkut bangsa atau negeri seluruh dunia; antarbangsa (artikata.com)

Berdasarkan beberapa definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa bertaraf internasional adalah bertingkatan setara negara-negara di dunia. Jadi, secara keseluruhan, definisi Gedung Robotika Bertaraf Internasional adalah bangunan besar yang digunakan sebagai tempat kegiatan yang berhubungan dengan ilmu robot meliputi desain, pembuatan, dan pengoperasian robot yang mempunyai tingkatan setara dengan negara-negara di dunia.

2.1.2 Sejarah Perkembangan Teknologi Robot di Indonesia

Menurut id.wikipedia.org, sejauh ini belum ada data yang dapat memberikan kepastian mengenai kapan robot, sebagai teknologi, mulai dikembangkan di Indonesia. Namun mulai tahun 80-an, kebijakan nasional dalam pengembangan riset teknologi telah memberikan dukungan pada litbang

permesinan otomatis dalam rangka mencermati dan menunjang Sumber Daya Manusia Indonesia yang memiliki minat dan kemampuan untuk menguasai teknologi robot. Salah satu wujud konkretnya adalah dikembangkannya sejumlah laboratorium, seperti MEPPPO (Mesin Perkakas Teknik Produksi dan Otomatis) yang diprakarsai oleh BPPT bekerjasama dengan ITB, Industri strategis, serta LET (Laboratorium Elektronika Terapan) di LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).

Sejak dikembangkannya sejumlah laboratorium tersebut, beraneka macam permesinan otomatis / robot telah berhasil dikembangkan, diproduksi, serta dikomersilkan oleh berbagai industri, baik industri strategis maupun industri lainnya di Indonesia. Bahkan dalam pengembangan robot terbaru saat ini, telah dikembangkan jenis robot yang memiliki kemampuan untuk mengontrol seluruh sistem operasi suatu pabrik.

Sejak tahun 80-an, pendayagunaan dan pemanfaatan permesinan otomatis telah dilakukan terutama melalui sejumlah industri strategis, di antaranya: PT PINDAD (sistem, peralatan, dll.), PT LEN Industri (IT, perangkat lunak, komputasi), PT Bharata dan PTBBI (pengecoran presisi untuk membuat bagian-bagian mesin), dll. Di samping itu, PT DI dan PT PAL, yang merupakan pengguna mesin otomatis, telah menguasai pengetahuan mengenai operasionalisasi robot untuk teknologi pesawat terbang dan teknologi perkapalan.

Kontes Robot Indonesia pertama kali diselenggarakan oleh Depdiknas tahun 1990. Sebelas tahun berikutnya, tepatnya pada tahun 2001, salah satu perwakilan dari Indonesia, yaitu tim B-Cak dari PENS-ITS telah berhasil

mencapai prestasi yang spektakuler, yakni dengan keluar sebagai Juara Pertama pada Asia Pasific Broadcasting (ABU) Robocon yang diselenggarakan di Tokyo.

Pada tahun 2001 juga, Kementerian Ristek bersama dengan Depdiknas telah mempromosikan juara Kontes Robot Indonesia dalam pameran Ristek tahunan yaitu RITECH EXPO (Research, Inovation, Technology Expo) yang diselenggarakan di Balai Sidang Jakarta. Dalam pameran tersebut terlihat respon positif dan antusiasme dari masyarakat.

Menjelang Kontes Robot Indonesia 2004, Kementerian Ristek bekerjasama dengan Departemen Pendidikan Nasional - Fakultas Teknik Universitas Indonesia telah menyelenggarakan semiloka (seminar dan lokakarya) dengan tema "Peluang dan Tantangan Teknologi Robot di Indonesia". Semiloka ini diselenggarakan dengan tujuan mempertemukan pihak-pihak yang berkepentingan dalam rangka pengembangan teknologi robot, agar para *stakeholders* tersebut dapat saling berbagi informasi terbaru dan berbagi pemahaman mengenai isu-isu teknologi robot yang sedang berkembang saat itu. Sasaran yang ingin di capai dengan semiloka ini adalah terdifusinya teknologi robot ke kalangan masyarakat yang lebih luas. Yang menjadi sasaran dalam semiloka tersebut adalah difusi teknologi robot pada kalangan masyarakat yang lebih luas. Dengan diselenggarakannya seminar ini, diharapkan kalangan mahasiswa dapat memperoleh informasi mengenai kebijakan-kebijakan yang telah ditetapkan pemerintah serta kebutuhan industri dalam pemanfaatan dan pendayagunaan robot. Di sisi lain, pihak industri bisa mendapatkan informasi dan gambaran mengenai pemanfaatan dan pendayagunaan robot untuk keperluan dan

kepentingan industry, serta prospek dan kemampuan yang para mahasiswa dalam mengembangkan teknologi robot.

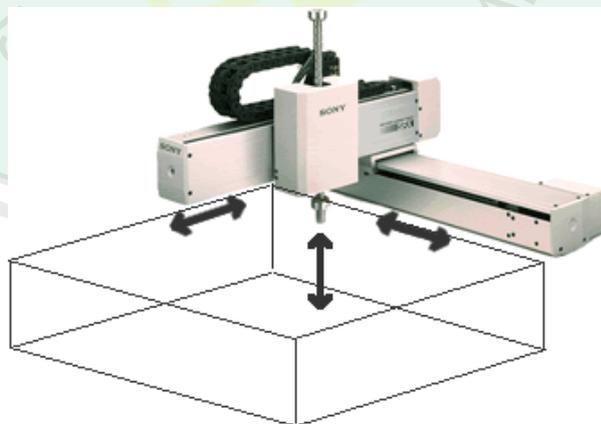
2.1.3 Klasifikasi Robot

Robot mempunyai berbagai macam bentuk, menurut Hendy Dyaja Siswaja dalam jurnalnya, robot diklasifikasikan menjadi dua, yaitu berdasarkan tipe gerakannya dan berdasarkan bentuknya.

a. Robot Berdasarkan Tipe Geraknya

- *Rectangular Coordinated*

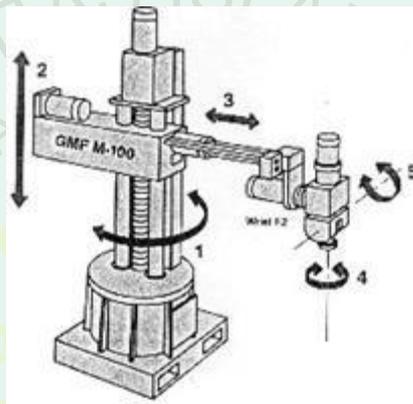
Robot jenis ini memiliki tiga sumbu linier untuk bergerak. Sumbu X mempresentasikan pergerakan ke kiri dan ke kanan, sumbu Y mempresentasikan pergerakan maju mundur, serta sumbu Z mempresentasikan pergerakan ke atas dan ke bawah. Ruang Kerja dari robot tipe ini adalah sebuah kubus atau persegi sehingga setiap pekerjaan yang dilakukan robot tipe ini harus berada pada ruang kerjanya.



Gambar 2.1 *Rectangular Coordinated Robot*
(Sumber : www.robotmatrix.org)

- *Cylindrical Coordinated*

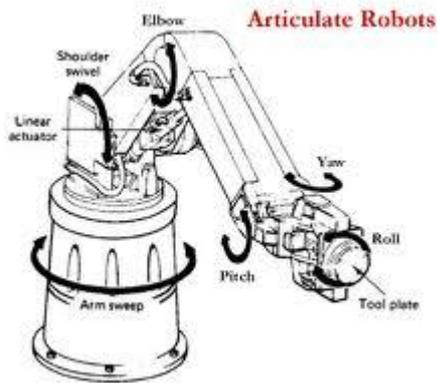
Robot tipe ini memiliki dua gerakan linier dan satu gerakan memutar. Robot tipe ini mampu melakukan banyak gerakan yang merupakan hasil kombinasi dari gerakan linear dan memutarnya. Kemampuannya untuk berputar juga menghasilkan gerakan yang lebih cepat dan ruang kerja yang lebih besar dibanding dengan jenis *rectangular coordinated*. Robot ini paling sesuai untuk pekerjaan *pick and place operation*.



Gambar 2.2 *Cylindrical Coordinated Robot*
(Sumber : www.societyofrobots.com)

- *Spherical Coordinated*

Robot tipe ini memiliki satu gerakan linear dan dua gerakan memutar. Ruang kerjanya berupa sebuah bola dan memiliki kapasitas ruang yang lebih besar dibandingkan dengan jenis *Cylindrical Coordinated*. Desain robot ini memberikan kemampuan untuk mengangkat beban berat.



Gambar 2.3 *Spherical Coordinated Robot*
(Sumber : www.machinesnews.com)

b. Robot Berdasarkan Tipe Bentuknya

- *Fixed Robot*

Merupakan bentuk robot yang tidak dapat berpindah dari satu tempat ke tempat lain secara keseluruhan. Bentuk robot ini bersifat statis dari segi posisi dan sangat sulit untuk dipindahkan. Contoh dari bentuk robot ini adalah robot di bidang industri



Gambar 2.4 *Fixed Robot*
(Sumber : engineerknowledge.blogspot.com)

- *Mobile Robot*

Merupakan bentuk robot yang dapat secara dinamis berpindah dari satu titik ke titik yang lainnya. Memiliki alat gerak untuk berpindah, seperti roda atau kaki.



Gambar 2.5 *Mobile Robot*
(Sumber : www.globalsecurity.org)

- *Bug Robot (Robot with Animal Shape)*

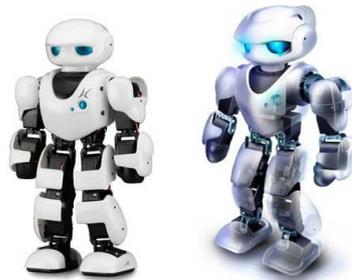
Merupakan robot yang menyerupai bentuk binatang. Disebut *Bug Robot* karena pada awalnya bentuk robot mengambil bentuk serangga.



Gambar 2.6 *Bug Robot*
(Sumber : exonauts.blogspot.com)

- *Humanoid*

Merupakan robot yang memiliki bentuk menyerupai bentuk manusia. Hal ini yang paling sulit dari bentuk robot ini adalah memikirkan bagaimana robot dapat berdiri tegak dan berjalan seimbang.



Gambar 2.7 *Humanoid Robot*
(Sumber : www.shifteast.com)

- *Combination*

Merupakan robot dengan bentuk yang menggabungkan dari keempat bentuk sebelumnya.



Gambar 2.8 *Combination Robot*
(Sumber : wahyu225.wordpress.com)

2.1.4 Kajian Arsitektural Objek Rancangan

2.1.4.1 Fungsi Gedung Robotika

Berdasarkan hasil studi banding bangunan sejenis, gedung Robotika dalam penulisan ini mempunyai beberapa fungsi, yaitu :

a. Sebagai Arena Perlombaan

Arena perlombaan digunakan sebagai tempat pertandingan robot-robot yang dilombakan. Disamping sebagai arena perlombaan, tentunya harus mempunyai fungsi penunjang yang lain, misalnya digunakan sebagai tempat pameran, seminar, dan kegiatan mahasiswa lainnya. Hal ini tentunya dapat meningkatkan dan mengoptimalkan fungsi arena perlombaan tersebut.

b. Sebagai Arena Latihan

Arena latihan digunakan untuk persiapan para peserta lomba robotika. Sebelum melakukan pertandingan, peserta lomba dapat melakukan tes atau uji coba terhadap robotnya masing-masing.

c. Sebagai Laboratorium

Laboratorium digunakan sebagai sarana pembuatan robot. Terdapat peralatan-peralatan lengkap yang dapat digunakan para peserta lomba dalam proses pembuatan robot masing-masing.

d. Sebagai Tempat Penelitian

Adanya laboratorium-laboratorium tersebut tentunya disamping sebagai tempat yang mempunyai peralatan-peralatan lengkap untuk pembuatan robot, juga sebagai tempat untuk meneliti dan mengembangkan keilmuan robotika secara terus-menerus dan berkelanjutan.

e. Sebagai Tempat Produksi Robot

Selain fungsi inti tersebut, yaitu sebagai arena perlombaan dan penelitian, gedung ini juga akan menjadi pusat pelayanan industri yang membutuhkan desain robot tertentu.

2.1.4.2 Kriteria Gedung Robotika Berstandar Internasional

Menurut Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D, terdapat dua kriteria yang harus dipenuhi dalam merancang gedung robotika bertaraf internasional, yaitu :

a. Arena perlombaan

Arena perlombaan harus layak dan sesuai dengan peraturan-peraturan perlombaan robot internasional. Semua fasilitas yang ada harus mampu memenuhi semua kebutuhan-kebutuhan yang diperlukan dalam perlombaan internasional.

b. Pusat Penelitian

Gedung robotika dikatakan internasional jika terdapat pusat penelitian di dalamnya. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi para peneliti yang ingin

mengembangkan keilmuannya, khususnya keilmuan yang berkaitan dengan robot dan sebagai tempat untuk mengembangkan teknologi-teknologi robot secara terus-menerus. Jadi, peneliti dari negara manapun dapat melakukan penelitian di dalamnya.

2.1.4.3 Kebutuhan Ruang Gedung Robotika

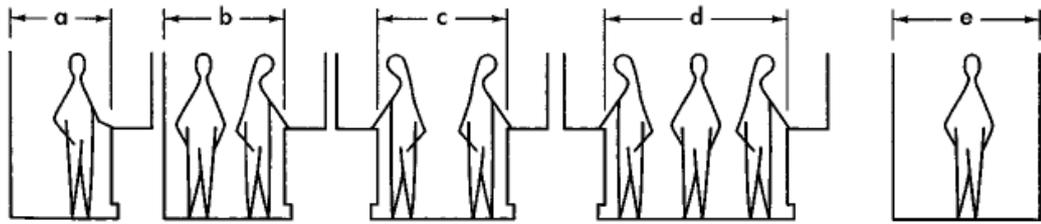
Kebutuhan ruang gedung Robotika dalam penulisan ini mengacu pada studi banding bangunan sejenis yang kemudian mengalami penambahan kebutuhan ruang sesuai dengan yang dibutuhkan. Berikut adalah kebutuhan-kebutuhan ruang pada gedung Robotika :

a. Ruang Utama

Dalam gedung Robotika terdapat beberapa ruang yang berfungsi sebagai ruang utama, yaitu ruang yang menampung fungsi utama gedung robotika, meliputi laboratorium, arena perlombaan, arena latihan, dan ruang pembuatan fisik robot.

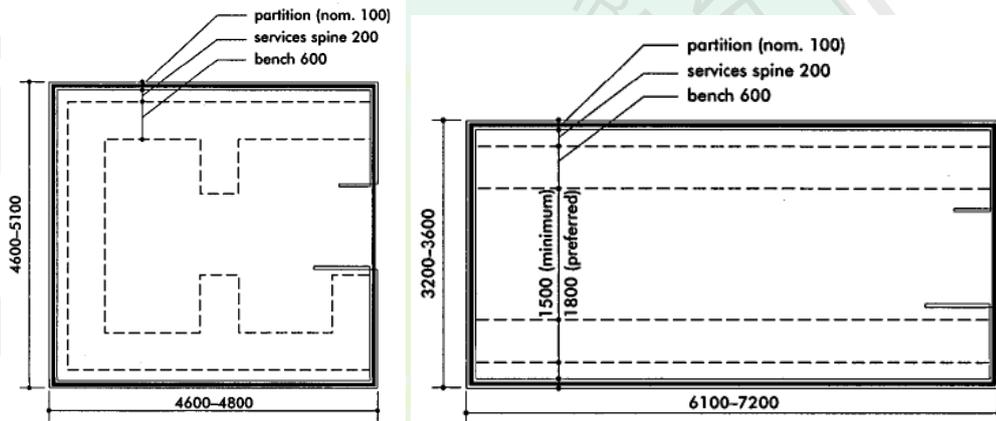
• Laboratorium

Laboratorium pada gedung Robotika merupakan tempat untuk melakukan penelitian mengenai keilmuan robotika sehingga dapat mendukung kemajuan teknologi yang ada. Berikut merupakan standar-standar ukuran yang terdapat dalam ruang laboratorium :

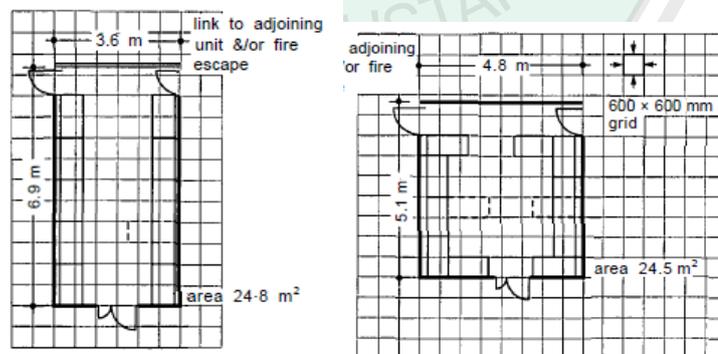


- | | | |
|---|---|-------------|
| a | one worker, no through traffic | 975–1200mm |
| b | one worker plus passage way | 1050–1350mm |
| c | two workers, back-to-back, no through traffic | 1350–1500mm |
| d | two workers, back-to-back, plus passage way | 1650–1950mm |
| e | gangway only, no working spaces either side | 900–1500mm |

Gambar 2.9 Luas Minimum Jalur Sirkulasi Laboratorium
(Sumber : Pickard, Architech's Handbook, hal. 225)



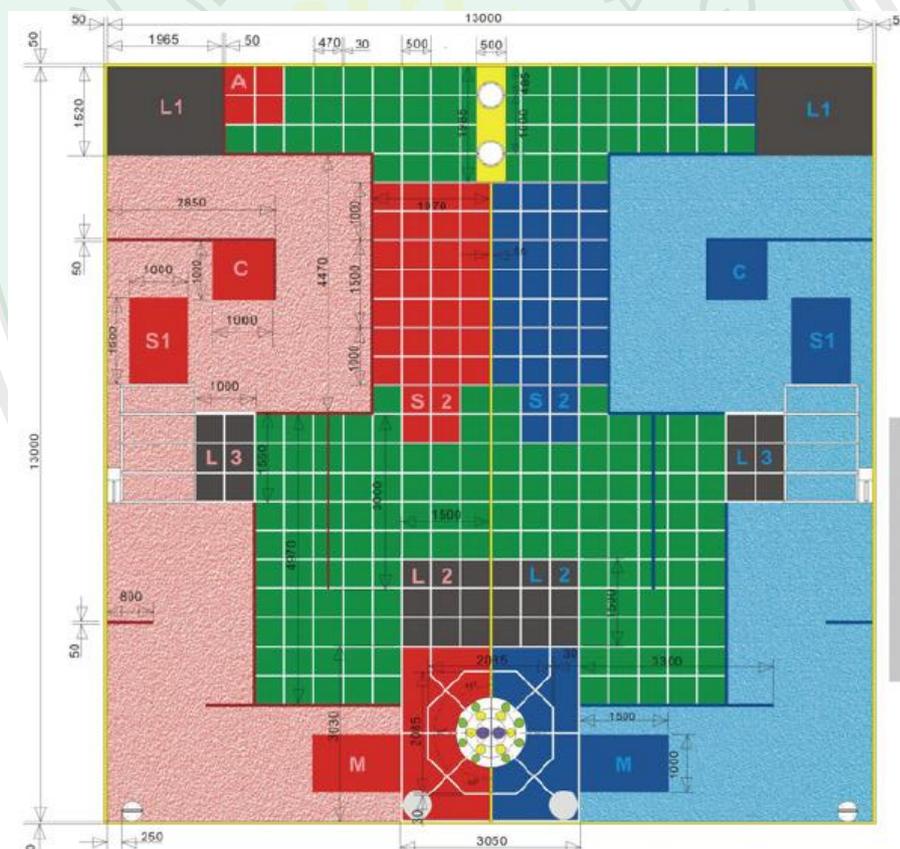
Gambar 2.10 Standar Luasan Laboratorium Berbentuk Persegi dan Persegi Panjang
(Sumber : Pickard, Architech's Handbook, hal. 226)



Gambar 2.11 Standar Luasan Minimal Laboratorium
(Sumber : Adler, Metric Handbook Planning and Design , hal. 30-9)

- Arena Perlombaan
 - Lapangan Perlombaan

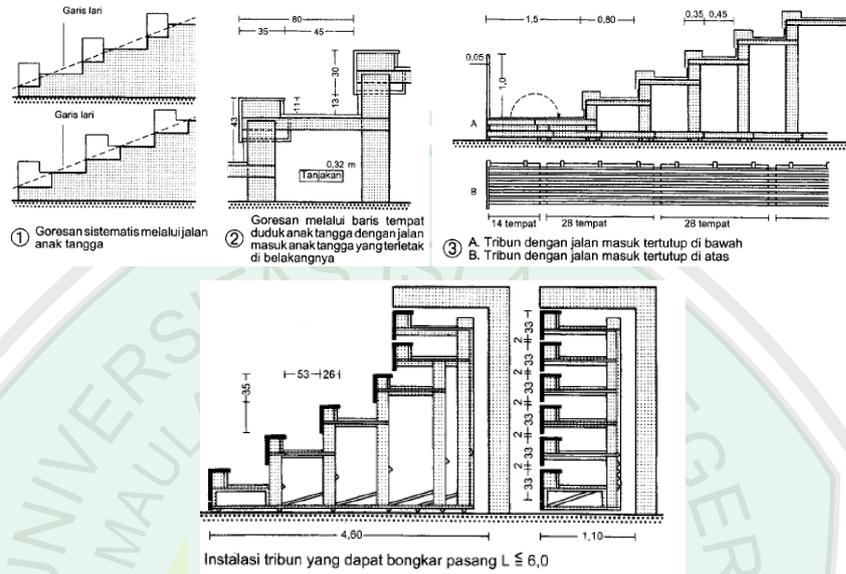
Standar ruang lapangan perlombaan mengacu pada aturan-aturan permainan (*game rule*) dalam kontes robot internasional. *Game rule* tersebut sudah menjadi standar yang digunakan dalam konter robot internasional manapun, yang membedakan hanyalah desain lapangan perlombaannya saja yang disesuaikan dengan konsep perlombaan. Berikut merupakan detail ukuran lapangan perlombaan dan detail ukuran tribun penonton :



Gambar 2.12 Standar Luasan Lapangan Perlombaan Robotika
(Sumber : Game Rule Abu Robocon 2012, www.aburobocon2012.hk)

- Tribun

Tribun merupakan tempat duduk para pengunjung ketika menyaksikan perlombaan robotika. Berikut adalah detail ukuran tribun :



Gambar 2.13 Detail Ukuran Tribun
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 183)

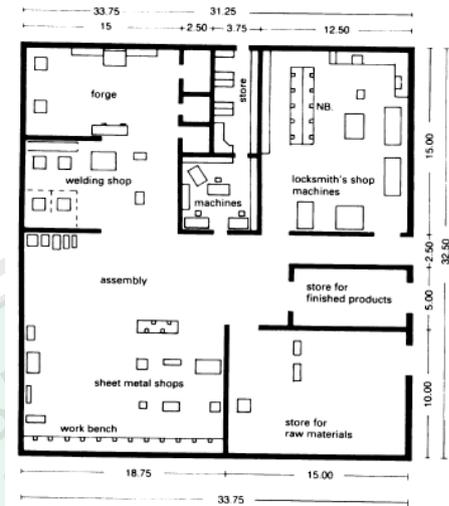
- Arena Latihan

Arena latihan merupakan tempat untuk melakukan simulasi dan pengetesan robot sebelum melakukan pertandingan. Tentunya, luasan ruang yang ada minimal harus sesuai dengan arena perlombaan karena ruangan ini harus mampu difungsikan sebagai tempat simulasi sirkuit perlombaan robot yang dibutuhkan.

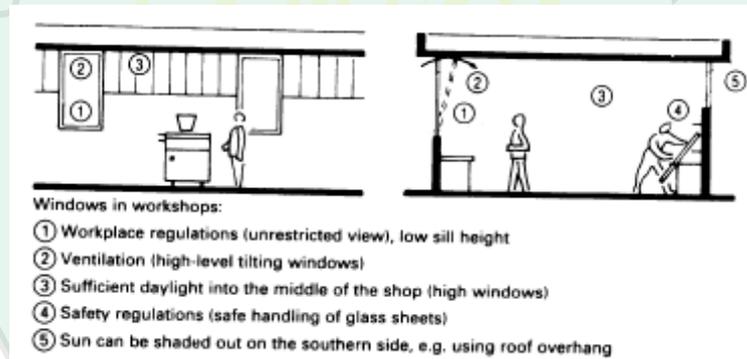
- Ruang Pembuatan Fisik Robot

Ruang ini adalah ruang khusus untuk tempat pembuatan rangka robot, meliputi proses pemotongan rangka, pengeboran, pengelasan dan lain sebagainya. Oleh karena itu, luasan ruang dapat mengikuti atau menyesuaikan luasan ruang pada perusahaan besi dan baja karena proses produksinya hampir sama dan terdapat

peralatan-peralatan produksi yang hampir sama pula. Berikut adalah standar ruang pada perusahaan metal dan baja dan desain jendelanya :



Gambar 2.14 Ukuran Ruang Kerja Perusahaan Metal dan Baja
 Sumber : Neufert, Data Arsitek 3, hal. 380)



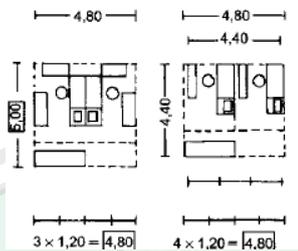
Gambar 2.15 Desain Jendela pada Ruang Kerja
 Sumber : Neufert, Data Arsitek 3, hal. 380)

b. Ruang Penunjang

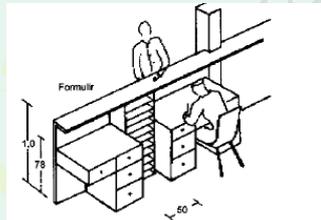
Pada gedung Robotika terdapat ruang penunjang yang berfungsi sebagai penunjang fungsi utama gedung Robotika. Terdapat beberapa ruang penunjang, yaitu ruang kantor, tempat makan pengunjung, dan tempat parkir.

- Ruang Kantor

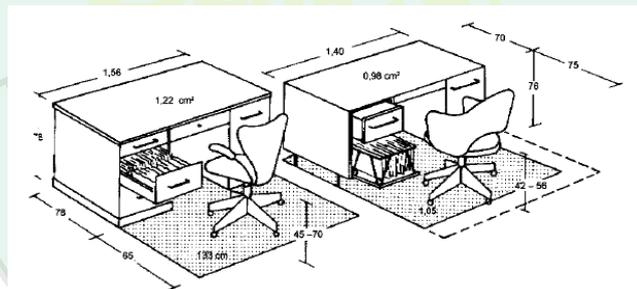
Ruang kantor merupakan ruang penunjang yang digunakan sebagai tempat para pengelola gedung untuk mengelola administrasi gedung.



Gambar 2.16 Ukuran Minimum Ruang Kantor
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 13)



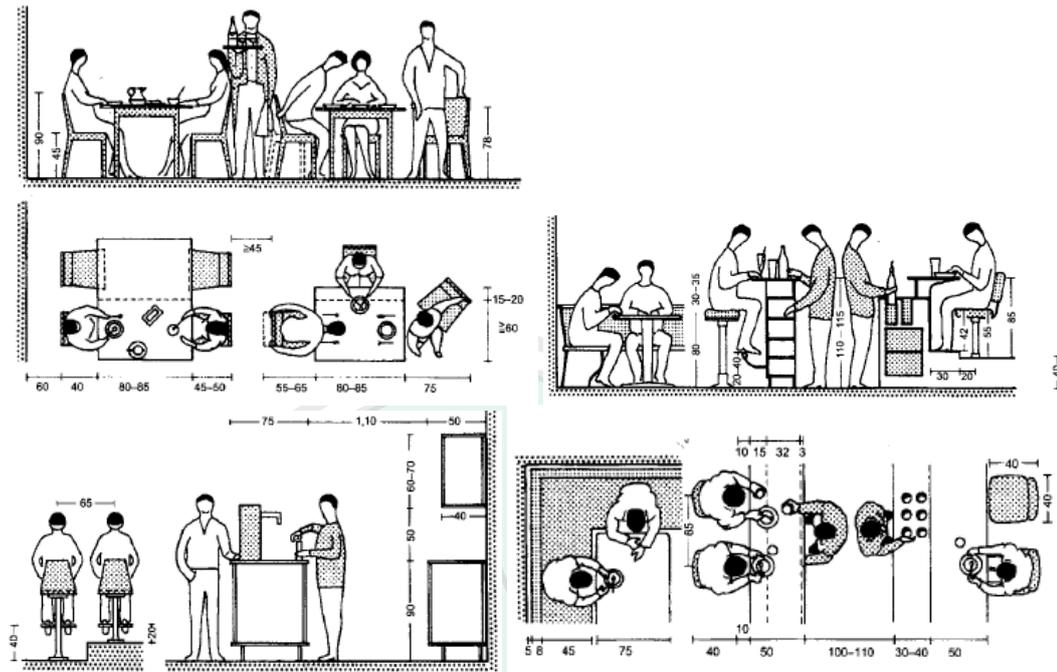
Gambar 2.17 Kantor dengan Meja Pelanggan
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 21)



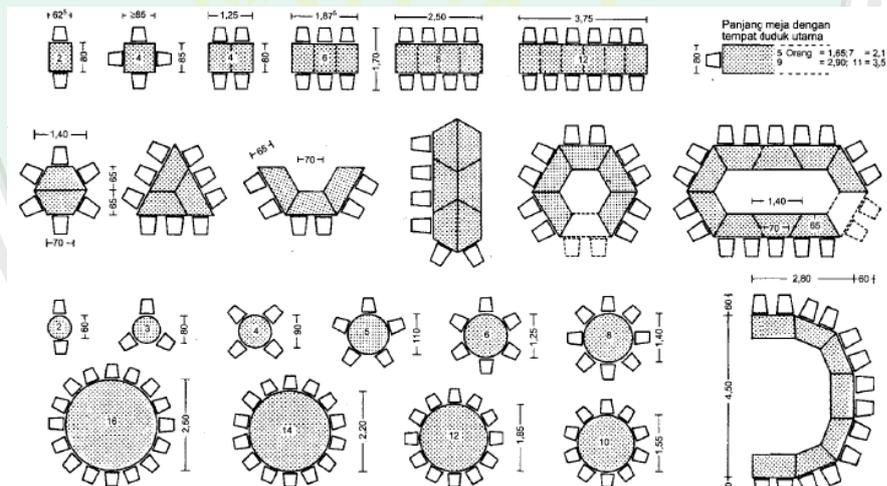
Gambar 2.18 Detail Ukuran Perabot Ruang Kantor
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 21)

- Tempat Makan Pengunjung

Berikut adalah detail ukuran pada tempat makan pengunjung dan beberapa variasi bentuk susunan mejanya :



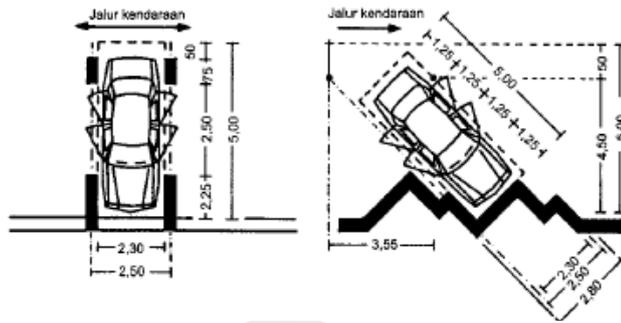
Gambar 2.19 Detail Ukuran Tempat Makan
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 119)



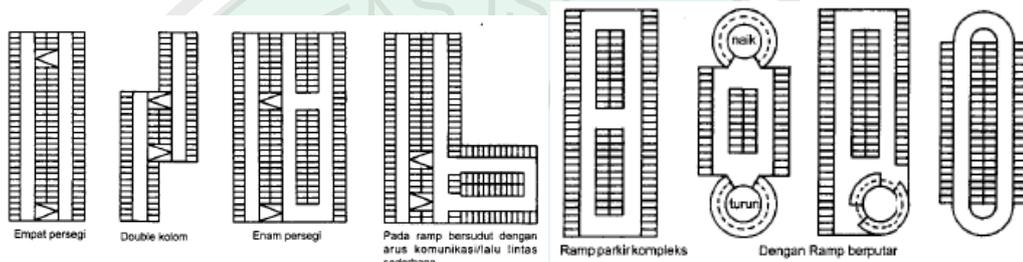
Gambar 2.20 Jenis Susunan Meja Makan
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 119)

- Tempat Parkir

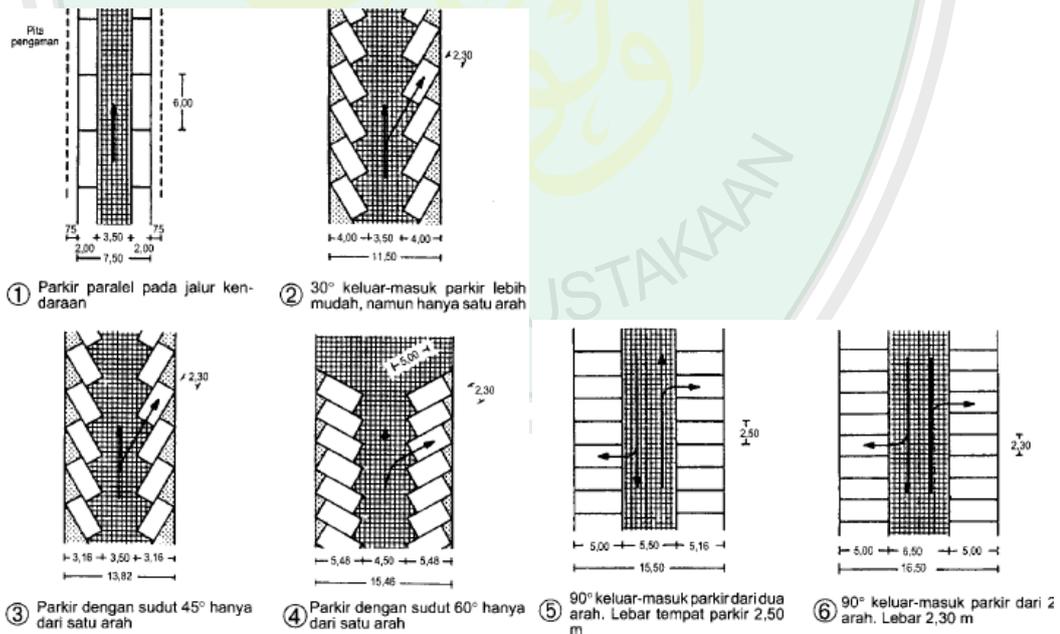
Pada bangunan-banguna publik atau fasilitas-fasilitas publik, termasuk gedung robotika, tempat parkir untuk kendaraan tentu sangat dibutuhkan. Berikut merupakan standar ukuran parkir kendaraan :



Gambar 2.21 Detail Ukuran Mobil
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 109)



Gambar 2.22 Jenis Susunan Parkir
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 109)



Gambar 2.23 Jenis Jalur Parkir
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 105)

Tabel 2.1 Standar Jumlah Parkir

Penggunaan	Predikat	Standar Parkir 1 (satu) mobil
Apartemen		Setiap satu unit
Bangunan Olahraga		Setiap 15 penonton/kursi
Bioskop	Kelas A-I	Setiap 7 kursi
	Kelas A-II	Setiap 10 kursi
	Kelas A-III	Setiap 15 kursi
Gedung pertemuan/konvensi	Padat	Setiap 4 m ² lantai bruto
	Tidak Padat	Setiap 10 m ² lantai bruto
Hotel	Bintang 4-5	Setiap unit kamar
	Bintang 2-3	Setiap 7 unit kamar
	Bintang 1 ke bawah	Setiap 10 unit kamar
Pasar	Tingkat kota	Setiap 100 m ² lantai bruto
	Tingkat wilayah	Setiap 200 m ² lantai bruto
	Tingkat lingkungan	Setiap 300 m ² lantai bruto

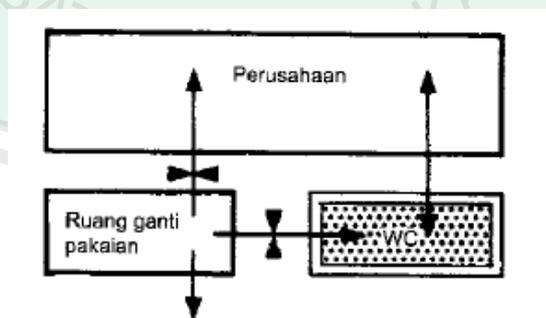
(Sumber : Juwana, Sistem Bangunan Tinggi, hal. 19)

c. Ruang Servis

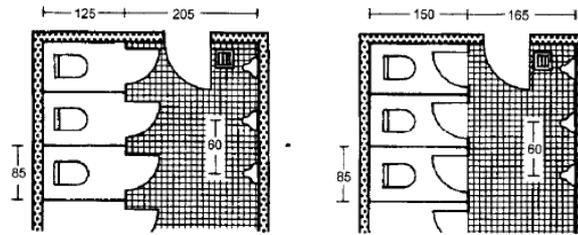
Ruang servis merupakan ruang yang digunakan sebagai tempat pelayanan untuk pengunjung, misalnya toilet, musholla, dan lain-lain. Pada gedung Robotika ini terdapat dua ruang servis, yaitu toilet dan musholla.

- Toilet

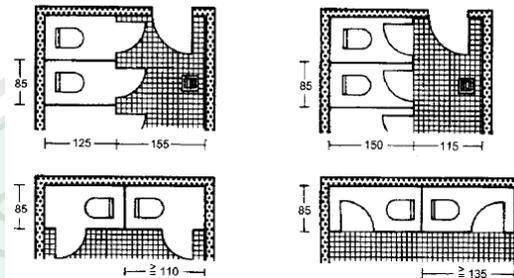
Berikut merupakan detail ukuran toilet beserta perabot di dalamnya, yaitu kloset dan wastafel :



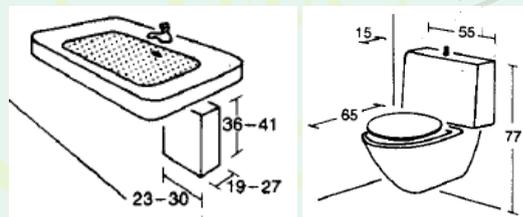
Gambar 2.24 Tata Letak Toilet
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 67)



Gambar 2.25 Ukuran Toilet dengan Urinoir
 Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 67)



Gambar 2.26 Toilet Berdasarkan Arah Bukaannya
 (Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 67)



Gambar 2.27 Ukuran Kloset dan Wastafel
 (Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 221)

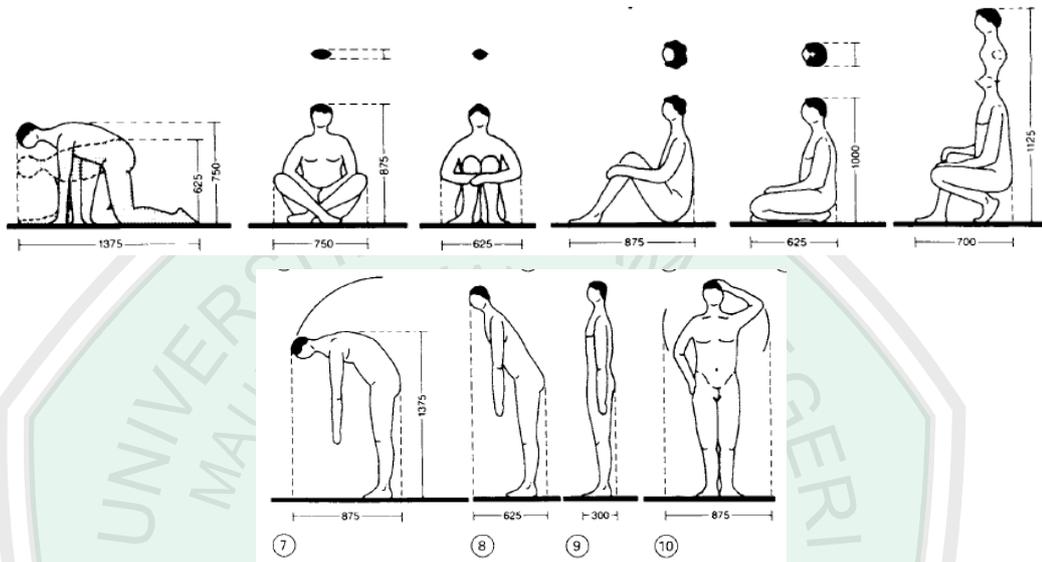
Tabel 2.2 Jumlah Toilet Berdasarkan Jumlah Kesibukan

Pria							Wanita					
Jumlah kesibukan	Kloset duduk	Tempat bak ¹⁾	Alliran air ¹⁾	Wastafel	Kloset ekstra	Tempat bak ekstra	Jumlah kesibukan	Kloset duduk	Wastafel	Kloset ekstra	Tempat sampah	Bak cuci
10 ⁴⁾	1	1	0,6	1	1	1	10 ⁴⁾	1	1	1	1	1
25	2	2	1,2	1	1	1	20	2	1	1	1	1
50	3	3	1,8	1	1	1	35	3	1	1	1	1
75	4	4	2,4	1	1	2	50	4	2	2	1	1
100	5	5	3,0	2	1	2	65	5	2	2	1	1
130	6	6	3,6	2	2	2	80	6	2	2	1	1
160	7	7	4,2	2	2	2	100	7	2	3	1	1
190	8	8	4,8	2	2	3	120	8	3	3	1	1
220	9	9	5,4	3	3	3	140	9	3	4	1	1
250 ⁵⁾	10	10	6,0	3	3	4	160 ⁵⁾	10	3	4	1	1

(Sumber : Neufert, Data Arsitek 2, hal. 67)

- Musholla

Dalam perancangan musholla, yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan besaran ruangnya adalah ukuran gerakan-gerakan seseorang ketika melakukan sholat.



Gambar 2.28 Ukuran Gerakan-Gerakan Manusia
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 3, hal. 16)

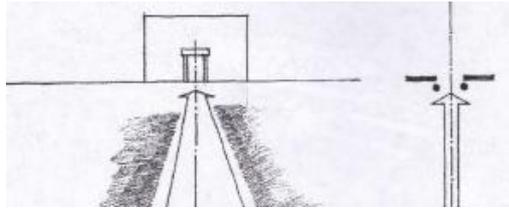
2.1.2.4 Sirkulasi

Menurut Francis D. K. Ching, sirkulasi adalah “dimana kita mengalami suatu ruang dalam kaitannya dengan dari mana asal kita bergerak dan akan kemana kita mengantisipasi kepergian kita”. Terdapat lima elemen sirkulasi, yaitu :

a. Pencapaian

- Frontal

Pencapaian yang secara langsung mengarah ke pintu masuk sebuah bangunan.

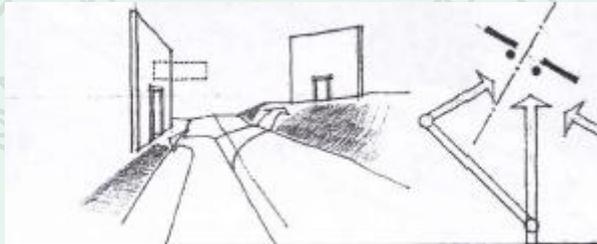


Gambar 2.29 Pencapaian Frontal

(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal. 243)

- Tidak Langsung

Pencapaian yang menekankan efek perspektif pada fasad depan dan bentuk sebuah bangunan. Jalurnya dapat diarahkan kembali sekali atau beberapa kali untuk menunda dan melamakan sekuen pencapaian.

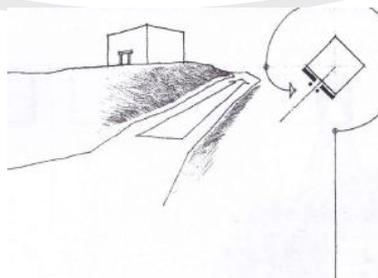


Gambar 2.30 Pencapaian Tidak Langsung

(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 243)

- Spiral

Sebuah jalur yang melamakan sekuen pencapaian dan menekankan bentuk tiga dimensional sebuah bangunan dengan cara mengarahkan untuk berputar mengelilinginya.



Gambar 2.31 Pencapaian Spiral

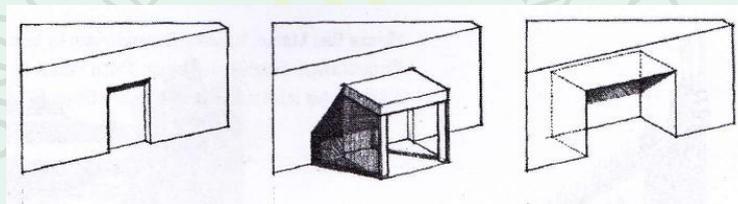
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 243)

b. Pintu Masuk

Sebaiknya, pintu masuk merupakan sebuah bidang yang tegak lurus terhadap jalur pencapaian sehingga secara visual dapat langsung terlihat dan dipahami oleh *user*. Menurut bentuknya, pintu masuk dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pintu masuk rata, dijorokkan, dan dimundurkan.



Gambar 2.32 Pintu Masuk Tegak Lurus terhadap Jalur Pencapaian
(Sumber : Ching, *Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan*, hal 250)



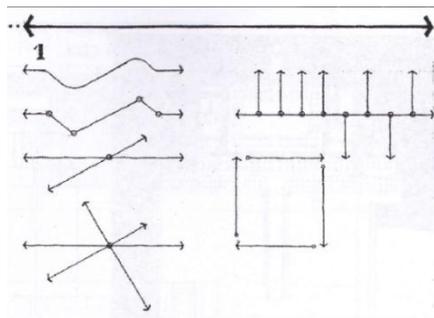
Gambar 2.33 Pintu Masuk Rata, Dijorokkan, dan Dimundurkan
(Sumber : Ching, *Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan*, hal 251)

c. Konfigurasi Jalur

Terdapat beberapa jenis konfigurasi jalur sirkulasi, yaitu :

- Linear

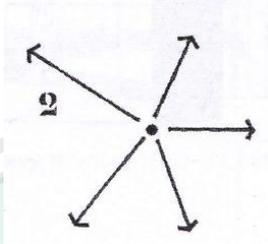
Seluruh jalur adalah linier, namun dapat berupa kurva linier, bersimpangan, bercabang, dan berupa sebuah putaran balik.



Gambar 2.34 Jalur Sirkulasi Linier
(Sumber : Ching, *Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan*, hal 265)

- Radial

Sebuah konfigurasi radial memiliki jalur-jalur linier yang memanjang dari atau berakhir di sebuah titik pusat bersama.

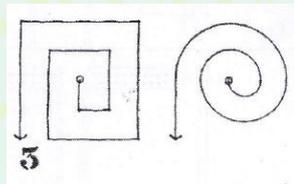


Gambar 2.35 Jalur Sirkulasi Radial

(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatahan, hal 265)

- Spiral

Konfigurasi spiral merupakan sebuah jalur tunggal yang menerus yang berawal dari sebuah titik pusat, bergerak melingkar, dan semakin lama semakin jauh darinya.

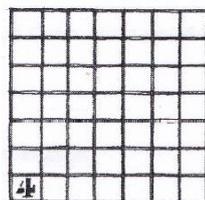


Gambar 2.36 Jalur Sirkulasi Spiral

(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatahan, hal 265)

- Grid

Konfigurasi grid terdiri dari dua buah jalur sejajar yang berpotongan pada interval-interval regular dan menciptakan arena ruang berbentuk bujursangkar atau persegi panjang.

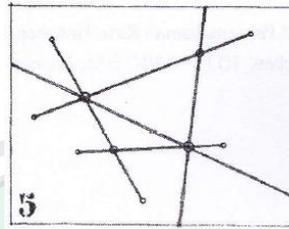


Gambar 2.37 Jalur Sirkulasi Grid

(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatahan, hal 265)

- Jaringan

Konfigurasi jaringan terdiri dari jalur-jalur yang menghubungkan titik-titik yang terbentuk di dalam ruang.



Gambar 2.38 Jalur Sirkulasi Jaringan
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 265)

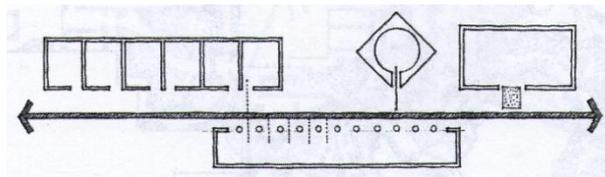
- Komposit

Komposit merupakan jalur sirkulasi yang mengkombinasikan beberapa jalur sirkulasi yang lain.

d. Hubungan Jalur-Ruang

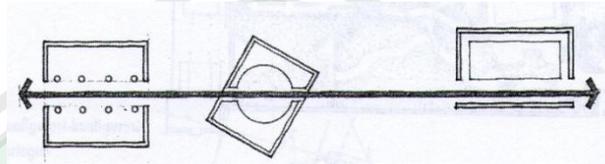
- Melewati Ruang

- Integritas setiap ruang dipertahankan
- Konfigurasi jalurnya fleksibel
- Ruang-ruang yang menjadi perantara dapat digunakan untuk menghubungkan jalur dengan ruang-ruangnya



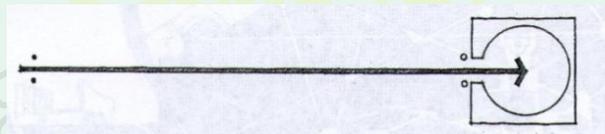
Gambar 2.39 Jalur Sirkulasi Melewati Ruang
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 278)

- Lewat Menembusi Ruang
 - Jalur dapat melalui sebuah ruang secara aksial, miring, atau di sepanjang tepinya
 - Ketika menembus ruang, jalur menciptakan pola-pola peristirahatan dan pergerakan di dalamnya.



Gambar 2.40 Jalur Sirkulasi Menembusi Ruang
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 278)

- Menghilang di dalam Ruang
 - Lokasi ruangnya menghasilkan jalurnya
 - Hubungan jalur-ruang ini digunakan untuk mencapai dan memasuki ruang-ruang penting baik secara fungsional maupun simbolis.



Gambar 2.41 Jalur Sirkulasi Menghilang di Dalam Ruangan
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 278)

e. Bentuk Ruang Sirkulasi

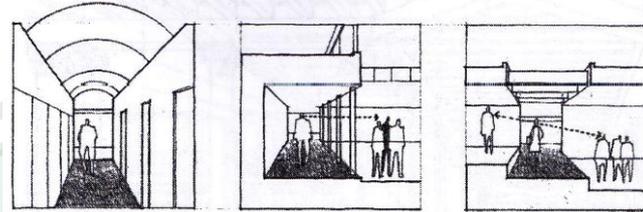
- Tertutup

Membentuk suatu galeri publik atau koridor privat yang berhubungan dengan ruang-ruang yang dihubungkannya melalui akses-akses masuk di dalam sebuah bidang dinding.
- Terbuka pada Satu Sisi

Membentuk sebuah balkon atau galeri yang menyajikan kemenerusan spasial dan visual dengan ruang-ruang yang dihubungkannya.

- Terbuka pada Kedua Sisi

Membentuk jalur setapak berkolom yang menjadi penambahan fisik ruang yang dilaluinya tersebut.



Gambar 2.42 Bentuk Tertutup, Terbuka pada Satu Sisi, dan Terbuka pada Kedua Sisi
(Sumber : Ching, Arsitektur Bentuk, Ruang dan Tatanan, hal 283)

2.1.4.4 Struktur

Terdapat dua jenis struktur yang digunakan pada perancangan gedung Robotika, yaitu struktur bentang lebar dan struktur bentang sempit. Struktur bentang lebar digunakan pada ruang berukuran sangat luas yang tidak boleh terdapat kolom di tengah-tengah ruangnya, yaitu ruang arena perlombaan. Sedangkan struktur bentang sempit digunakan pada ruang-ruang lain yang tidak membutuhkan ukuran yang sangat luas.

- Struktur Bentang Lebar

- Struktur Rangka Batang (*truss*)

Struktur Rangka Batang adalah struktur yang terdiri dari elemen-elemen batang dimana ujung-ujungnya dihubungkan pada satu titik dengan hubungan sendi, dan direncanakan untuk menerima beban yang cukup besar (dibandingkan berat sendirinya) yang bekerja pada titik-titik hubungannya (staffsite.gunadarma.ac.id).



Gambar 2.43 Struktur Rangka Batang
(Sumber : <http://labstruktur.petra.ac.id>)

- Struktur Rangka Ruang (*space frame*)

Sistem rangka ruang dikembangkan dari sistem struktur rangka batang dengan penambahan rangka batang ke arah tiga dimensinya. Struktur rangka ruang adalah komposisi dari batang-batang yang masing-masing berdiri sendiri, memikul gaya tekan atau gaya tarik yang sentris dan dikaitkan satu sama lain dengan sistem tiga dimensi atau ruang (rianputra84.wordpress.com)

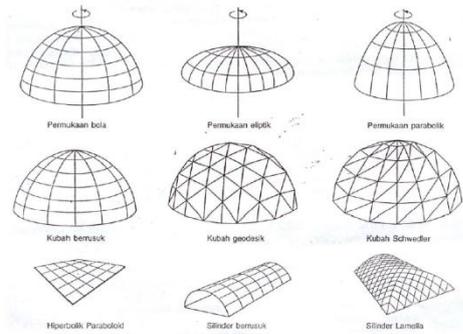


Gambar 2.44 Struktur Rangka Ruang
(Sumber : <http://fibowhanson.en.made-in-china.com>)

- Struktur Cangkang (*shell*)

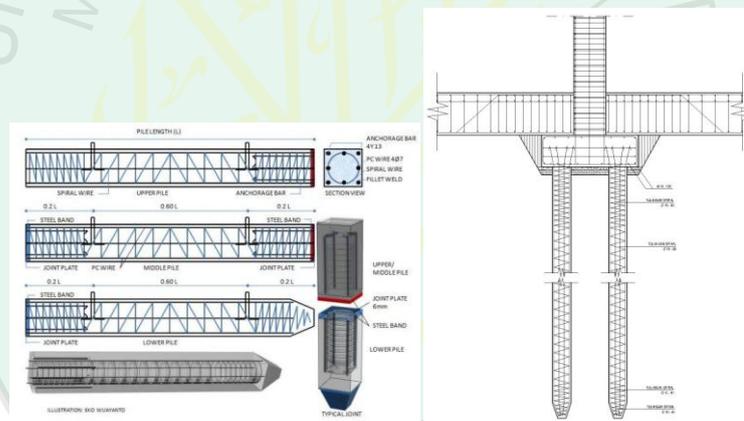
Cangkang adalah bentuk struktural berdimensi tiga yang kaku dan tipis serta yang mempunyai permukaan lengkung (sangapramana.wordpress.com).

Berikut adalah beberapa variasi bentuk struktur cangkang :



Gambar 2.45 Struktur Cangkang
(Sumber : sanggapramana.wordpress.com)

Pada struktur bentang lebar sering kali menggunakan pondasi tiang pancang, hal ini disebabkan oleh beban yang ditanggung oleh struktur bentang lebar cukup besar dibandingkan dengan struktur bentang sempit. Berikut merupakan bentuk pondasi tiang pancang :



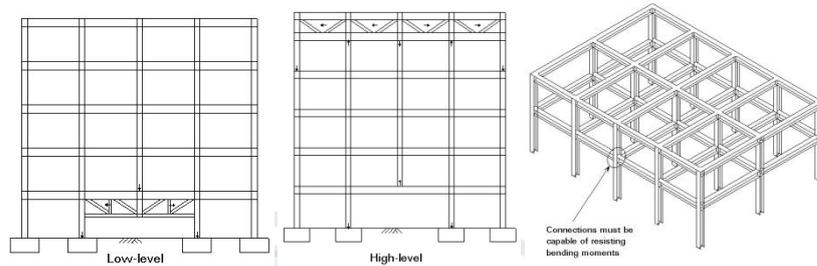
Gambar 2.46 Pondasi Tiang Pancang
(Sumber : <http://19design.wordpress.com>)

- Struktur Bentang Sempit

- Struktur *Rigid Frame*

Struktur *rigid frame* (rangka kaku) adalah struktur yang terdiri atas elemen-elemen kiber, umumnya balok dan kolom, yang saling dihubungkan pada ujung-ujungnya oleh *joints* (titik hubung) yang dapat mencegah rotasi relatif

antara elemen struktur yang dihubungkannya. Dengan demikian, elemen struktur itu menerus pada titik hubung tersebut (<http://www.scribd.com>).



Gambar 2.47 Struktur Rangka Kaku
(Sumber : <http://www.fgg.uni-lj.si/kmk>)

Struktur rigid frame biasanya menggunakan pondasi sepatu (footplat) karena beban yang ditanggung tidak terlalu besar.

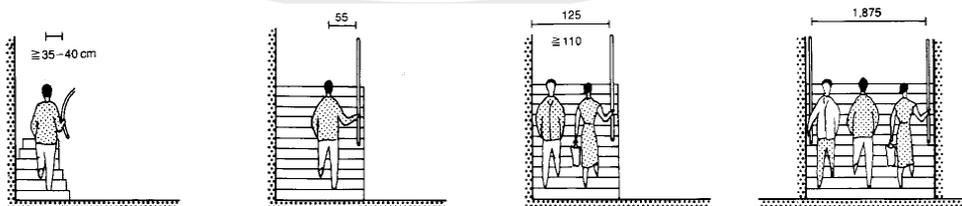
2.1.4.5 Utilitas

- Transportasi

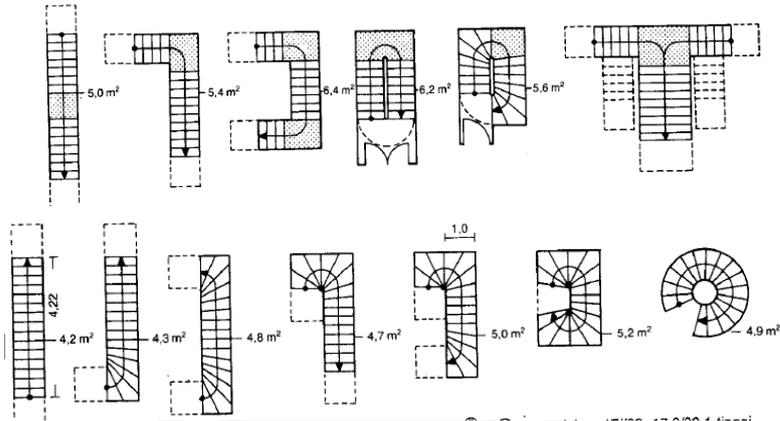
Sistem transportasi bangunan merupakan system yang digunakan *user* dalam mengakses satu ruang menuju ruang lainnya atau mengakses satu tingkat lantai ke tingkat lantai lainnya. Dalam perancangan gedung Robotika terdapat kemungkinan hanya dua jenis sistem transportasi yang digunakan, yaitu tangga dan eskalator karena gedung ini tidak tergolong bangunan tinggi.

- Tangga

Berikut adalah ukuran detail tangga serta beberapa variasi bentuk tangga :



Gambar 2.48 Jenis Ukuran Lebar Tangga
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 175)

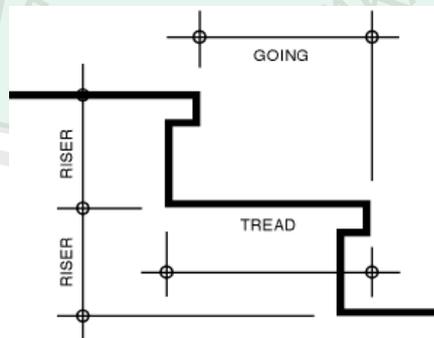


Gambar 2.49 Jenis Bentuk Tangga
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 176)

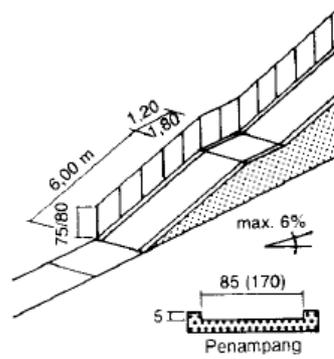
Tabel 2.3 Ukuran Rise dan Going menurut Standar Kenyamanan

Rise	Goings						
INCHES							
7.2	11						
7	11						
6.5	11	11.5	12	12.5			
6	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14
5.5	11	11.5	12	12.5	13		
5	11	11.5	12				
4.6	11						
CENTIMETERS							
18.3	27.9						
17.8	27.9						
16.5	27.9	29.2	30.5	31.8			
15.2	27.9	29.2	30.5	31.8	33.0	34.3	35.6
14.0	27.9	29.2	30.5	31.8	33.0		
12.7	27.9	29.2	30.5				
11.7	27.9						

(Sumber : Watson dkk, Time-Saver Standard, hal. C2.1)



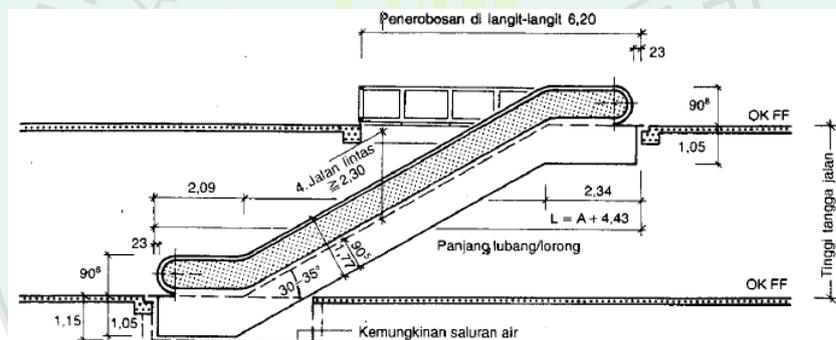
Gambar 2.50 Ukuran Rise dan Going
(Sumber : Watson dkk, Time-Saver Standard, hal. C2.1)



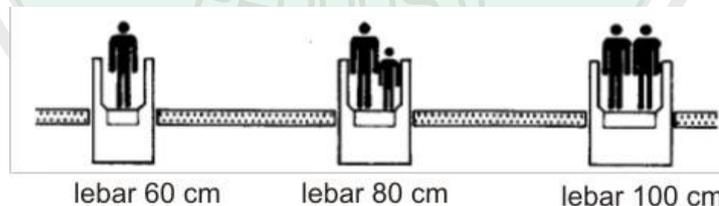
Gambar 2.51 Detail Ukuran Ramp
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 178)

- Eskalator

Berikut adalah detail ukuran eskalator :



Gambar 2.52 Detail Ukuran Eskalator
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 179)

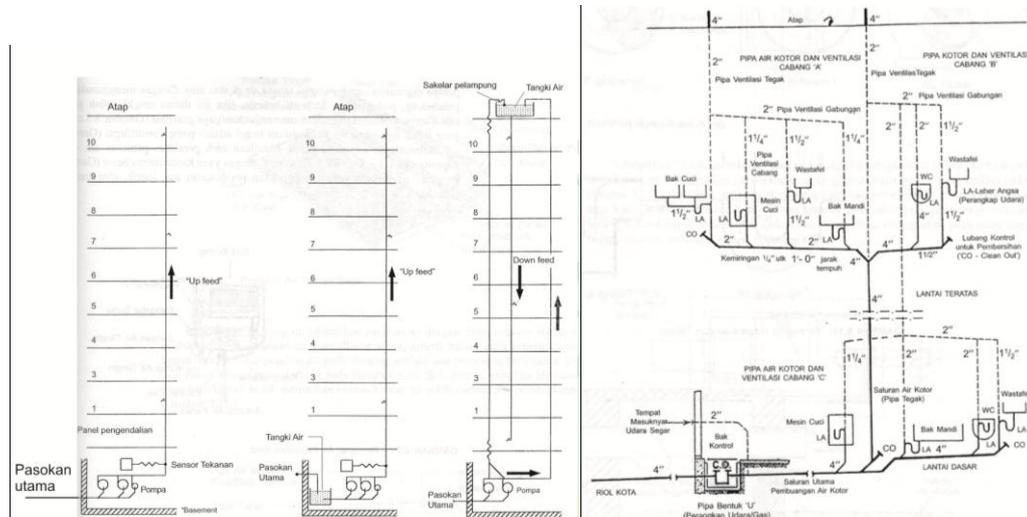


Gambar 2.53 Jenis Ukuran Lebar Eskalator
(Sumber : Neufert, Data Arsitek 1, hal. 179)

- Air Bersih dan Air Kotor

Pasokan utama air bersih dapat berasal dari air PDAM ataupun sumur bor kemudian ditampung di bak penampungan kemudian dipompa dan disebar

ke seluruh bangunan. Sedangkan pada saluran air kotor, air kotor dari berbagai sumber, seperti kamar mandi, wastafel, tempat cuci dan lain-lain, disalurkan ke bak control untuk diendapkan terlebih dahulu kemudian dibuang ke riol kota.



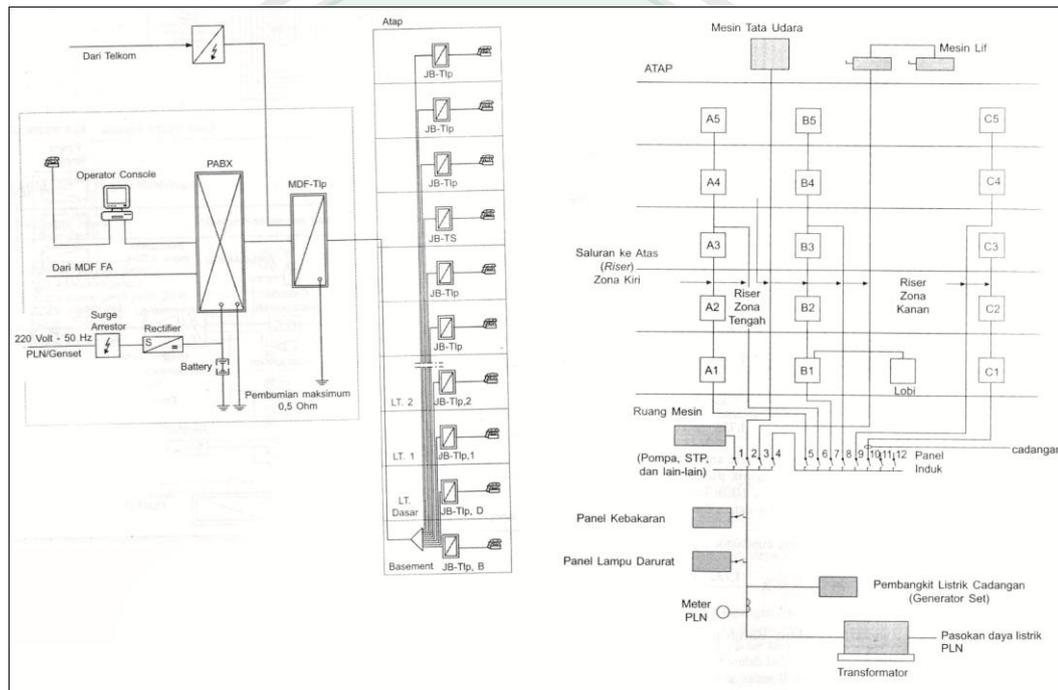
Gambar 2.54 Saluran Air Bersih dan Air Kotor
(Sumber : Juwana, Sistem Bangunan Tinggi, hal. 181 dan 185)

- Mekanikal dan Elektrikal

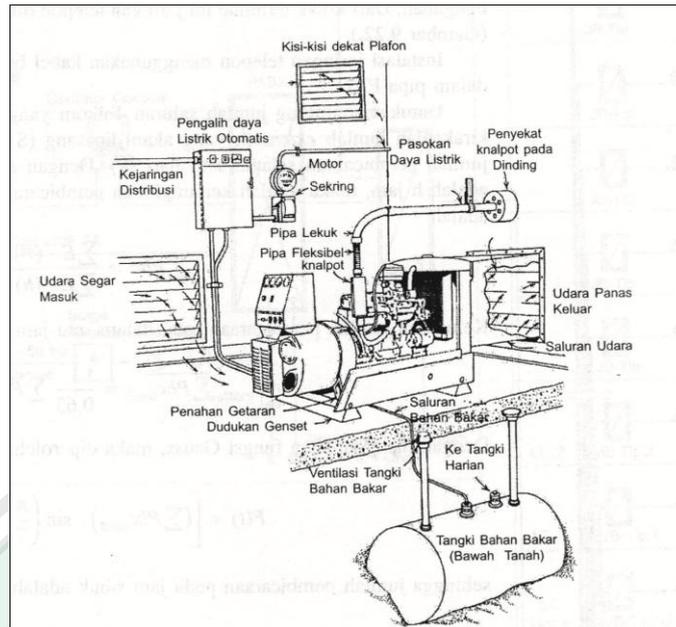
Sistem utilitas mekanikal dan elektrikal terdiri sistem pasokan listrik dan sistem komunikasi. Pada sistem pasokan listrik, listrik bersumber dari PLN kemudian disalurkan ke meteran listrik. Setelah itu, dihubungkan ke gardu listrik kemudian disalurkan ke sistem saklar otomatis kemudian dihubungkan ke panel listrik yang akan mendistribusikan listrik ke seluruh bangunan. Biasanya, untuk mengantisipasi gangguan listrik, pasokan listrik dapat tetap disalurkan menggunakan *Genset (Generator Set)*. Genset menggunakan bahan bakar bensin yang kemudian diubah menjadi energi listrik.

Sedangkan pada sistem komunikasi, diperlukan saluran dari Telkom yang mempunyai fasilitas hubungan keluar local (dalam kota), hubungan keluar interlokal (*DDD-Domestic Direct Dialling*) atau hubungan internasional (

IDD-*Internasional Direct Dialling*). Saluran dari Telkom dihubungkan ke PABX (*Private Automatic Branch Exchange*), selanjutnya dihubungkan ke kotak hubung induk (MDF- *Main Distribution Frame*). Melalui kabel distribusi (DC-*Distribution Cable*), jaringan telepon disebar ke kotak terminal (JB- *Junction Box*) yang ada pada tiap-tiap lantai bangunan. Dari kotak terminal ini jaringan telepon diteruskan ke setiap pesawat telepon.



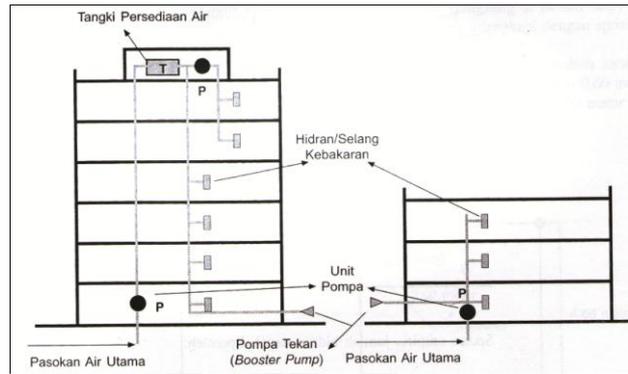
Gambar 2.55 Saluran Telepon dan Listrik
(Sumber : Juwana, Sistem Bangunan Tinggi, hal. 220 dan 223)



Gambar 2.56 Generator Set
(Sumber : Juwana, Sistem Bangunan Tinggi, hal. 221)

- Penanggulangan Bahaya Kebakaran

Bahaya kebakaran merupakan salah satu resiko dalam perancangan bangunan. Untuk menanggulangnya, biasanya terdapat dua cara, yaitu menggunakan *hydrant* dan *sprinkler* (penyembur gas/air). Berdasarkan buku Sistem Bangunan Tinggi, bangunan yang tidak tergolong bangunan tinggi tidak diharuskan menggunakan *sprinkler* dalam menanggulangi bencana kebakaran, yang diharuskan ada adalah *hydrant*. Pada sistem perpipaan *hydrant*, pasokan air utama ditampung di tangki air kemudian dihubungkan dengan pompa bertekanan tinggi (*booster pump*), selanjutnya dihubungkan ke *hydrant*.



Gambar 2.57 Distribusi Perpipaan Hydrant
(Sumber : Juwana, Sistem Bangunan Tinggi, hal. 157)

2.1.4.6 Analisis SWOT

Analisis SWOT adalah metode perencanaan strategis yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) dalam suatu proyek atau suatu spekulasi bisnis, tetapi pada hal ini digunakan sebagai penentuan lokasi tapak perancangan. Keempat faktor itulah yang membentuk akronim SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, dan threats*). Proses ini melibatkan penentuan tujuan yang spesifik dari lokasi tapak dan mengidentifikasi faktor internal dan eksternal yang mendukung dan yang tidak dalam mencapai tujuan tersebut. Analisis SWOT dapat diterapkan dengan cara menganalisis dan memilah berbagai hal yang mempengaruhi keempat faktornya, kemudian menerapkannya dalam gambar matrik SWOT. Aplikasinya adalah bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu mengambil keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mencegah keuntungan (*advantage*) dari peluang (*opportunities*) yang ada, selanjutnya bagaimana kekuatan (*strengths*) mampu menghadapi ancaman (*threats*) yang ada, dan terakhir adalah bagaimana cara mengatasi kelemahan (*weaknesses*) yang mampu

membuat ancaman (*threats*) menjadi nyata atau menciptakan sebuah ancaman baru. Lebih jelasnya, dapat dilihat dari diagram matrik analisis SWOT berikut ini :

Tabel 2.4 Diagram Matrik Analisis SWOT

	STRENGTHS (S) Tentukan faktor-faktor kekuatan internal	WEAKNESS (W) Tentukan faktor-faktor kelemahan internal
OPPORTUNITIES (O) Tentukan faktor peluang eksternal	STRATEGI SO Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	STRATEGI WO Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dengan memanfaatkan peluang
THREATS (T) Tentukan faktor ancaman eksternal	STRATEGI ST Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	STRATEGI WT Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

(Sumber : *lib.uin-malang.ac.id*)

2.2 Kajian Tema

2.2.1 Definisi Structure As Architecture

“... *structure is columnar, planar, or a combination of these which a designer can intentionally use to reinforce or realize ideas. In this context, columns, walls and beams can be thought of in terms of concepts of frequency, pattern, simplicity, regularity, randomness and complexity. As such, structure can be used to define space, create units, articulate circulation, suggest movement, or develop composition and modulations. In this way, it becomes inextricably linked to the very elements which create architecture, its quality and excitement*” (Clark and Pause, *Precedents in Architecture*, hal. 3)

Jika diterjemahkan, kutipan di atas menyatakan bahwa struktur adalah kolom, planar, atau kombinasi dari keduanya dimana seorang arsitek dengan sengaja menggunakannya untuk memperkuat atau merealisasikan idenya. Dalam konteks ini, kolom, dinding, dan balok dapat dipikirkan terkait dengan konsep,

pola, kesederhanaan, keteraturan, ketidakteraturan, dan kerumitan. Misalnya, struktur dapat digunakan untuk memisahkan ruang, menciptakan kesatuan, menggambarkan sirkulasi, memberi kesan pergerakan, atau memperkuat komposisi dan modulasi. Dalam hal ini, struktur tidak mungkin dapat keluar dari tiap elemen yang menciptakan arsitektur, kualitasnya dan ketertarikannya.

Jadi, dapat disimpulkan bahwa struktur mempunyai kualitas arsitektural dan dapat memperkaya elemen arsitektural itu sendiri. Sedangkan, dalam realitanya, pada umumnya struktur selalu tersembunyi dalam bangunan. Fasad bangunan yang tidak tembus cahaya menyembunyikan struktur yang selalu terletak di batas bangunan dan selalu dijadikan pembatas bangunan tersebut. Seharusnya struktur dapat mengambil peran dalam bangunan, bukan hanya sekedar elemen struktural saja, struktur berkontribusi memberikan makna arsitektural dan memperkaya arsitektural, bahkan terkadang struktur menjadi elemen arsitektural yang paling signifikan di dalam bangunan. Itulah yang disebut dengan *structure as architecture*.

2.2.2 Hubungan antara Bentuk Arsitektural dan Bentuk Struktural

Situasi yang paling sering ditemui dalam hubungan antara bentuk arsitektural dan bentuk structural adalah pertimbangan kesesuaian. Dalam beberapa contoh, sering kali bentuk struktural dan bentuk arsitektural saling bertolak belakang. Tetapi, sebenarnya bentuk arsitektural dan bentuk structural dapat disatukan dan dipadukan.

Terdapat tujuh sistem struktur yang menggambarkan perpaduan antara bentuk arsitektural dan bentuk structural. Setelah digolongkan berdasarkan jenis

struktur, terdapat kategori jenis perpaduan lain, yaitu konsonan dan kontras. Dalam kasus ini, struktur mendefinisikan bentuk arsitektural dan seringkali berfungsi sebagai selubung bangunan. Berikut ini tujuh sistem struktur, perpaduan konsonan, dan perpaduan kontras tersebut :

2.2.2.1 Struktur Cangkang

Struktur cangkang merupakan struktur yang paling murni memadukan bentuk arsitektural dan bentuk struktural. Struktur ini melawan beban dengan ketebalan minimalnya. Struktur ini juga bergantung terhadap geometri kurva tiga dimensinya.



Gambar 2.58 Struktur Cangkang Berbahan Beton
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.24)

Struktur cangkang dapat dibangun dari baja linier, atau dari kayu, seperti bentuk geodesik atau *dome*. Walaupun dalam kasus ini banyak elemen struktural membentuk permukaan struktural bersegi yang kemudian harus diselubungi sehingga struktural tetap mendefinisikan bentuk arsitektural. Contohnya adalah bentuk heksagonal, sebuah pola geometri yang ditemukan dalam fenomena-fenomena struktur secara alami yang memblok permukaan cangkangnya, atau biasa disebut biometrik.



Gambar 2.59 Struktur Cangkang Biometrik
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.24)

Struktur baja heksagonal utama yang paling luar dilengkapi dengan batang yang ditegangkan di bagian dalamnya. Walaupun struktur ini bertindak sebagai pembangun kulit bangunan dengan cara yang minor, struktur ini menggambarkan bentuk arsitektural organik yang rasional, ekonomis, dan konstruksi transparan.

2.2.2.2 Struktur Membran

Struktur membran menghadirkan bentuk permukaan struktur yang bervariasi. Struktur ini berupa membrane yang ditegangkan, beban yang ditanggung adalah beban dirinya sendiri dan beban yang lain. Kekuatan strukturnya bergantung pada bentuk kurva tiga dimensinya. Bentuk membran, ketebalan, dan kekuatannya harus sesuai dengan beban yang ada. Semua permukaannya harus menegang untuk mengantisipasi beban angin. Seperti pada struktur cangkang, tidak ada perbedaan antara bentuk arsitektural dan bentuk structural.

Struktur membran memang memerlukan tekanan tambahan untuk bisa menciptakan ketinggian yang melebihi kemampuannya, yaitu dengan menambahkan kabel dan tiang yang menghadirkan variasi bentuk geometrid dan material. Sering kali bahan membran menghadirkan kesan pencahayaan pula.



Struktur membran membutuhkan kabel dan tiang penyangga untuk mengantisipasi tiupan angin.

Gambar 2.60 Struktur Membran
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.25-26)

2.2.2.3 Struktur Rantai

Struktur rantai sama seperti dengan struktur membrane, sama-sama didukung oleh gaya tegang. Lebih simpelnya, struktur rantai merupakan kabel yang terkait pada dua tiang utama. Biasanya beban atapnya didesain melebihi beban angin yang ada. Materialnya berupa beton yang dapat memperkuat struktur.

Daya tegang struktur rantai biasanya dibedakan dari selubung bangunan yang diekspos di dalamnya atau diluar selubung bangunannya.



Gambar 2.61 Struktur Rantai
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.27-28)

2.2.2.4 Struktur Rusuk

Struktur rusuk menghasilkan dan mendefinisikan bentuk arsitektural, meskipun karakter rangka seringkali mengharuskan untuk terpisah dari selubung bangunan. Biasanya struktur ini berupa struktur kantilever atau didukung oleh pondasi dasarnya. Integrasi antara ikatan dengan rusuknya untuk membentuk rangka *multi-bay* menghindari kebutuhan untuk melakukan *bracing* diagonal sehingga lebih ekonomis. Hal ini ditujukan untuk menjaga pola orthogonal dari rusuk dan iktannya.

Jika struktur rusuk membentuk kurva yang tinggi, maka dapat didukung oleh bentuk rusuk yang tegak lurus sehingga membentuk keseimbangan, contohnya

adalah struktur rusuk kubah. Struktur rusuk yang saling tegak lurus tersebut akan menciptakan bentuk arsitektural.



Gambar 2.62 Struktur Rusuk
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.29)

2.2.2.5 Struktur Lengkung

Struktur lengkung juga menghadirkan perpaduan antara bentuk structural dan bentuk arsitektural. Struktur ini secara umum meruang dan cenderung vertical tetapi juga dapat membentuk kurva atap dan tidak simetris. Kemurnian struktur lengkung ini tidak berkurang walaupun diameter kubahnya kecil.

Kubahnya mengarah secara longitudinal untuk mengikat lengkungan ke belakang pada cincin balok. Balok tersebut juga menjaga lengkungan dari gaya tekuk.



Gambar 2.63 Struktur Lengkung
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.30)

2.2.2.6 Struktur Rangka

Struktur rangka memadukan bentuk arsitektural dan bentuk struktural lebih dari sekedar bentuk kurva. Hampir semua rangka kolom-balok orthogonal diintegrasikan dengan baik dengan bentuk prismatic arsitektural. Struktur ini

mampu menghasilkan bentang yang cukup lebar melalui rangka-rangkanya. Selain itu, dengan menggunakan rangka portal untuk menghasilkan bentang yang cukup lebar. Integrasi antar keduanya akan membentuk bentuk arsitektural, walaupun bentuknya cukup simple tetapi diperkaya dengan bentukan-bentukan variasi yang tidak rata sehingga menyajikan kesan visual yang berbeda dengan bangunan disekelilingnya.



Struktur rangka yang menghasilkan bentang yang cukup lebar.

Variasi bentuk rangka portal yang menimbulkan efek tidak rata.

Gambar 2.64 Struktur Rangka
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.31-32)

2.2.2.7 Dinding

Struktur dinding merupakan struktur jenis lain yang mampu berpartisipasi dalam mengintegrasikan bentuk arsitektural dan bentuk structural. Biasanya dinding mendominasi fasad bangunan tetapi juga menggambarkan interior bangunan. Bentuk dinding yang linier memperkuat struktur orthogonal, menghadirkan tekstur permukaan dan cahaya yang dihasilkan oleh warna beton.



Tekstur beton yang dihasilkan oleh dinding serta efek cahaya yang dihasilkan oleh warna beton.

Dinding sebagai elemen interior.

Gambar 2.65 Struktur Dinding
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.33)

2.2.2.8 Bentuk Konsonan

Sebagian besar bangunan termasuk dalam kategori jika bentuk arsitektural dan bentuk struktural tidak dipadukan, atau dapat dikatakan kontras. Sebaliknya, hubungan yang nyaman dan biasanya biasa-biasa saja ada di antara keduanya. Seringkali beberapa sistem struktur yang berbeda hidup berdampingan dalam bentuk arsitektur yang sama. Meskipun bentuk keduanya tidak dapat dianggap dipadukan, tetapi keduanya tetap sangat terintegrasi. Misalnya, pada bangunan Mont-Cenis Academy di Herne. Bangunan tersebut terbuat dari rangka kayu yang kemudian diselubungi oleh kaca. Kedua material tersebut merupakan material yang jauh berbeda tetapi secara visual, keduanya terintegrasi dengan baik.



Gambar 2.66 Mont-Cenis Academy
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.35)

2.2.2.9 Bentuk Kontras

Bentuk arsitektural dan bentuk structural dikatakan kontras apabila menciptakan *juxtaposition* pada arsitektur, seperti geometri, material, skala, dan tekstur. Contoh, bentuk yang kontras di Bandara Stuttgart memperkaya arsitektur dan mengejutkan pengunjung dalam dua cara. Pertama, geometri struktural dari interior sama sekali tidak berkaitan dengan bentuk structural luar yang membungkus bangunan. Kedua, makna yang melekat dalam setiap bentuk sangat berbeda, struktur interior, terutama kolom berbentuk pohon. Kolom “pohon”

tersebut menjadi elemen interior yang berbeda dan mengejutkan, menyajikan bentuk geometri yang unik serta menyajikan skala yang cukup besar.



Gambar 2.67 Bandara Stuttgart
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.42)

2.2.3 Struktur sebagai Eksterior Bangunan

Gedung-gedung tinggi yang berada diperkotaan seringkali eksteriornya hanya berbalut kaca dari bawah sampai atas. Arsitek-arsitek menyadari bahwa struktur dapat memperkaya bagian eksterior gedung, salah satu caranya adalah dengan mengekspose strukturnya.

Dalam bagian ini akan menjelaskan kualitas estetika eksterior struktur lebih terinci. Kemudian, menggambarkan bagaimana arsitek menggunakan struktur untuk membuat koneksi visual yang kuat antara eksterior dan arsitektur interior, bagian ini juga akan membahas tentang hubungan struktur eksterior untuk membangun *entrance* dan disimpulkan dengan menjelajahi peran ekspresif yang dimainkan oleh struktur eksterior.

2.2.3.1 Kualitas Estetika

Karakter eksterior bangunan sering ditentukan oleh bagaimana struktur berhubungan dengan selubung bangunan. Arsitek sering mengeksplorasi dan memanfaatkan hubungan spasial antara kedua elemen tersebut untuk mengekspresikan ide arsitektur mereka untuk memperkaya desain mereka. Struktur mempunyai banyak peran bagi tampilan visual fasad bangunan melalui

modulasi, tekstur yang mendalam, dan sebagai layar penyaring (*screen filtering*). Selain itu, skala struktur yang ada harus terkesan lebih menonjol untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Misalnya, pada bangunan Hongkong and Shanghai Bank. Dari segi kualitas visualnya, struktur mendominasi selubung bangunan kemudian memberikan tekstur dan pola yang detail. Struktur juga memberikan modulasi pada fasad bangunan. Selain itu, struktur yang diekspose tersebut memberikan rongga-rongga yang sekaligus sebagai layar penyaring (*screen filtering*) sehingga pemandangan ke arah bangunan akan tampak berbeda dan pemandangan ke luar bangunan juga akan terkesan berbeda. Ukuran skala struktur pada fasad bangunan juga terlihat sangat menonjol dan monumental dari bangunan di sekitarnya, hal ini dapat dilihat dari dua kolom struktur utama yang membagi bangunan menjadi tiga bagian. Jadi, kualitas estetika bangunan ini sangat terpenuhi.



Gambar 2.68 Hongkong and Shanghai Bank
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.51)

2.2.3.2 Menghubungkan Interior dan Eksterior Bangunan

Dalam arsitektur saat ini, struktur eksterior terkadang mirip dengan struktur interior. Hal ini mungkin disebabkan pada proses desain yang dimulai dengan memperhatikan struktur interior kemudian membiarkannya dengan

keinginan yang lain seperti memberikan sentuhan transparansi sehingga menggambarkan desain eksteriornya. Struktur eksterior harus berhubungan dengan struktur interior yang kemudian dibantu dengan lapisan transparan sehingga terlihat dengan jelas hubungan antara interior dan eksterior bangunan, atau dengan melakukan pengulangan struktur pada eksterior terhadap interior bangunan. Misalnya, pada bangunan Public University of Navara. Pada bangunan tersebut terdapat lapisan kaca transparan yang menggambarkan interior di dalam dan eksterior di luar bangunan. Selain itu terdapat hubungan struktur eksterior yang diteruskan ke dalam interior bangunan, yaitu berupa dua kolom utama.



Gambar 2.69 Public University of Navara
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.67)

2.2.3.3 Pintu Masuk

Penyediaan jalur masuk merupakan aspek yang penting dalam arsitektur. Sebenarnya, struktur dapat memberikan sesuatu yang lebih dari sebuah kanopi masuk. Struktur juga dapat memberikan kesan, mendefinisikan, dan menandai pintu masuk.

Pintu masuk pada Leisure Centre Dome merupakan penanda yang cukup jelas sekaligus sebagai pengenalan kepada pengunjung tentang interior bangunan. Pintu masuk berupa struktur baja segitiga yang berlubang, struktur tersebut merupakan perluasan dari struktur interior bangunan.



Gambar 2.70 Leisure Centre Dome
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.70)

2.2.3.4 Peran Ekspresif Struktur

Struktur eksterior mempunyai peran yang ekspresif dalam bangunan. Struktur eksterior biasanya menggambarkan bagaimana ia menopang beban dengan bentuk kombinasi-kombinasi strukturnya kemudian alur beban tersebut dapat terlihat dengan jelas. Selain itu, juga dapat menggambarkan monumentalitas dari sebuah bangunan.

Sebagai contoh, empat kolom utama pada S. Giorgio Maggiore tampaknya mendukung pedimen di atasnya untuk selalu tetap berada di atas. Eksterior Fitzwilliam College Chapel mengekspresikan perlindungan. Bentuk dinding yang melingkar menggambarkan pemisahan diri dengan bentukan lingkungan sekitar.



Gambar 2.71 S. Goirgio Magiore dan Fitzwilliam College Chapel
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.7172)

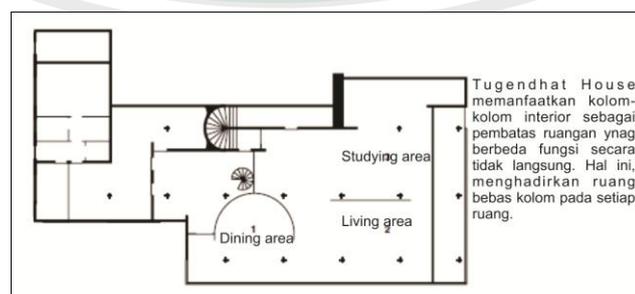
2.2.4 Struktur sebagai Fungsi Bangunan

Eksplorasi terhadap struktur tidak pernah ada habisnya. Dalam bagian ini akan dijelaskan bagaimana struktur dapat memaksimalkan kebebasan perencanaan ruang. Kemudian, struktur diamati berdasarkan struktur yang mengakomodasi fungsi yang sama dalam satu ruangan besar dan struktur yang memisahkan ruangan yang berbeda fungsi, seperti memisahkan antara ruang sirkulasi dan ruang galeri. Selain itu, struktur juga harus bisa mengarahkan sirkulasi dan mengacaukan fungsi ruang baik disengaja maupun tidak disengaja.

2.2.4.1 Memaksimalkan Fleksibilitas Fungsi

Ruang dapat dikatakan memiliki fleksibilitas tinggi jika tidak banyak terdapat struktur interior didalamnya atau bahkan tidak ada. Ruang tanpa struktur interior dapat dengan bebas diatur sesuai dengan kebutuhan, seperti dengan dibatasi oleh dinding partisi, layar, dan sebagainya. Untuk mewujudkan hal tersebut, dapat dilakukan dengan meletakkan struktur di luar selubung bangunan tetapi cara tersebut tidak mudah diimplementasikan.

Sebagai contoh, Tugendhat House menggunakan kolom-kolom interior sebagai pembatas ruangan yang berbeda fungsi secara tidak langsung sehingga menciptakan ruang bebas kolom di setiap ruangnya.



Gambar 2.72 Tugendhat House
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.81)

Selain itu, terdapat cara lain untuk menghadirkan ruangan bebas kolom, yaitu dengan meletakkan struktur utama bangunan diluar selubung bangunan.



Gambar 2.73 Struktur yang Diletakkan Diluar
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.82)

2.2.4.2 Membagi *Space*

Struktur pada karya-karya arsitektur saat ini masih berfungsi sebagai pembagi ruang. Perletakan struktur dapat menciptakan banyak ruang dengan fungsi yang sama, tetapi dapat pula menciptakan banyak ruang yang berbeda fungsi. Misalnya, pada bangunan Museum Roman Art di Merdia, terdapat Sembilan lajur dinding yang membagi ruang utama secara horizontal menjadi galeri kecil yang terpisah-pisah. Dinding-dinding tersebut sekaligus membentuk jalur sirkulasi utama. Selain memperkenalkan ruangan-ruangan yang berbeda-beda kepada pengunjung, bentuk dinding yang melengkung menciptakan ritme dan pola yang dapat memperkaya elemen arsitektural interior.



Gambar 2.74 Museum Roman Art
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.85)

2.2.4.3 Menggambarkan Sirkulasi

Struktur sudah lama digunakan sebagai pengarah jalur sirkulasi. Rangkaian struktur tersebut tersusun seperti tulang belakang sehingga. Seringkali berupa dinding atau kolom-kolom yang berjajar sehingga secara tidak langsung membatasi para *user* yang berjalan di tengah-tengahnya.

Pada bangunan Colegio Teresiano, sekolah biara di Barcelona, terdapat struktur yang mendefinisikan sebagai koridor. Terdiri dari dua kolom yang tersusun seperti tulang belakang yang disambungkan dengan balok lengkung. Kemudian terdapat ruang kelas di kedua sisinya. Susunan tulang belakang tersebut membentuk irama dan pola tersendiri dalam bangunan.



Gambar 2.75 Colegio Tresiano
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.94)

2.2.4.4 Mengacaukan Fungsi

Kadang-kadang, struktur mengganggu beberapa aspek dari fungsi bangunan. Dalam beberapa kasus, seorang arsitek malah dengan sengaja menciptakan gangguan tersebut. Hal ini bertujuan bukan semata-mata ingin mengacaukan fungsi ruang tetapi juga untuk menghadirkan kesan yang jauh berbeda dibandingkan pada umumnya sekaligus memperkaya estetika interior ruang.

Seperti pada Alban Gate, terdapat kolom yang melintang secara diagonal. Keberadaan kolom tersebut tentunya sangat mengganggu dan membatasi pengunjung dalam berjalan.



Gambar 2.76 Alban Gate, London
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.99)

2.2.5 Struktur Interior

Struktur, jika dieksplorasi akan dapat memperkaya interior baik secara visual maupun secara konseptual. Struktur juga dapat menghidupkan interior melalui pemberian tekstur pada permukaan interior, hal ini sama dengan pemberian tekstur pada permukaan eksterior bangunan sehingga dapat menciptakan dinamisme pada ruangan.

2.2.5.1 Struktur Permukaan

Bagian ini menggambarkan bagaimana struktur memberikan kontribusi secara arsitektural dengan modulasi dan member tekstur pada permukaan. Setiap struktur interior yang terhubung atau posisinya berdekatan dengan kulit bangunan masih dianggap struktur permukaan.

Seperti pada bangunan Wohlen High School, terdapat atap yang menaungi ruang masuk. Secara structural bentuknya sangat simple tetapi menghadirkan kesan visual yang kompleks karena bentuk atapnya yang sangat atraktif.



Gambar 2.77 Atap pada Ruang Masuk Wohlen High School
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.105)

2.2.5.2 Struktur Spasial

Sebuah pernyataan yang mendasari bagian ini adalah bahwa struktur spasial, seperti ruangan bebas kolom, memiliki dampak yang nyata pada ruang sekitarnya. Ching menjelaskan dampak tersebut : “ ketika berada dalam suatu ruang, kolom akan menghasilkan medan spasial dirinya sendiri dan akan berinteraksi dengan ruangan tersebut” dan “ketika terpusat disebuah ruang, kolom akan menegaskan dirinya sendiri sebagai pusat ruangan dan menentukan zona ruang di antara dirinya dan dinding ruangan lainnya”. Hal ini tidak berarti bahwa struktur spasial memberikan kontribusi yang positif terhadap arsitektur ruang.

Terdapat dua contoh bangunan yang masing-masing memberikan gambaran tentang kontribusi positif yang diberikan oleh struktur spasial terhadap ruangan dan memberikan gambaran tentang kontribusi negatif yang diberikan oleh struktur spasial terhadap ruangan. Pada Portland Building, University of Portsmouth, terdapat serangkaian kolom dan balok yang membagi satu studio besar menjadi beberapa ruangan kecil sehingga *user* merasa berada pada ruangan

yang pas dan tidak terlalu besar. Sedangkan, pada ruang *hall* Wohlen High School, terdapat struktur spasial yang mendominasi atap ruangan sehingga *user* merasa bahwa struktur spasial tersebut yang lebih besar dibandingkan dengan ruangan *hall*.



Gambar 2.78 Portland Building dan Hall of Wohlen High School
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.115-116)

2.2.5.3 Struktur Ekspresif

Bagian ini menjelaskan tentang struktur yang ekspresif. Struktur ini mengekspresikan berbagai ide. Pada bangunan Museum Gallo-Roman Civilization, kolom utama yang berukuran raksasa mengekspresikan perlawanan terhadap beban lateral. Hal ini dapat dilihat dari ukuran balok-balok yang sangat besar. Kemudian bangunan kedua adalah Westminster Station, stasiun yang berada dibawah tanah ini disanggah oleh kolom-kolom silinder. Kolom-kolom tersebut mengekspresikan perlawanan terhadap gaya tekan tanah di atasnya.



Gambar 2.79 Museum Gollo-Roman Civilization dan Westminster Station
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.122-123)

2.2.6 Detail Struktural

Detail struktural yang terekspos dapat memberikan kontribusi terhadap arsitektur sebuah bangunan. Detil dapat mengubah elemen struktural yang biasa menjadi sebuah objek yang mempunyai kesan estetika sekomunikatif mungkin terhadap ide desain dan konsepnya. Bagian ini akan menjelaskan bagaimana seorang arsitek mengekspresikan perbedaan yang luas dari ide desain melalui detil struktural. Kemudian ini akan mendemonstrasikan keluasan kualitas arsitektur bahwa detil dapat berkontribusi terhadap desain yang membawa kepada bentuk estetika yang memuaskan.

Detail struktural merupakan pemahaman mengenai perbedaan bentuk elemen struktural dan hubungannya. Konsep desain harus mengarah ke desain yang detail. Sebelum menuju ke detail struktural yang spesifik, seorang arsitek harus mengecek kembali konsepnya. Konsep tersebut dikatakan berhasil apabila semua elemen struktural terintegrasi dengan elemen-elemen arsitektural dan bekerja sama untuk mencapai konsep desainnya.

2.2.6.1 Detail yang Responsif dan Ekspresif

Detail struktural mengekspresikan atau merespon terhadap berbagai macam pengaruh. Dalam kebanyakan kasus, detail terinspirasi dari beberapa aspek ketika bangunan sedang didesain. Sumber inspirasi tersebut adalah bentuk arsitektural, fungsi, material dan konstruksi, dan aksi struktural.

Pada aspek bentuk arsitektural, strategi pendetailan diadopsi dari beberapa macam bentuk arsitektural yang digunakan untuk mengembangkan detail struktural. Dari aspek ini akan terbentuk kesan keharmonian dan kesatuan yang tidak dapat dihindari. Contohnya adalah Grand Louvre dan gedung kantor Suhr.



Gambar 2.80 Grand Louvre dan Gedung Kantor Suhr
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.134)

Pada aspek fungsi, detail struktural memberikan kontribusi positif terhadap aspek fungsinya. Dalam kantor Tobias Grau terdapat detail elemen struktural yang menciptakan ruang kantor yang lebih menarik melalui pengaku diagonalnya.



Gambar 2.81 Gedung Kantor Tobias Grau
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.136)

Pada aspek material dan konstruksi, arsitektur merupakan karakteristik yang dihasilkan oleh ekspresi yang kuat dari material struktural dan konstruksi struktural. Setiap bahan struktural memiliki fitur khusus untuk material itu sendiri. Pada bagian ini, menggambarkan detail struktural tidak hanya mengekspresikan material dan konstruksi bangunannya saja tetapi juga memperjelas detail struktural yang ada pada saat pertama kali memandang. Di dalam bangunan United Airlines Terminal, tepatnya di ruang keberangkatan terdapat modulasi

berupa kolom dan balok yang terbuat dari baja profil-I. Hal ini menghadirkan karakter yang kuat dari material dan konstruksi yang diekspos tersebut.



Gambar 2.82 United Airlines Terminal
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.138)

Pada aspek aksi struktural, detail struktural harus mengekspresikan tindakan struktural yang ada pada struktur tersebut serta memberikan keuntungan terhadap kekayaan arsitektural. Pada bagian ini, ekspresi aksi struktural tersebut ada dua jenis, yaitu detail arsitektural mengekspresikan variasi tindakan dari aksi struktural dan mengekspresikan fungsinya. Contohnya, balok yang diekspos pada ruangan lantai satu di Jussieu University mengekspresikan aksi struktural internalnya. Balok baja tersebut mengekspresikan intensitas relatif dari momen bengkok yang ditahannya.



Gambar 2.83 Jussieu University
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.145)

2.2.6.2 Kualitas Detail Estetika

Bagian ini akan menjelaskan keanekaragaman yang hebat dari kualitas estetika detail struktural. Terkadang kualitas detail estetika tersebut dihadirkan dengan cara membiarkan apa adanya, dalam artian tidak ada finishing khusus tetapi karena hal tersebut, akhirnya menghasilkan estetika yang lebih elegan. Seperti pada Queen's Building, fasad utama bangunan dibiarkan begitu saja tanpa adanya finishing khusus tetapi hal tersebut malah menimbulkan dampak estetika yang berbeda.



Gambar 2.84 Queen's Building
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.152)

Kualitas detail estetika juga dapat dihadirkan dengan bentuk sederhana dari luar bangunan tetapi dengan dukungan lapisan transparan, kompleksitas yang ada didalamnya dapat terlihat dari luar secara tidak langsung. Sebagai contoh adalah Grand Louvre di Paris. Lapisan kaca berbentuk prisma segi empat membungkus kompleksitas struktur yang ada di dalamnya. Hal ini secara tidak langsung mengesankan bahwa estetika yang kompleks dibungkus oleh bentuk estetika yang sederhana.



Gambar 2.85 Grand Louvre
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.155)

Strategi untuk menghadirkan kualitas detail estetika memang tidak ada habisnya. Salah satunya adalah dengan mensiasati detail struktural yang berat dan massif secara visual menjadi terkesan ringan dan tidak begitu massif. Pada Stadelhofen Railway Station, kolom-kolom dan balok-balok penyangga yang sangat besar dan massif tersebut diberi sentuhan cahaya lembut sehingga mengesankan tidak begitu massif dan berat. Jadi, jangan dikatakan bahwa desain yang sederhana tidak menghasilkan kualitas detail estetika yang tinggi.



Gambar 2.86 Stadelhofen Railway Station
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.156)

2.2.7 Struktur dan Cahaya

Elemen struktural dapat menjadi elemen sumber. Struktur berpotensi mengontrol cahaya yang masuk dan bagaimana ia menerangi suatu ruangan.

Millet mengatakan bahwa struktur menggambarkan tempat dimana cahaya bisa masuk, modul struktur menghadirkan ritme cahaya. Struktur memodifikasi cahaya dengan memantulkannya atau menghamburkannya sehingga menimbulkan kesan pencahayaan yang berbeda.

2.2.7.1 Sumber Cahaya

Bagian ini akan menjelaskan bagaimana struktur sebagai sumber cahaya langsung daripada hanya sekedar sebagai pemodifikasi dan pemantul cahaya. Struktur dikatakan sebagai sumber cahaya bergantung pada seberapa terbukanya struktur tersebut dalam menerima cahaya.

Contohnya adalah San Fransisco International Airport, Di dalamnya terdapat struktur atap tiga dimensi yang terbuat dari rangka-rangka yang dilapisi oleh lapisan transparan. Pada siang hari, ruangan dibawah rangka-rangka tersebut lebih terang dibandingkan dengan area disampingnya yang memperoleh cahaya secara langsung dari dinding terdekat.



Gambar 2.87 San Fransisco International Airport
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.170)

2.2.7.2 Memaksimalkan Cahaya

Ada tiga hal yang digunakan agar elemen struktur dapat memaksimalkan cahaya, yaitu dengan meminimalisasi ukuran elemen struktur, penembusan pada elemen struktural, dan penggunaan struktur transparan.

Cara pertama, meminimalisasi ukuran elemen struktur, membahas bagaimana caranya kompleksitas dan pencahayaan dapat meningkat tetapi dimensi strukturalnya dikurangi. Perhitungan sederhana menunjukkan bahwa jika satu batang tegang digantikan dengan dua batang tegang tetapi dengan diameter yang lebih kecil dimana kekuatannya sama dengan satu batang tegang aslinya, maka area bayangan struktural akan berkurang kira-kira 30 %. Jika dengan empat batang tegang akan mengurangi bayangan sebesar 50 % sehingga semakin banyak batangnya semakin banyak cahayanya dan semakin banyak pula kompleksitas visualnya. Misalnya pada bangunan Trade Fair Glass Hall, cahaya yang dapat masuk ke dalam bangunan sangatlah banyak tetapi ukuran elemen strukturalnya cukup kecil dan kompleks.



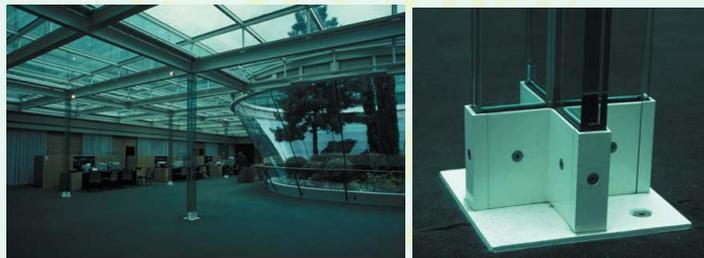
Gambar 2.88 Trade Fair Glass Hall
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.175)

Cara kedua, penembusan pada elemen struktural, membahas bagaimana elemen struktural member celah terhadap sumber cahaya agar bisa langsung masuk ke dalam ruangan. Contohnya, pada bangunan Mexican Embassy, dinding ruangan diberi lubang berbentuk lingkaran sehingga cahaya dapat masuk ke dalam ruangan.



Gambar 2.89 Mexican Embassy
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.178)

Cara ketiga, penggunaan struktur transparan, membahas tentang penggunaan struktur transparan sehingga cahaya dapat masuk dengan bebas melalui bahan yang transparan tersebut. Contohnya adalah pada bangunan Town Administration Centre.

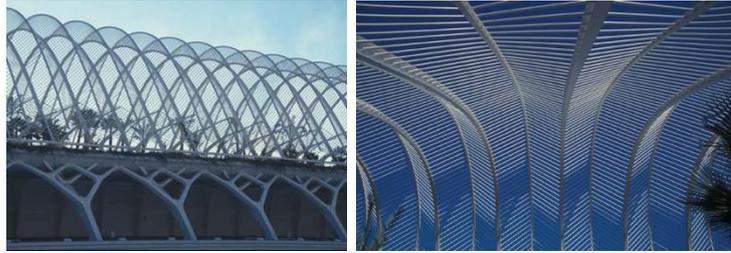


Gambar 2.90 Town Administration Centre
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.180)

2.2.7.3 Memodifikasi Cahaya

Disamping sebagai sumber cahaya, struktur juga dapat berperan sebagai pemodifikasi cahaya, yaitu dengan cara menyaring dan memantulkan.

Cara pertama, menyaring. Struktur yang berlapis-lapis dan berderet-deret seringkali bersifat menyaring cahaya sehingga meminimalisasi cahaya yang masuk sekaligus memberikan efek permainan cahaya. Seperti pada bangunan City of Art and Science.



Gambar 2.91 City of Art and Science, Santiago
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.181)

Cara kedua, memantulkan. Struktur terbuat dari bahan yang memungkinkan untuk memantulkan cahaya atau bersifat memantulkan cahaya sehingga cahaya dapat terpantulkan ke segala penjuru ruangan. Pada bangunan Monchengladbach Museum, menggunakan balok bercat warna terang untuk memantulkan cahaya sehingga cahaya yang ada dapat bersinar lebih maksimal.



Gambar 2.92 Monchengladbach Museum, Jerman
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.183)

2.2.7.4 Termodifikasi oleh Cahaya

Walaupun struktur biasanya berfungsi sebagai pengontrol cahaya, hubungan antara struktur dan cahaya tidak selalu didominasi oleh struktur. Cahaya tidak hanya menampakkan struktur tetapi juga memodifikasi struktur. Struktur yang termodifikasi oleh cahaya disebut mengalami *dematerialize*, hal ini terjadi jika struktur yang disinari oleh cahaya yang sangat terang sehingga material struktur tersebut terlihat menghilang dan kehilangan ketajamannya. Seperti pada bangunan Timber Showroom, elemen struktur kayunya terlihat menghilang karena tersinari oleh cahaya yang sangat terang.



Gambar 2.93 Timber Showroom, Jerman
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.185)

2.2.8 Reprerentasi dan Simbolisme

Bagian ini menjelaskan bagaimana struktur memperkaya arsitektur ketika bentuk dan detail struktural berkontribusi makna berupa kebaikan kualitas representasi dan simbolisme. Reprerentasi struktural dapat dipahami sebagai struktur yang melambangkan objek secara fisik seperti pohon atau burung. Sedangkan struktur simbolis menggambarkan ide, kualitas dari kondisi, seperti kecantikan dan sebagainya.

Keduanya memiliki perbedaan derajat ketegasan. Beberapa contoh dari representasi hampir semuanya diterima secara universal, sedangkan simbolisme tidak, atau dapat dikatakan lebih sulit untuk dipahami.

2.2.8.1 Representasi

Contoh dari representasi struktural dapat dibedakan menjadi dua golongan, pertama, representasi sesuatu yang natural, kedua, representasi artefak, yaitu inspirasi desain yang berasal dari hasil karya manusia.

Representasi sesuatu yang natural menjelaskan bahwa desain struktur mengadopsi dari bentuk sesuatu yang alami, misalnya pohon. Representasi bentuk

pohon terdapat pada bangunan Palais de Justice di Prancis. Bentuk kolom-kolomnya berasal dari bentuk dahan-dahan dan ranting-ranting pohon.



Gambar 2.94 Palais de Justice, Prancis
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.191)

Representasi dari bentukan artifak membahas bagaimana struktur mengadopsi bentukan-bentukan benda hasil karya manusia. Misalnya, bentukan behera Nabi Nuh As. Bentukan tersebut terdapat pada bangunan Atlantico Pavillion di Lisbon. Bangunan ini memiliki bentuk seperti kapal yang terbalik pada struktur atapnya.



Gambar 2.95 Atlantico Pavillion, Lisbon
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.197)

2.2.8.2 Simbolisme

Representasi simbolis menggambarkan suatu kondisi atau keadaan tertentu. Kondisi tersebut digambarkan melalui bentuk struktur yang beraneka ragam. Seringkali, representasi simbolis tidak mudah untuk dipahami seseorang

karena tidak tergambar secara langsung. Contohnya adalah pada bangunan Jewish Museum di Berlin. Bentuk kolom-kolom dan balok struktural yang diagonal dan terkesan porak-poranda melambangkan sejarah yang terlepas dan pengalaman horror yang dialami kaum Yahudi pada jaman dahulu.



Gambar 2.96 Jewish Museum, Berlin
(Sumber : Charleson, Structure As Architecture, hal.202)

2.2.9 Kesimpulan

Structure as Architecture merupakan tema yang sangat luas. Setelah dikaji lebih dalam dan dipahami, *Structure As Architecture* memuat beberapa prinsip inti, yaitu :

2.2.9.1 Eksterior Bangunan

Struktur dalam eksterior bangunan selalu memiliki dua fungsi disamping fungsinya sebagai struktur :

- a. Struktur sebagai struktur dan penyaji kualitas estetika melalui tekstur yang dimilikinya, modulasi yang ditimbulkan pada fasad bangunan, bentuknya yang “menyaring” pemandangan, dan skalanya yang menonjol.
- b. Struktur sebagai struktur dan penghubung antara bagian interior dan eksterior.
- c. Struktur sebagai struktur dan penanda sekaligus pemberi gambaran struktur interior pada pintu masuk.
- d. Struktur sebagai struktur dan sebagai elemen yang ekspresif, menggambarkan suatu keadaan pada eksterior bangunan.

2.2.9.2 Interior Bangunan

Struktur dalam interior bangunan selalu memiliki dua fungsi disamping fungsinya sebagai struktur :

- a. Struktur sebagai struktur dan pemberi tekstur dan detail pada permukaan interior bangunan.
- b. Struktur sebagai struktur dan pemberi kesan spasial (meruang) yang dapat memberi kontribusi positif atau negative pada interior bangunan.
- c. Struktur sebagai struktur dan sebagai elemen yang ekspresif, menggambarkan sesuatu pada interior bangunan.
- d. Struktur sebagai struktur dan sebagai sumber cahaya.
- e. Struktur sebagai struktur dan sebagai pemodifikasi cahaya.
- f. Struktur sebagai struktur dan sebagai penentu fleksibilitas ruangan.
- g. Struktur sebagai struktur dan sebagai pembagi ruangan.
- h. Struktur sebagai struktur dan sebagai pengarah jalur sirkulasi.
- i. Struktur sebagai struktur dan sebagai pengacau fungsi ruang.

2.2.9.3 Representasi dan Symbolisme

Struktur dalam representasi dan simbolisme selalu memiliki dua fungsi disamping fungsinya sebagai struktur :

- a. Struktur sebagai struktur dan sebagai representasi bentuk baik bentuk natural maupun bentuk artefak.
- b. Struktur sebagai struktur dan sebagai simbol keadaan atau kondisi tertentu.

2.3 Kajian Integrasi

2.3.1 Kajian Integrasi Objek

Gedung Robotika Bertaraf Internasional memiliki empat fungsi utama, yaitu sebagai tempat perlombaan robot, tempat penelitian, tempat produksi robot, dan tempat latihan. Empat fungsi dalam satu bangunan merupakan salah satu efisiensi dalam arsitektur. Efisiensi dalam perspektif islam sangat dianjurkan karena umat islam dilarang berlebih-lebihan dalam segala sesuatu, seperti dalam surat Al-A'raf Ayat 31 :

يٰۤاٰدَمُ خُذْ زِينَتَكَ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوْا وَاشْرَبُوْا وَلَا تُسْرِفُوْا ۗ اِنَّهٗ لَا يُحِبُّ

اَلْمُسْرِفِيْنَ ﴿٣١﴾

31. *Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di Setiap (memasuki) mesjid, Makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.*

Selain larangan untuk berlebih-lebihan tersebut, ayat di atas menganjurkan agar umat islam selalu berindah-indah ketika melakukan kebaikan. Sebagaimana dengan seorang arsitek yang membangun bangunan-bangunan yang indah untuk keperluan yang baik dan bermanfaat.

Selain itu, keberadaan laboratorium pada Gedung Robotika Bertaraf Internasional juga dianjurkan dalam islam karena laboratorium merupakan sarana untuk mendukung penelitian, mendukung manusia untuk terus berpikir dan mengembangkan pemikirannya. Sebagaimana dalam surat Al- Imran ayat 190-191 :

إِن فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

190. *Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal,*
191. *(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka.*

2.3.2 Kajian Integrasi Tema

Dalam surat Al-A'raf ayat 31 :

يَبْنَئِ عَادَمَ خُدُوا زِينَتَكُمْ عِنْدَ كُلِّ مَسْجِدٍ وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ

المُسْرِفِينَ ﴿٣١﴾

31. *Hai anak Adam, pakailah pakaianmu yang indah di Setiap (memasuki) mesjid, Makan dan minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan.*

Ayat di atas menjelaskan bahwa umat islam dianjurkan berindah-indah dalam kebaikan dan tidak berlebih-lebihan dalam segala sesuatu. Jika dikaji berdasarkan ayat di atas, tema *Structure As Architecture* sangat sesuai dengan ayat di atas. Tema tersebut dalam implikasinya termasuk tidak berlebih-lebihan karena menjadikan struktur sebagai elemen yang mempunyai fungsi ganda (dwifungsi) atau lebih (multifungsi) tetapi di dalamnya masih terdapat prinsip-prinsip tema yang tidak sesuai dengan ayat di atas, yaitu struktur sebagai struktur dan pengacau fungsi ruang. Hal ini tentunya sangat tidak bermanfaat bahkan termasuk berlebih-lebihan, karena lebih banyak yang tersia-sia daripada yang bermanfaat. Selain itu, prinsip struktur sebagai struktur dan pemberi kesan spasial (meruang) yang dapat memberi kontribusi positif atau negatif pada interior bangunan juga tidak sesuai dengan ayat di atas, seharusnya struktur tersebut harus memberikan kontribusi yang selalu positif bagaimanapun caranya. Sedangkan, pada prinsip-prinsip yang lain masih sesuai dengan ayat di atas karena prinsip-prinsip tersebut mempunyai fungsi lain yang bermanfaat dan tidak lepas dari keindahan.

Di antara fungsi lain dari struktur adalah sebagai elemen yang memperkaya aspek arsitektural, hal ini sangat sesuai dengan ayat di atas karena struktur turut memperindah aspek arsitektural. Dalam implikasinya struktur turut memperindah bangunan-bangunan yang baik dan bermanfaat.

Setelah dilakukan pengkajian dalam perspektif islam, prinsip-prinsip tema dalam *Structure As Architecture* mengalami pengurangan. Prinsip-prinsip tema setelah diintegrasikan adalah sebagai berikut :

a. Eksterior Bangunan

- Struktur sebagai struktur dan penyaji kualitas estetika melalui tekstur yang dimilikinya, modulasi yang ditimbulkan pada fasad bangunan, bentuknya yang “menyaring” pemandangan, dan skalanya yang menonjol.
- Stuktur sebagai struktur dan penghubung antara bagian interior dan eksterior.

- Struktur sebagai struktur dan penanda sekaligus pemberi kesan pada pintu masuk.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai elemen yang ekspresif, menggambarkan suatu keadaan pada eksterior bangunan.
- b. Interior Bangunan
- Struktur sebagai struktur dan pemberi tekstur dan detail pada permukaan interior bangunan.
 - Struktur sebagai struktur dan pemberi kesan spasial (meruang) yang dapat memberi kontribusi positif pada interior bangunan.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai elemen yang ekspresif, menggambarkan sesuatu pada interior bangunan.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai sumber cahaya.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai pemodifikasi cahaya.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai penentu fleksibilitas ruangan.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai pembagi ruangan.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai pengarah jalur sirkulasi.
- c. Reprerentasi dan Symbolisme
- Struktur sebagai struktur dan sebagai representasi bentuk baik bentuk natural maupun bentuk artefak.
 - Struktur sebagai struktur dan sebagai simbol keadaan atau kondisi tertentu.

2.4 Penggunaan Prinsip Tema dalam Perancangan

Setelah prinsip-prinsip di atas mengalami integrasi, kemudian prinsip-prinsip tersebut akan diseleksi kembali berdasarkan kebutuhan terhadap obyek rancangan. Obyek rancangan merupakan gedung robotika yang identik dengan robot, struktur bentang lebar, kecanggihan, dan proses pembuatan robot sehingga terdapat dua prinsip yang dapat digunakan dalam perancangan karena kedua prinsip ini yang paling dapat diterapkan pada semua bagian perancangan gedung robotika. Kedua prinsip tersebut adalah :

- Struktur sebagai struktur dan sebagai elemen yang ekspresif. Prinsip ini mewakili karakter gedung robotika yang identik dengan robot, jadi

ekspresi yang ditimbulkan oleh struktur adalah ekspresi karakteristik dari robot (*Structure As Expression of Robot Characteristics*).

Karakteristik dan aplikasi :

- Gerakan robot yang kaku : bangunan berbentuk kaku, struktur terdiri dari bentukan struktur yang lurus dan menyudut, menghindari bentuk lengkung, fasad bangunan terdiri dari bentukan lurus dan menyudut, bentuk formal.
- Robot terdiri dari beberapa bagian yang dijadikan satu kesatuan : bentuk bangunan merupakan terdiri dari beberapa bentuk yang kemudian disusun secara menyatu.
- Robot identik dengan sesuatu yang canggih (*high-tech*) : ekspose struktur, transparansi, flatbright coloring, layering.
- Ekspresi robot merupakan ekspresi yang datar : fasad bangunan yang datar, tidak terlalu bermain tekstur, meminimalisasi permainan maju mundur.
- Sistem gerakan robot merupakan sistem yang bertumpu pada bagian tubuh yang lebih besar sehingga mampu menghasilkan gerak : menyusun bangunan dari bangunan yang besar ke bangunan yang lebih kecil.
- *Structure As Symbolism*, selain sebagai struktur, struktur juga berfungsi sebagai elemen yang menyimbolkan suatu keadaan atau suatu cerita. Karena gedung robotika yang identik dengan tempat proses pembuatan robot, maka simbol keadaan yang digunakan adalah alur proses pembuatan robot (*Structure As Symbolism of Robot Making Process*).

Karakteristik dan aplikasi :

- Proses pembuatan robot merupakan proses yang berawal dari pemikiran manusia, dilanjutkan dengan penelitian dan percobaan, kemudian dilakukan pengetesan dan uji coba, kemudian siap dipasarkan atau di lombakan, tetapi proses tersebut alurnya tidak selamanya seperti itu. Banyak hal yang tidak terduga terjadi dilapangan, misalnya dari proses pemasaran kemudian kembali lagi ke proses percobaan karena masih terdapat kesalahan-kesalahan pada

robot, dan lain sebagainya, jadi masih memungkinkan bentuk alur yang lain. Hal ini dapat diterapkan dalam alur perletakan zona bangunan : menyusun perletakan masa bangunan secara berurutan atau acak.

- Proses pembuatan robot merupakan proses yang berawal dari ke-tiada-an hingga ke-ada-an : menyusun bangunan berstruktur yang paling rendah ke yang struktur yang paling tinggi, menyusun bangunan yang berstruktur yang berbentuk tersempit ke yang struktur yang berbentuk terlebar, membuat tekstur maju mundur pada fasad.
- Proses pembuatan robot merupakan proses yang fleksibel, tidak harus terpaku pada satu alur proses saja tetapi dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan : fleksibel identik dengan bentuk yang tidak kaku, lengkung. Bentuk lengkung pada layout bangunan, dan fasad bangunan.
- Proses pembuatan robot merupakan proses yang berkesinambungan : menciptakan bentuk bangunan dan bentuk struktur yang berkesinambungan satu sama lain, bentuk satu dan bentuk yang lain merupakan bentuk yang menyatu, fasad terdiri dari serangkaian bentuk yang berkesinambungan.

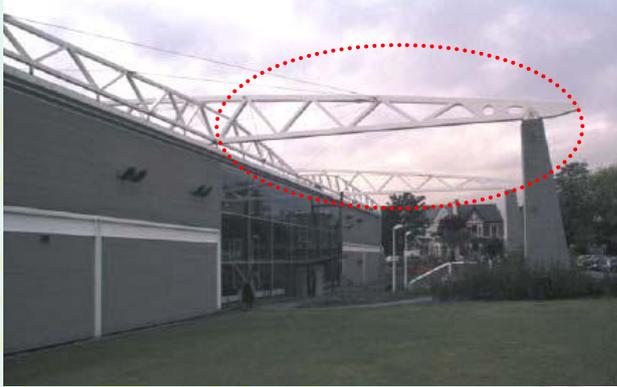
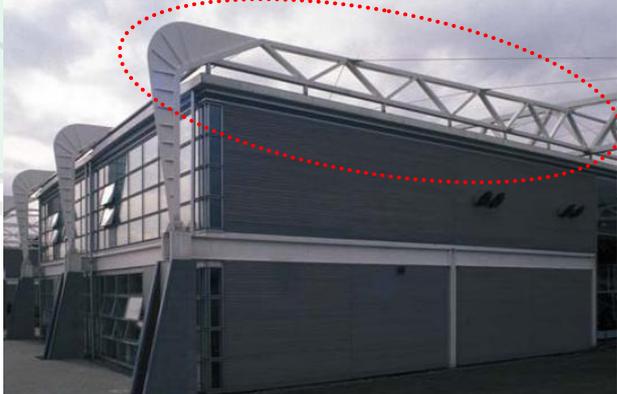
2.5 Studi Banding

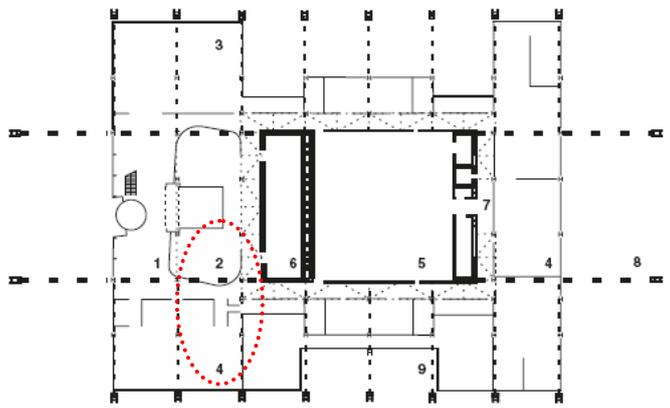
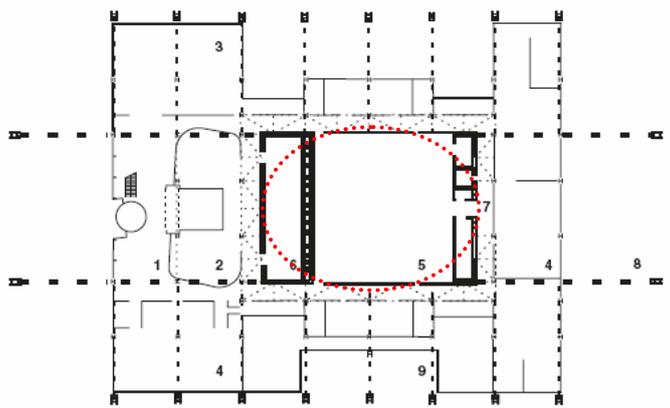
2.5.1 Studi Banding Tema

British Record Industry Trust (BRIT) School

BRIT *School* terletak di Croydon, London. Sekolah ini mendidik para murid dalam hal seni dan kemampuan sejenis. Sebagaimana kurikulumnya yang sedang dalam proses pengembangan, maka diperlukan suatu ruang yang mempunyai fleksibilitas tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan. Bangunan ini menggunakan tema *Structure As Architecture*, berikut merupakan kajian terhadap penerapan prinsip-prinsip tema tersebut yang sudah diintegrasikan :

Tabel 2.5 Kajian Prinsip-Prinsip Tema pada British Record Industry Trust (BRIT) School

No.	Aspek yang Dikaji	Hasil Kajian
1.	Struktur sebagai penyaji kualitas estetika	 <p>Sistem portal pada eksterior bangunan memiliki tekstur dan pola yang disusun berderet sehingga membentuk modulasi pada fasad bangunan. Berarti struktur menyajikan kualitas estetika pada bangunan.</p>
2.	Struktur sebagai pemberi kesan pada pintu masuk.	 <p>Struktur portal yang terletak di depan pintu masuk menjadi penanda tersendiri bagi pintu masuk.</p>
3.	Struktur sebagai elemen yang ekspresif	 <p>Struktur portal tersebut mengekspresikan menahan beban bangunan yang dipikulnya.</p>

<p>4.</p>	<p>Struktur sebagai pembagi ruangan</p>	 <p>Struktur sebagai pembagi ruangan yang berbeda fungsi secara tidak langsung. Sebagai pembagi antara ruang perpustakaan (no.2) dan ruang kelas (no.4).</p>
<p>5.</p>	<p>Struktur sebagai penentu fleksibilitas ruangan</p>	 <p>Struktur sebagai penentu fleksibilitas ruang sehingga menghadirkan ruang theater yang bebas kolom yang bisa dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan.</p>
<p>6.</p>	<p>Struktur sebagai sumber cahaya.</p>	 <p>Sumber cahaya berasal dari struktur atap yang terbuat dari bahan transparan sehingga cahaya dapat masuk ke dalam ruangan. Hal ini membuktikan bahwa struktur sebagai sumber cahaya.</p>

7.	Struktur sebagai simbol keadaan atau kondisi tertentu	 <p data-bbox="646 728 1370 862">Teknologi bangunan yang hi-tech menyimbolkan peran sekolah yang mengembangkan kreativitas secara inovatif pada anak-anak didiknya. Hal ini menunjukkan bahwa struktur sebagai simbol keadaan tertentu.</p>
----	---	---

Jadi, dapat disimpulkan bahwa British Record Industry Trust (BRIT) School termasuk bangunan yang menggunakan tema *Structure As Architecture* tetapi tidak semua prinsip-prinsip tema tersebut diterapkan.

2.5.2 Studi Banding Objek

Gedung Pusat Robotika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

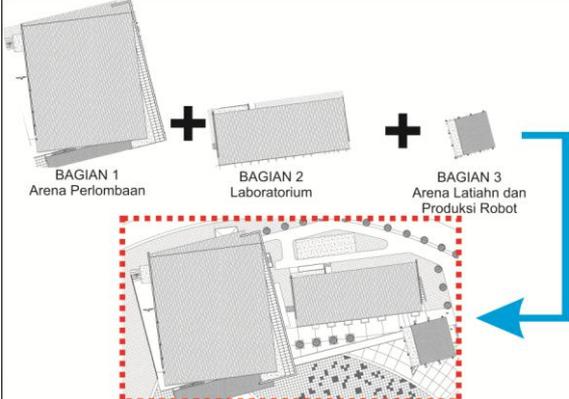
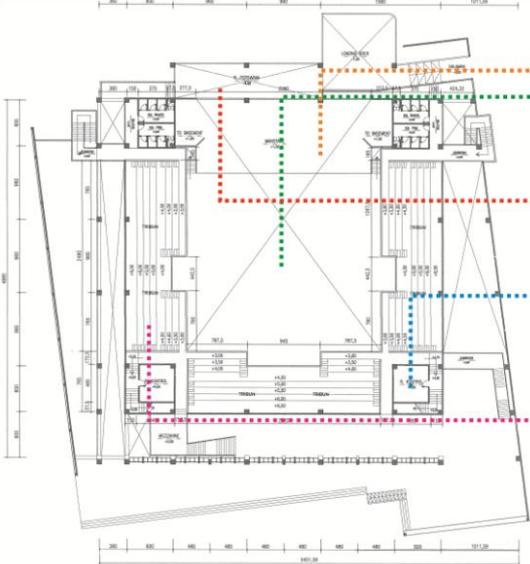
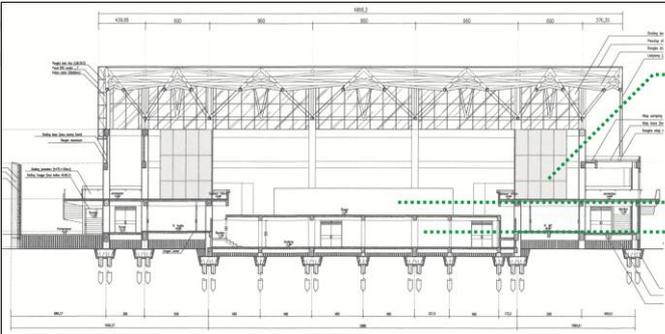
Gedung Pusat Robotika yang dimiliki oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya merupakan gedung satu-satunya yang dikhususkan untuk memfasilitasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan robotika di Indonesia. Gedung ini diresmikan oleh Menteri Pendidikan Nasional, Mohammad Nuh, pada tanggal 23 April 2010. Menurut arsiteknya, Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D, dalam merancang gedung tersebut, beliau cukup kesulitan karena belum ada gedung sejenis ini yang sudah pernah dibangun sebelumnya di Indonesia atau bahkan di dunia. Memang banyak gedung-gedung yang dapat digunakan sebagai ajang perlombaan robotika tetapi gedung-gedung

tersebut bukanlah gedung yang khusus didesain untuk ajang perlombaan robotika, melainkan gedung serbaguna (*hall*) yang kemudian ruangnya diatur sedemikian rupa sehingga dapat digunakan sebagai ajang perlombaan robotika, seperti Dome Universitas Muhammadiyah Malang, Balai Sidang Jakarta, Graha ITS Surabaya, dan lain-lain.

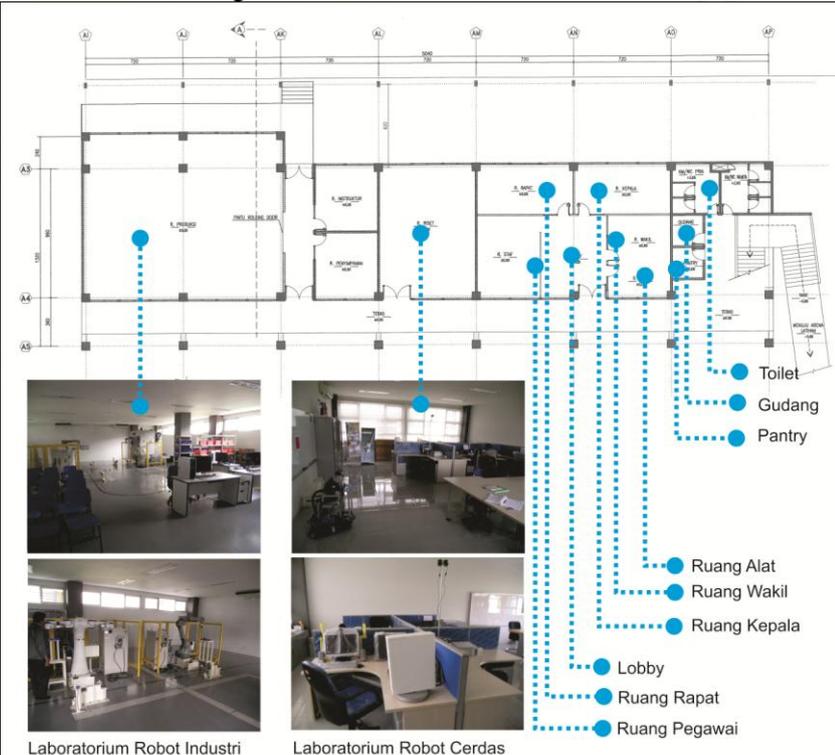
Selain permasalahan preseden tersebut, arsitek juga menemukan kesulitan dalam hal standar ruang dan kebutuhan ruang pada gedung. Akhirnya, beliau memutuskan untuk melakukan *interview* terhadap *user*, yaitu dosen teknik elektronika dan mahasiswa yang sering mengikuti kontes robot internasional guna mengetahui kebutuhan ruang yang dibutuhkan dalam gedung tersebut. Sedangkan, untuk masalah standar ruang, beliau berpedoman pada peraturan (*game rule*) yang ada pada perlombaan robotika internasional. Dalam *game rule* tersebut terdapat standar-standar ukuran-ukuran robot serta arena-arena yang dibutuhkan dalam perlombaan robotika. Tabel di bawah ini merupakan table hasil kajian obyek studi banding terhadap elemen-elemen arsitektural :

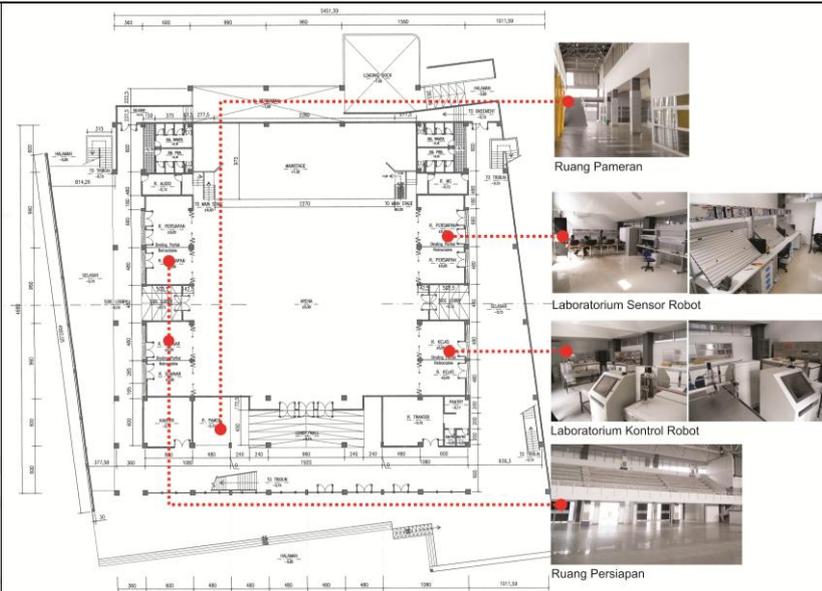
Tabel 2.6 Kajian Arsitektural Gedung Pusat Robotika ITS Surabaya

No	Aspek yang Dikaji	Hasil Kajian
1.	Lokasi	 <p>Gedung Pusat Robotika Institut Teknologi Sepuluh November terletak di Jalan Teknik Industri, kompleks kampus Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya. Gedung ini dibangun di atas lahan <i>techno park</i> yang dimiliki oleh ITS.</p>
2.	Tema dan Konsep	<p>Berdasarkan dari hasil wawancara dengan arsitek Gedung Pusat Robotika ITS Surabaya, Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D, tema dari rancangan gedung tersebut diturunkan benda robot itu sendiri. Dalam hal ini aspek dari robot yang dijadikan tema adalah "transformasi dan bagian". Tema ini kemudian dijadikan dasar untuk mengembangkan konsep <i>site planning</i>, <i>layout</i>, bentuk dan elemen bangunan, serta interior.</p> <p>Sejalan dengan guna bangunan, dalam <i>site planning</i> bangunan dipisahkan menjadi beberapa bangunan dan disusun dalam konfigurasi yang bertransformasi. Dasar gubahan masa dan ruang yang dipakai adalah <i>box-box</i> yang diputar dan disusun saling tumpang tindih baik dalam arah vertikal maupun horisontal. Kesemuanya untuk memperjelas bagian-bagian dan transformasinya. Metode yang sama juga dipakai dalam pengembangan <i>layout</i>, denah (volume ruang), dan elemen bangunan.</p>

		
3.	<p>Kebutuhan Ruang</p>	<ul style="list-style-type: none"> Arena Perlombaan Arena perlombaan ini termasuk ruang utama pada Gedung Pusat Robotika ITS Surabaya, yaitu sebagai tempat perlombaan robotika, terdiri dari lapangan perlombaan, panggung, tribun penonton, ruang persiapan, dan ruang kontrol. Ukuran seluruh arena perlombaan adalah 46,8 m x 54,5 m.  <ul style="list-style-type: none"> Lapangan perlombaan dan panggung Ruang persiapan Ruang kontrol Tribun penonton  <ul style="list-style-type: none"> Tribun penonton dan ruang kontrol terletak di lantai 2 Lapangan perlombaan dan panggung terletak di lantai 1 Ruang persiapan terletak di lantai semibasement <ul style="list-style-type: none"> Ruang Laboratorium Ruang laboratorium merupakan tempat untuk melakukan berbagai penelitian mengenai keilmuan robotika. Pada Gedung Pusat Robotika ITS, terdapat empat ruangan laboratorium, yaitu :

- Laboratorium Robot Cerdas, laboratorium berukuran 7,2 m x 9,6 m yang digunakan untuk merancang dan mengembangkan robot pada aspek pemrogramannya.
- Laboratorium Robot Industri, laboratorium 15,6 m x 14,4 m yang digunakan untuk membuat dan merancang robot pada aspek fisiknya. Pada laboratorium ini mempunyai ukuran ruang yang lebih luas dibandingkan dengan laboratorium-laboratorium lainnya karena dalam merancang fisik robot memang membutuhkan ruangan yang cukup luas. Di dalamnya terdapat ruang penyimpanan peralatan robot dan ruang instruktur.
- Laboratorium Kontrol Robot, laboratorium berukuran 6 m x 9,6 m yang digunakan untuk menguji robot yang sudah dirancang pada aspek control dan mekaniknya. Di dalamnya terdapat beberapa alat uji mekanik robot yang diimpor dari Jepang dan Jerman.
- Laboratorium Sensor, laboratorium berukuran 6 m x 11,4 m yang digunakan untuk menguji robot yang sudah dirancang pada aspek sensornya. Di dalamnya terdapat alat uji sensor yang diimpor dari luar negeri, Jepang.
- Ruang Kantor
Ruang kantor merupakan tempat yang berfungsi untuk mengelola administrasi Gedung Pusat Robotika ITS. Di dalamnya terdapat *lobby*, ruang rapat, ruang kepala, ruang wakil, dan ruang alat.





- **Ruang Produksi Robot**

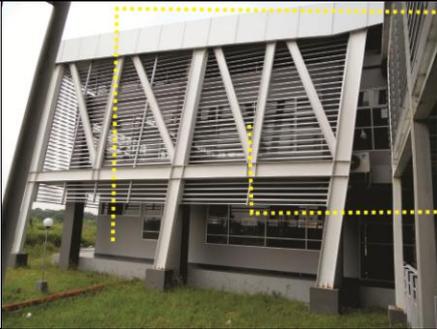
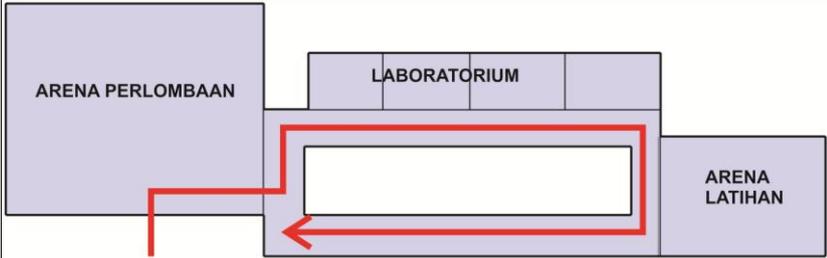
Ruang Produksi Robot merupakan ruang yang digunakan untuk pembuatan robot, terutama pembuatan rangka fisik robot. Di dalamnya terdapat mesin-mesin berat, seperti :

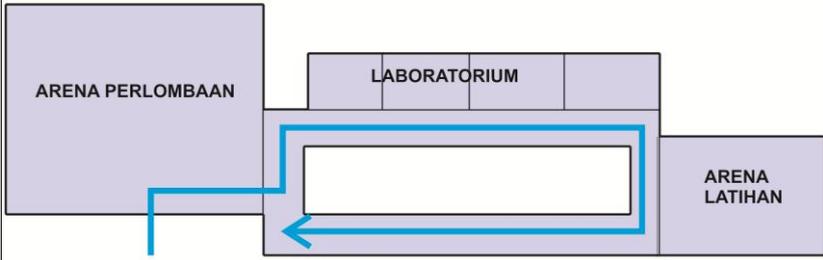
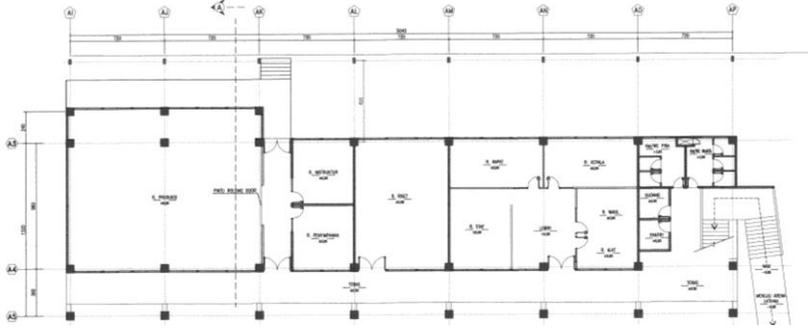
- Mesin Bubut, digunakan untuk memegang dan memutar benda kerja untuk melakukan operasi permesinan. Operasi permesinan yang dimaksud termasuk bubut permukaan, pengeboran, me-reamer, membuat ulir/drat, membubut lobang, bubut bertingkat, knurling dan lain-lain.
- Mesin Miling, digunakan untuk memotong bahan tetapi dengan bentuk yang lebih spesifik atau rumit.
- Mesin Pemotong, digunakan untuk memotong bahan-bahan kerangka robot yang terbuat dari galvalum dan besi.
- Mesin Kompresor, digunakan untuk menghasilkan angin bertekanan tinggi. Biasanya digunakan untuk menyemprot atau membersihkan debu pada bahan.

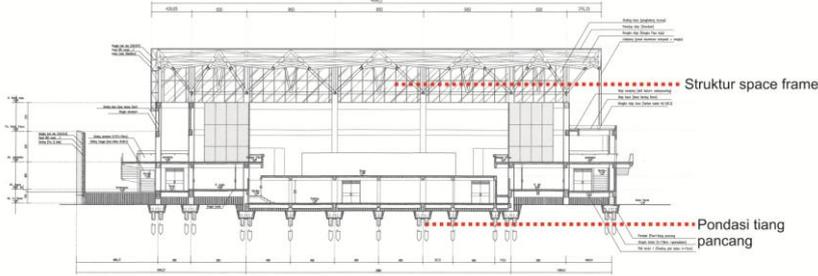


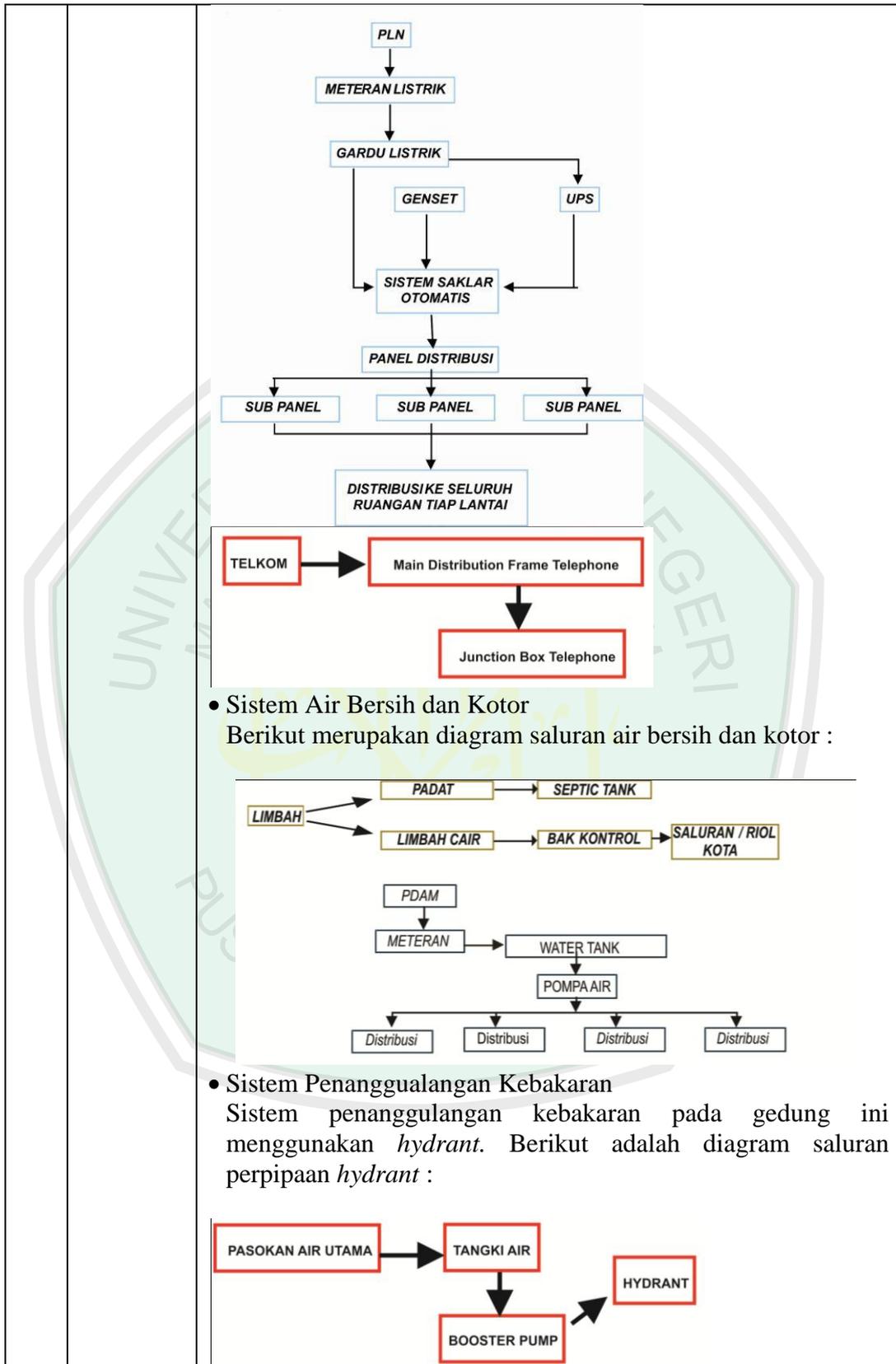
- **Arena Latihan**

Arena latihan merupakan tempat untuk melakukan simulasi atau pengujian sebelum perlombaan di mulai. Arena ini termasuk arena yang inklusif, tidak semua orang diperbolehkan masuk ke arena ini karena di dalamnya terdapat robot yang dirahasiakan kecanggihannya dan teknologinya yang siap untuk dilombakan, hal ini untuk mengantisipasi adanya plagiasi atau peniruan sehingga bisa merugikan pihak yang terkait.

		 
4.	Sirkulasi	<ul style="list-style-type: none"> Pencapaian Pencapaian pada Gedung Pusat Robotika ITS ini adalah termasuk ke dalam jenis pencapaian tidak langsung karena jalur <i>entrance</i> tidak langsung berhadapan dengan pintu masuk gedung.  Pintu Masuk Pintu masuk pada Gedung Pusat Robotika ITS ini termasuk ke dalam jenis pintu masuk yang menyorok ke dalam karena dibutuhkan akses yang mengarah menuju ke dalam bangunan sebelum mencapai pintu masuk.  Konfigurasi Jalur Konfigurasi jalur sirkulasi pada Gedung Pusat Robotika ITS ini termasuk ke dalam jenis konfigurasi jalur linier karena jalur sirkulasinya mengarah lurus dan searah dari satu titik menuju satu titik tujuan namun berbentuk putaran balik.  Hubungan Jalur-Ruang

		<p>Hubungan jalur sirkulasi dan ruang pada Gedung Pusat Robotika ITS ini termasuk ke dalam jenis hubungan jalur sirkulasi dan ruang melewati ruang karena jalur sirkulasinya bergerak melalui ruang-ruang yang ada disampingnya.</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk Ruang Sirkulasi Bentuk sirkulasi pada Gedung Pusat Robotika ITS ini termasuk ke dalam jenis bentuk sirkulasi tertutup pada satu sisi dan terbuka pada kedua sisi, hal ini dapat dilihat melalui bentuk kedua selasarnya. 
5.	Struktur	<p>Gedung Pusat Robotika ITS Surabaya menggunakan dua jenis struktur, yaitu struktur <i>rigid frame</i> dan struktur rangka ruang (<i>space frame</i>). Berikut adalah penjelasan lebih detil mengenai bagian-bagian gedung beserta strukturnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Struktur Rigid Frame Struktur ini terdiri dari susunan kolom dan balok yang membentuk ruang, digunakan pada ruang-ruang laboratorium dan ruang kantor.  <ul style="list-style-type: none"> • Struktur Space Frame Struktur space frame digunakan pada arena perlombaan. Hal ini tentunya sangat sesuai karena dalam arena perlombaan membutuhkan ruang lebar yang bebas kolom.

		 <p>Dari gambar potongan arena perlombaan di atas, dapat diketahui bahwa pondasi yang digunakan adalah tiang pancang. Tiang pancang sangat sesuai dengan struktur bentang leper karena beban yang yang ditanggung cukup besar.</p>
6.	Utilitas	<p>Gedung Pusat Robotika ITS tidak memiliki sistem utilitas khusus. Sistem utilitasnya sama seperti bangunan pada umumnya. Berikut dijelaskan sistem transportasi, sistem mekanikal elektrik, sistem air bersih dan air kotor, dan sistem penanggulangan kebakaran.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistem Transportasi Sistem transportasi yang dimiliki oleh gedung ini adalah berupa tangga dan ramp, tidak ada eskalator maupun lift.  <ul style="list-style-type: none"> • Sistem Mekanikal Elektrikal Sistem mekanikal dan elektrik pada gedung ini berupa sistem pasokan listrik dan telepon. Tidak ada saluran khusus untuk perletakkannya sebagaimana yang terdapat pada bangunan bertingkat tinggi, yaitu berupa shaft. Berikut adalah diagram distribusi saluran pasokan listrik dan telepon :



(Sumber : Analisis dan Dokumentasi Pribadi, 2012)

Setelah mengkaji terhadap aspek arsitektural pada Gedung Pusat Robotika ITS ini, dapat diperoleh kelebihan dan kekurangan pada gedung tersebut, yaitu :

Tabel 2.7 Analisis Kekurangan dan Kelebihan Aspek Arsitektural terhadap Gedung Pusat Robotika ITS

No.	Aspek yang Dikaji	Kelebihan	Kekurangan
1.	Kebutuhan Ruang	<ul style="list-style-type: none"> - Menjadikan satu antara tempat perlombaan dan laboratorium robot dalam satu bangunan merupakan konsep yang bagus karena dapat memudahkan <i>user</i> dalam merancang, mengetes, dan melombakan robot sehingga user tidak terlalu jauh dalam menjangkau semua ruang yang dibutuhkan. - Tempat parkir memiliki pola yang unik, yaitu berbentuk setengah lingkaran. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurangnya fasilitas penunjang untuk kebutuhan user, salah satunya adalah tempat makan. - Kurangnya ruang persiapan bagi peserta lomba. Seringkali peserta lomba melebihi kapasitas sehingga selasar-selasar di sekitar arena perlombaan terpaksa digunakan sebagai ruang persiapan para peserta.  <p>Selasar digunakan sebagai ruang persiapan para peserta ketika jumlah peserta membeludak.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tidak ada selasar yang menghubungkan gedung robotika dengan tempat parkir sehingga akan menyulitkan para pengunjung ketika hujan dalam mengakses tempat parkir. - Tidak ada peneduh untuk kendaraan bermotor.

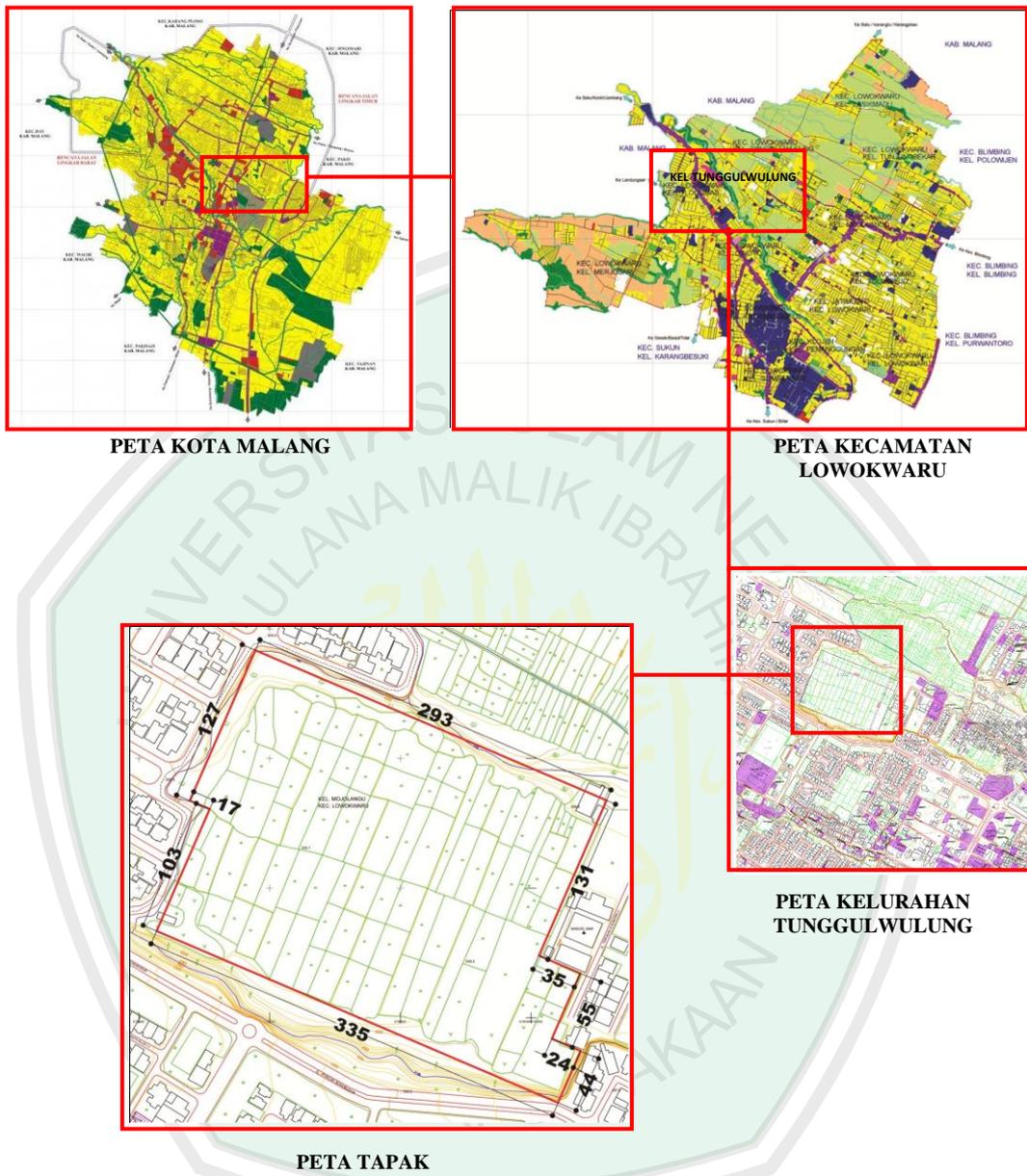
			 <p>Tidak ada selasar penghubung gedung-tempat parkir, tidak ada penayang untuk kendaraan bermotor.</p>
2.	Pencapaian	<p>- Jalur pencapaian yang mudah menuju gedung karena gedung terlihat jelas dari kejauhan jalan tanpa terhalangi sesuatu.</p> 	<p>-Alur parkir jarak putarnya terlalu jauh sehingga menyulitkan kendaraan bermotor.</p>  <p>Jalur memutar yang terlalu jauh dapat menyulitkan kendaraan bermotor.</p>
3.	Struktur	<p>- Secara visual, gedung Pusat Robotika ITS menghadirkan bentuk arsitektur yang unik dan terkesan <i>hi-tech</i> yang didukung oleh bentuk struktural yang diagonal.</p>	<p>-Struktur atap yang berupa atap datar berbahan <i>steel deck</i> yang tinggi tidak efektif dalam melindungi bangunan dari hujan, air hujan masih bisa masuk ke bagian teras bangunan setiap kali turun hujan.</p>



(Sumber : Analisis dan Dokumentasi Pribadi, 2012)

2.6 Gambaran Umum Lokasi Tapak Perancangan

Lokasi tapak terletak di daerah Malang bagian utara, yaitu kecamatan Lowokwaru, kelurahan Tunggulwulung, di jalan Puncak Borobudur. Terdapat beberapa faktor yang menentukan pemilihan lokasi tapak tersebut, yaitu peraturan RDTRK yang sesuai, kondisi fisik tapak, akses menuju tapak, kondisi lingkungan, dan sarana prasarana.



Gambar 2.97 Peta Lokasi Tapak
(Sumber : Data Pribadi)

2.6.1 Kondisi Fisik Tapak

Tapak yang digunakan sebagai perancangan merupakan lahan kosong yang masih berupa padang rumput dan semak belukar. . Luas tapaknya adalah 68000 m² atau sekitar 6,8 hektar.. Selain itu, kondisi tapak yang relatif datar sangat cocok untuk perancangan Gedung Robotika Bertaraf Internasional karena jenis bangunan tersebut tidak membutuhkan tanah yang berkontur.



Gambar 2.98 Kondisi Fisik Tapak
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

2.6.2 Kondisi Lingkungan

Tapak terletak di lingkungan perumahan Permata Jingga. Lingkungan sekitar tapak yang berupa perumahan tersebut tentunya tidak sesuai apabila dibangun suatu fasilitas umum yang setiap hari selalu ramai, gaduh dan penuh akan mobilitas masyarakat yang tinggi, seperti pasar, mall, pabrik, dan lain sebagainya karena akan sangat mengganggu ketenangan warga perumahan.

Lain halnya apabila di tempat tersebut dibangun suatu fasilitas pendidikan, khususnya Gedung Robotika Bertaraf Internasional karena jenis gedung tersebut tidak menciptakan mobilitas masyarakat yang tinggi kecuali pada saat-saat tertentu saja. Selain itu, di kawasan tersebut sudah ada fasilitas pendidikan

lainnya, yaitu SMAN 9 Malang dan SDN Mojolangu. Hal ini semakin menguatkan dan mendukung pembangunan Gedung Robotika Bertaraf Internasional tersebut.



Gambar 2.99 Kondisi Lingkungan Tapak
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

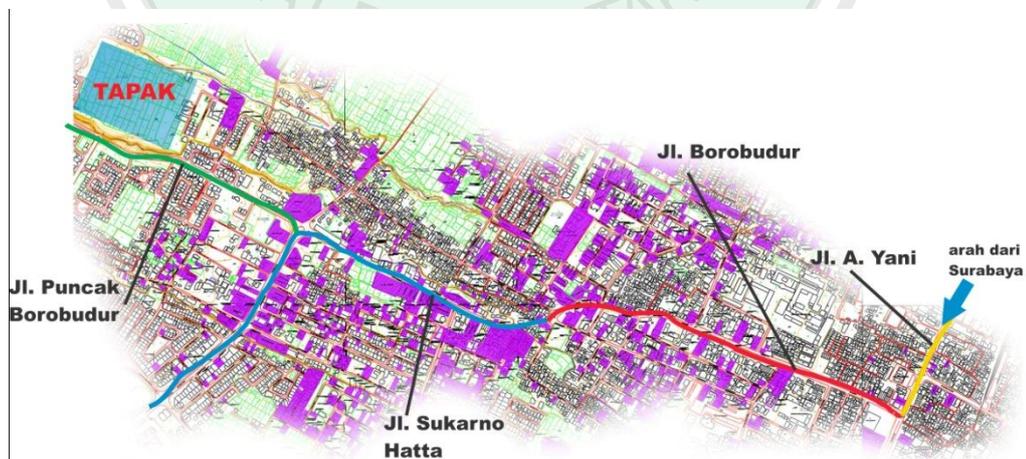
2.6.3 Aksesibilitas terhadap Tapak

Lokasi Tapak termasuk lokasi yang strategis karena terletak di jalan lokal sekunder. Jalan Puncak Borobudur yang merupakan alamat lokasi site tersebut merupakan percabangan dari jalan protokol Sukarno Hatta sehingga akan sangat mempermudah pengunjung dalam mengakses lokasinya. Selain itu, karena terletak di jalan utama perumahan Permata Jingga, hal ini akan menambah aspek kestrategisan lokasi tapak.



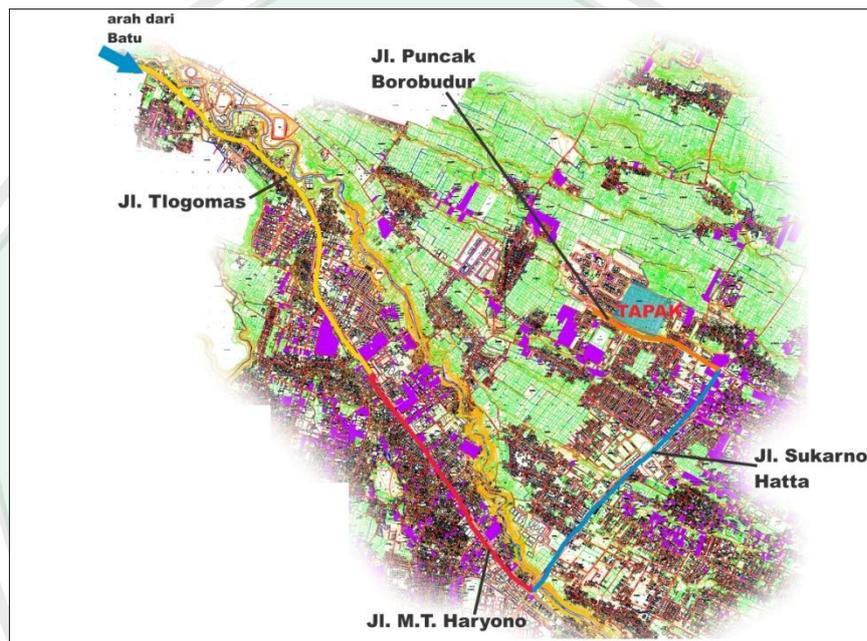
Gambar 2.100 Aksesibilitas dari Jl. Sukarno Hatta
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

Sedangkan, akses dari luar kota, yaitu Surabaya, jalan Sukarno Hatta merupakan jalan terusan dari jalan A. Yani yang merupakan jalan penghubung antara jalan arah dari Surabaya menuju Malang. Jadi, apabila dari arah Surabaya akan melewati tiga jalan utama yaitu, jalan A. Yani-jalan Borobudur-jalan Sukarno Hatta.



Gambar 2.101 Aksesibilitas dari Arah Surabaya
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

Selain Surabaya, kota Batu juga merupakan kota penting yang berdekatan dengan kota Malang. Jika dari arah Batu, akan melewati jalan penghubung antara Batu-Malang, yaitu jalan Tlogomas. Jadi, terdapat tiga jalan utama yang harus dilalui jika dilihat dari arah Batu, yaitu jalan Tlogomas-jalan M.T. Haryono-jalan Sukarno Hatta. Dari penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa lokasi tapak sangat mudah untuk diakses dari luar kota, yaitu kota Surabaya dan kota Batu.



Gambar 2.102 Aksesibilitas dari Arah Batu
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

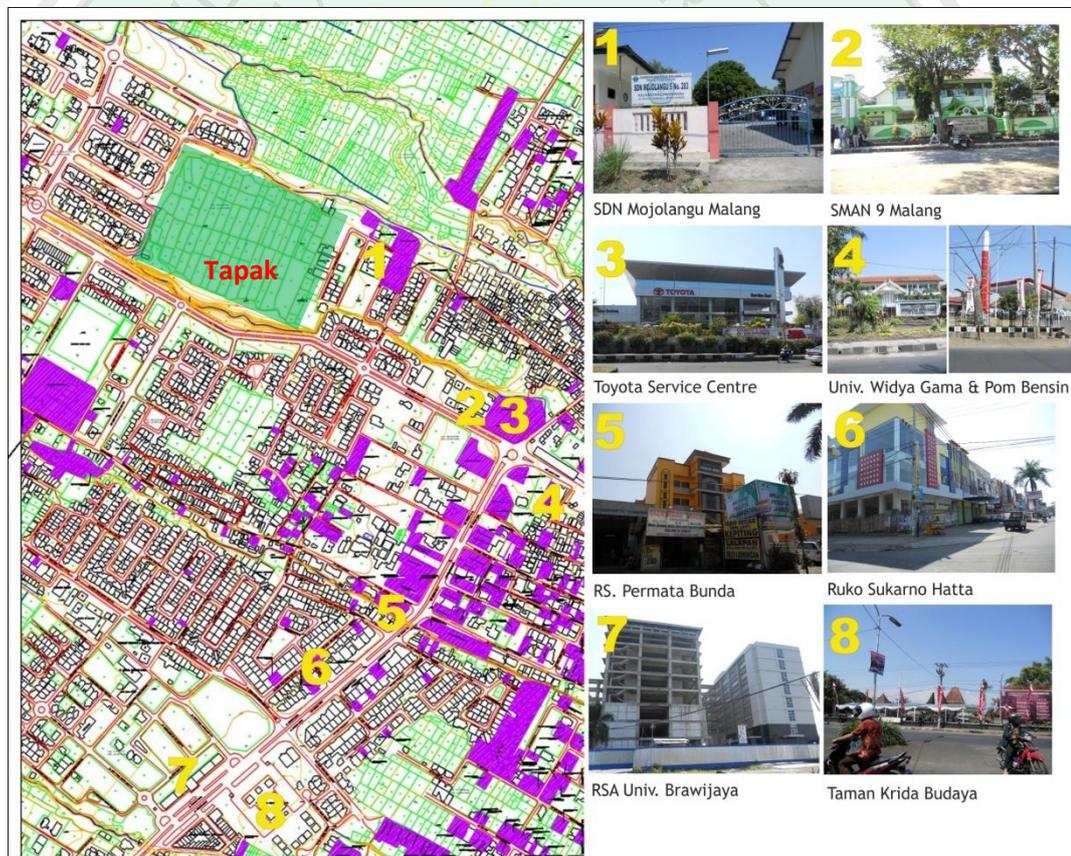
2.6.4 Sarana dan Prasarana

Terkait dengan sarana dan prasarana yang ada di sekitar lokasi tapak, terdapat banyak sekali sarana dan prasarana yang mendukung tapak karena letaknya berdekatan dengan jalan protokol, yaitu jalan Sukarno Hatta. Sarana dan prasarana yang ada meliputi fasilitas umum dan transportasi.

Fasilitas-fasilitas umum yang ada di sekitar lokasi tapak di antaranya adalah SDN Mojolangu, SMAN 9 Malang, Toyota Service Centre, pom bensin, Universitas Widya Gama, Rumah Sakit Permata Bunda, Ruko Sukarno Hatta,

Taman Krida Budaya, Rumah Sakit Akademik Universitas Brawijaya. Semua fasilitas umum tersebut dapat menunjang aspek kestrategisan site karena merupakan fasilitas umum yang penting.

Sedangkan, dari segi transportasi ada beberapa angkutan umum yang jalurnya melewati jalan Sukarno Hatta, yaitu taksi, angkutan umum ABG (Arjosari-Borobudur-Gadang), angkutan umum CKL (Cemoro-Kandang-Landungsari) dan lain-lain, sehingga untuk menuju ke lokasi tapak dapat dikatakan relatif mudah.



Gambar 2.103 Sarana dan Prasarana di Sekitar Site
(Sumber : Data Pribadi dan Dokumentasi Pribadi)

2.6.5 Peraturan Rencana Detil Tata Ruang Kota

Gedung Robotika Bertaraf Internasional merupakan termasuk fasilitas pendidikan karena di dalamnya terdapat fasilitas-fasilitas pendidikan, seperti laboratorium dan arena perlombaan. Oleh karena itu, gedung tersebut harus dibangun di kawasan yang sesuai dengan peruntukannya, yaitu kawasan pendidikan. Berdasarkan Rencana Detil Tata Ruang Kota Sub Pusat Malang Utara tahun 2012-2032 untuk kelurahan Tunggulwulung, diperoleh data sebagai berikut:

1. Pengembangan fasilitas pendidikan skala kota di Kelurahan Tunggulwulung dan Merjosari.
2. Kawasan yang perlu didorong pertumbuhannya meliputi Kelurahan Merjosari sebelah Barat Kali Metro serta Kelurahan Tunggulwulung dan Tasikmadu.
3. Kawasan pendidikan tinggi dengan koefisien dasar bangunan antara 50 persen hingga 70 persen dan koefisien lantai bangunan antara 0,5 hingga 1,6 serta tinggi lantai bangunan 1 hingga 8 lantai.
4. Kawasan pelayanan umum dan sosial dengan rata – rata koefisien dasar bangunan 40 persen hingga 60 persen dan koefisien lantai bangunan antara 0,4 hingga 0,6 serta tinggi lantai bangunan 1 lantai.
5. Jalan lokal sekunder GSB 2-6 meter. Jalan lokal sekunder meliputi . Jalan Coklat, Jalan Kalpataru, Jalan Cenger Ayam, Jalan Melati, Jalan Sruni, Jalan Candi Mendut, Jalan Canditelogowangi, Jalan Candi Panggung, Jalan Puncak Borobudur, Jalan Sudimoro, Jalan Ikan Tombro, Jalan Sukarno-hatta Indah, Jalan Terusan Sudimoro, Jalan Terusan Sudimoro 2,

Jalan Akordian Barat, Jalan Akordian Timur, Jalan Pasar Dinoyo, dan Jalan Simpang Gajayana.

6. Sarana pendidikan tinggi pada lingkungan padat minimum dengan aksesibilitas jalan kolektor dan dikembangkan secara vertikal, perletakan tidak boleh berbatasan langsung dengan perumahan.
7. Kawasan yang perlu didorong pertumbuhannya meliputi Kelurahan Merjosari sebelah Barat Kali Metro serta Kelurahan Tunggulwulung dan Tasikmadu.

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa daerah kelurahan Tunggulwulung merupakan daerah yang sesuai untuk pembangunan Gedung Robotika Bertaraf Internasional karena peruntukan lahan daerah tersebut adalah untuk pengembangan fasilitas pendidikan berskala kota. Selain itu, daerah kelurahan Tunggulwulung tidak termasuk kedalam daerah dengan kepadatan tinggi atau termasuk ke dalam daerah yang perlu dikembangkan, salah satunya, yaitu dengan melakukan pembangunan fasilitas umum yang dapat merangsang pertumbuhan daerah tersebut sehingga dengan adanya Gedung Robotika Bertaraf Internasional akan dapat mendorong pengembangan di kawasan tersebut.

Berdasarkan data di atas pula, dapat diketahui peraturan-peraturan mengenai Garis Sempadan Jalan (GSB), Koefisien Dasar Bangunan (KDB), dan jumlah lantai bangunan, termasuk juga peraturan yang berkaitan dengan ketentuan batas-batas lahan.