

BAB III**HASIL RANCANGAN DAN PEMBUKTIAN****3.1 Spesifikasi Proyek**

1. Nama Proyek : *Rest Area* di Kecamatan Gamping
2. Lokasi Proyek : Jl. Wates km 5 Ambarketawang Gamping Sleman Yogyakarta
3. Deskripsi : *Rest Area* ini merupakan fasilitas transit, istirahat, dan pusat oleh-oleh bagi pengendara yang melewati kota Yogyakarta, dan juga wisatawan yang akan berwisata di kota Yogyakarta, yang dilengkapi dengan fasilitas dan sarana penunjang. Site terletak di tepi jalan nasional yaitu Jalan Wates yang menghubungkan provinsi Jawa Tengah dan DIY, serta merupakan pintu masuk ke kota Yogyakarta dari arah barat. Luas site tersebut 27.845m²
4. Kapasitas pengunjung : 600 orang
5. Kapasitas parkir : 113 motor, 57 mobil, 5 bus, 6 truk
6. KDB : 70 % pada peraturan daerah
7. KLB : <2
8. Kawasan Rancangan :
 - a. Luas Lahan : 21.384m²
 - b. KDB : 14.969m²
 - c. KLB : 2 lantai

3.2 Konsep Perancangan

3.2.1 Konsep efisiensi energi

3.2.1.1 Bahan selubung

Pemakaian material/bahan bangunan yang sesuai dengan iklim memberikan pengaruh terhadap pengkondisian kenyamanan di dalam bangunan. Panas masuk ke dalam bangunan melalui proses konduksi (lewat dinding, atap, jendela kaca) dan radiasi matahari yang ditransmisikan melalui jendela/kaca. Radiasi matahari memancarkan sinar ultra violet (6%), cahaya tampak (48%) dan sinar infra merah yang memberikan efek panas sangat besar (46%). Radiasi matahari adalah penyumbang jumlah panas terbesar yang masuk ke dalam bangunan yang ditransmisikan melalui selubung bangunan dan dipengaruhi oleh fasad. (dalam Rauuf Hidayat, 2017:35).

Tabel 3.1 *Shading Coefficient* untuk berbagai jenis material kaca

NO	Penggunaan Kaca			<i>Shading Coefficient</i>
	Jenis Kaca	Warna	Tebal	
1	Kaca Bening	-	¼ inci	0,95
		-	3/8 inci	0,90
2	<i>Heat Absorbing Glass</i>	Abu ² , bronze, atau green tinted	3/16 inci	0,75
		-	½ inci	0,5
3	<i>Reflective Glass</i>	Dark grey metallized	-	0,35 s/d 0,20
		Light gray metallized	-	0,6 s/d 0,35

Sumber : Concept in the Thermal Comfort, M. Davud Egan (jurnal kenyamanan termal pada bangunan)

Tabel 3.2 Radiasi matahari dan serapan kalor

Permukaan bahan	%
Asbes semen baru	42-59
Asbes semen sangat kotor (6 tahun terpakai)	83
Kulit bitumen/aspal	86
Kulit bitumen bila dicat aluminium	40
Genteng keramik merah	62-66
Seng (baru) 64	92
Seng (kotor sekali)	18
Selulose cat putih	88
Selulose cat merah tua	57
Selulose cat hitam	94
Selulose cat kelabu hitam	90

Sumber : Pengantar Fisika Bangunan, Mangunwijaya (jurnal kenyamanan termal pada bangunan)

Menurut Karyono (2010) dan jurnal dari Oropeza-Perez & Ostergaard (2018) *building color* khususnya warna putih merupakan contoh *passive cooling* yang unggul dibanding warna lain. Maka dalam perancangan kali ini dipilih material batu bata dengan finishing cat putih.

Tabel 3.3 Koefisien serapan kalor akibat pengaruh warna

Permukaan	%
Dikapur putih (baru)	10-15
Dicat minyak (baru)	20-30
Marmmer/pualam putih	40-50
Kelabu madya	60-70
Batu bata, beton	70-75
Hitam mengkilat	80-85
Hitam kasar	90-95

Sumber : Pengantar Fisika Bangunan, Mangunwijaya (jurnal kenyamanan termal pada bangunan)

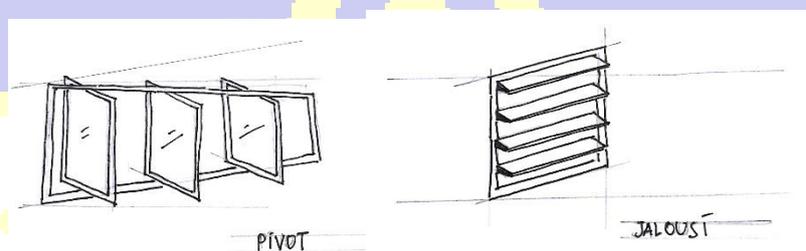
Tabel 3.4 *Thermal properties* dinding bata cat putih kilap

Name	Brick
Roughness	Smooth
Thickness (m)	0.254
Conductivity (W/m-k)	0.55-1.34
Density (Kg/m ³)	1200-1789
Specific Heat (J/kg-K)	1150-1450
Thermal Absorptance	0.9
Solar Absorptance	0.7
Visible Absorptance	0.7

Cat permukaan dinding luar	α
Pernis hijau	0.79
Hijau medium	0.59
Kuning medium	0.58
Hijau/biru medium	0.57
Hijau muda	0.47
Putih semi kilap	0.30
Putih kilap	0.25
Perak	0.25
Pernis putih	0.21

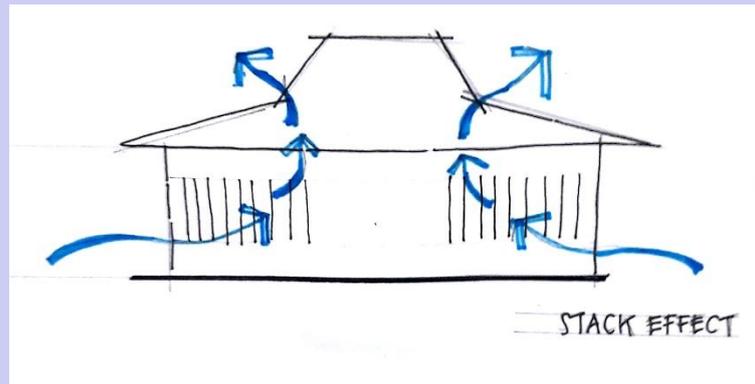
Sumber : (Chowdhury, Hamada, & Ahmed, 2017) dan (Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000)

3.2.8.2 Jendela dan ventilasi

**Gambar 3.1** Jendela pivot pada fasad dan ventilasi jalousi pada atap

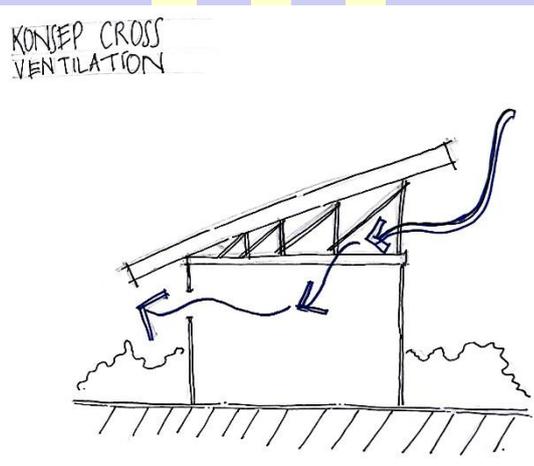
Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

Pemilihan jendela pivot pada dasarnya mempertimbangkan fasade bangunan. Cara pengoperasian jendela pivot juga fleksibel tergantung pada penggunaan ruang pada bangunan, dibuka saat digunakan dan ditutup pada saat tidak digunakan. Dengan demikian tidak mempengaruhi tampilan bangunan. Apabila menggunakan jendela dengan tipe lain akan berbeda. Seperti jalousi akan mengganggu tampilan bangunan karena jalousi terdiri dari beberapa sirip yang disusun vertical atau horizontal. (Agita Rahmawati, 2016)



Gambar 3.2 Penerapan *stack effect* pada bangunan
Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

Penerapan inlet dan outlet pada bangunan mengacu pada prinsip *stack effect*. Inlet yang terletak di dinding (partisi) bangunan berupa jendela pivot akan mengalirkan udara dingin dari luar ke dalam bangunan (Boutet, 1987). Sedangkan outlet berupa jalousi yang terletak pada celah atap akan mengeluarkan udara panas dari dalam ke luar bangunan sehingga pendinginan ruang dapat tercapai. (Agita Rahmawati, 2016)



Gambar 3.3 Konsep cross ventilation pada rancangan
Sumber : Hasil analisis Ramadhani, 2018.

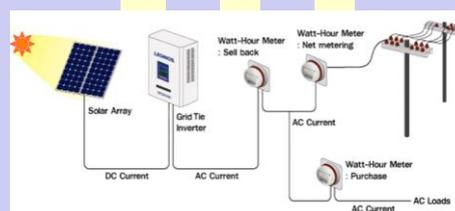
3.2.8.3 Panel Surya

Hageman (2005) mengatakan bahwa energi surya umumnya merujuk pada penggunaan radiasi surya yang merupakan energi primer untuk kebutuhan praktis. Sel surya, atau sel fotovoltaik, adalah peralatan yang mengubah cahaya menjadi aliran listrik dengan menggunakan efek fotovoltaik.

Idealnya pada pemasangan panel surya, atap menghadap utara atau selatan sehingga system listrik surya dapat bekerja lebih maksimal. Luasan areal atap berpengaruh terhadap berapa jumlah kapasitas system solar panel yang dapat dipasang. Idealnya 1kWp system solar panel untuk produksi rata-rata 1kWh listrik, membutuhkan luas 2,5m² dengan panel surya tipe monocrystalline. Dudukan penyangga dipasang di antara sambungan genteng tanpa harus merubah struktur atap.

Panel surya dapat menangkap sinar matahari, idealnya pada kemiringan minimal 5°. Semakin miring atap, efisiensi panel surya akan berkurang. Namun minus efisiensi ini cukup kecil dibandingkan dengan total produksi daya yang dapat dihasilkan panel surya. Cukup pastikan ruang untuk pemasangan bebas dari halangan dan bayangan serta dapat secara langsung menerima sinar matahari. Jarak antar panel surya adalah 50m.

Dalam rancangan ini panel surya digunakan sebagai penghematan maka diperlukan system panel surya yang dapat terkoneksi dengan PLN dan mampu bekerja bersamaan dengan listrik PLN. Sistem yang digunakan merupakan system *Grid Tie*.



Gambar 3.4 Sistem panel surya *Grid tie*

Sumber : Google.

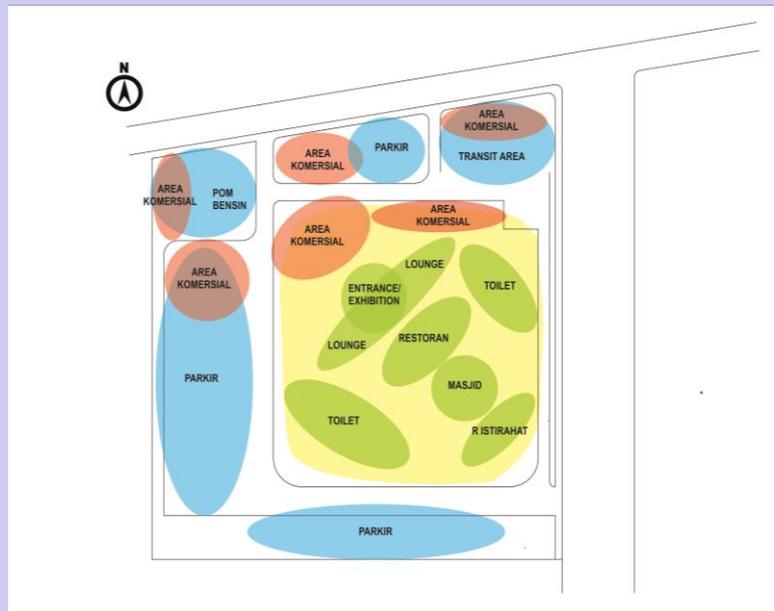


Gambar 3.5 Panel surya

Sumber : Google.

Pada perancangan diaplikasikan sebanyak 11 buah solar sel. Sehingga daya yang dihasilkan dapat menghemat sebesar 11kWh listrik dengan masing masing penampang solar sel 2,5m².

3.2.2 Konsep skematik zoning ruang

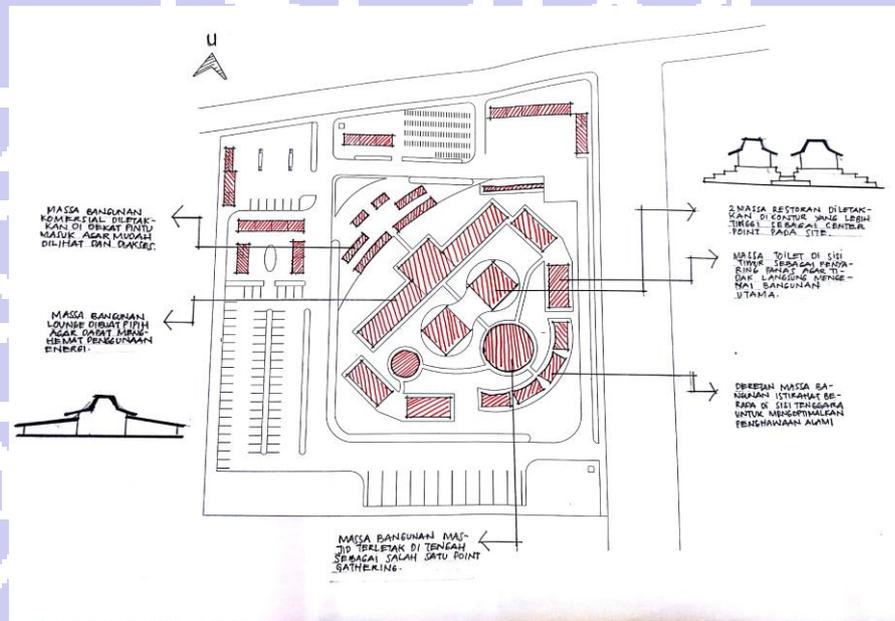


Gambar 3.6 Konsep zoning ruang

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

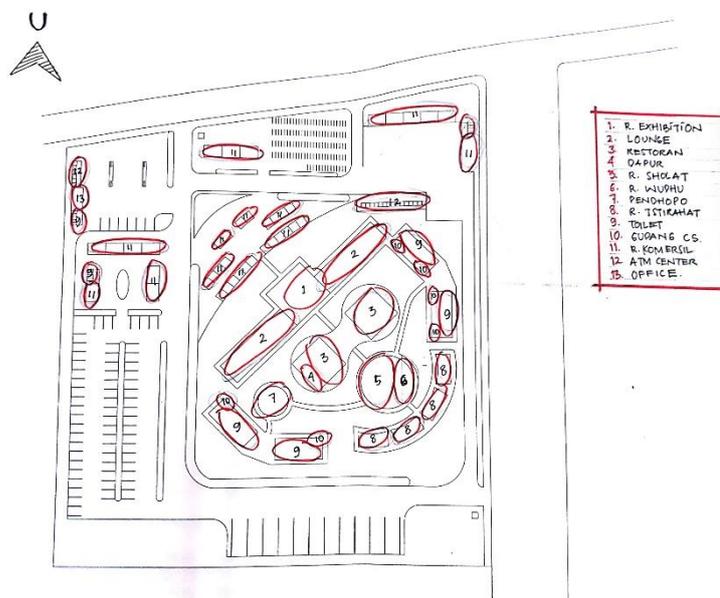
Ruang-ruang dengan kriteria penghawaan alami maka diletakkan di bagian yang mudah terjangkau angin, seperti smoking area, ruang istirahat, *musholla* dan toilet. Sementara ruang-ruang dengan kriteria penghawaan buatan dapat diletakkan di massa bangunan yang tidak terlalu banyak menerima angin, yaitu *exhibition room*, lounge, *musholla*, dan sebagian dari restoran. Area istirahat di letakkan di massa bangunan yang jauh dari area kendaraan untuk memberikan rasa privasi dan tenang saat beristirahat. Area komersil diletakkan di dekat area parkir dan juga pintu masuk agar mudah diakses oleh pengunjung.

3.2.3 Konsep skematik tata massa



Gambar 3.7 Konsep massa

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.



Gambar 3.8 Konsep zoning ruang dalam

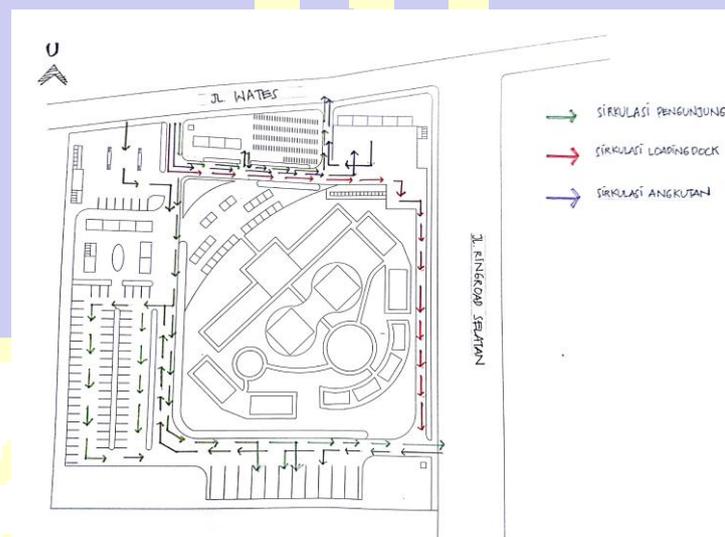
Sumber : Analisa Ramadhani, 2018.

Konsep massa bangunan penataan massa searah dengan arah datang angin paling besar di kawasan tersebut. Arah datang angin paling besar berasal dari arah tenggara. Untuk itu orientasi massa mengarah dari tenggara ke barat laut agar searah dengan aliran angin. Penataan massa juga mempengaruhi area mana saja yang mengaplikasikan penghawaan alami dan buatan. Massa bangunan yang terletak di paling luar harus memaksimalkan penghawaan alami. Sementara massa bangunan yang terletak di tengah sehingga lebih sedikit mendapatkan angin, disokong dengan penghawaan buatan.

Massa-massa bangunan yang terletak di paling luar dan menggunakan penghawaan alami di antaranya berfungsi sebagai *musholla*, ruang istirahat, toilet, smoking area, dan sebagian dari area restoran. Sementara massa bangunan yang terletak di tengah dan membutuhkan sokongan penghawaan buatan yaitu *lounge*, dan *exhibition room*.

Massa bangunan restoran diletakkan di kontur yang lebih tinggi karena sebagai point center dari kesatuan desain massa. Selain itu agar area restoran dapat teraliri angin yang lebih baik. Massa bangunan lounge dibuat pipih untuk mengurangi penggunaan energi dalam mendinginkan ruangan dan menghemat listrik. Area istirahat dibagi menjadi 4 massa, karena 1 massa bangunan besar dapat menghabiskan cukup banyak energi untuk pencahayaan dan juga penghawaan.

3.2.4 Konsep skematik sirkulasi kendaraan dan parkir

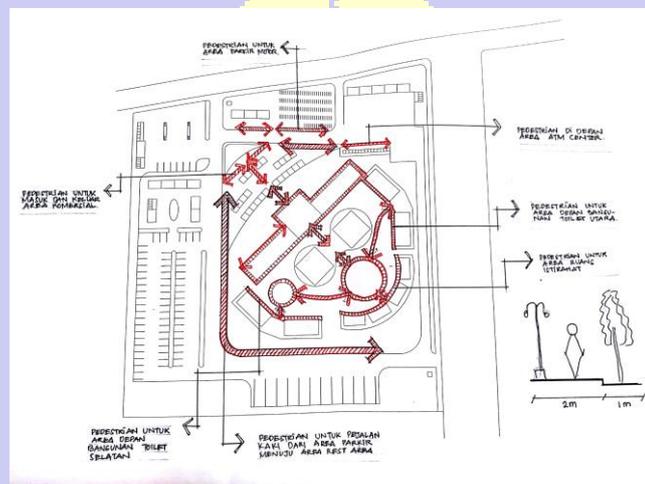


Gambar 3.9 Konsep sirkulasi kendaraan

Sumber : Analisa Ramadhani, 2018.

Konsep sirkulasi dibagi menjadi sirkulasi pengunjung, sirkulasi bus transit, dan sirkulasi loading dock. Area parkir untuk kendaraan besar berada di sisi barat site. Sementara untuk kendaraan kecil dan menengah di letakkan di bagian utara site. Pemisahan ini dilakukan untuk memberikan keamanan bagi kendaraan yang lebih kecil. Sirkulasi loading dock di letakkan di sisi sebelah timur site untuk memisahkan dengan sirkulasi kendaraan pengunjung.

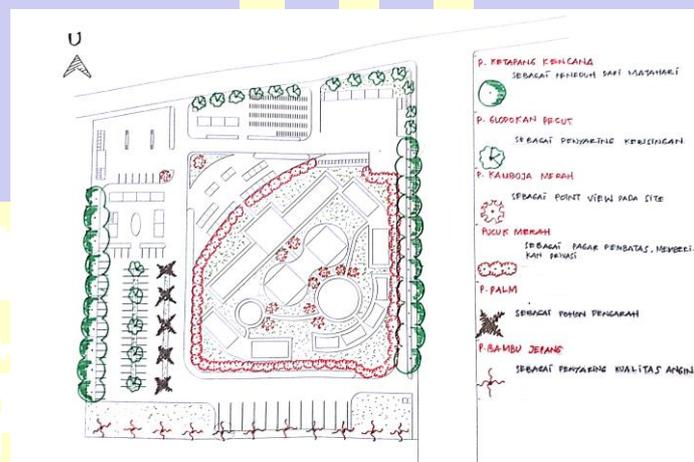
3.2.5 Konsep skematik sirkulasi pejalan kaki/pedestrian



Gambar 3.10 Konsep sirkulasi pejalan kaki

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

3.2.6 Konsep skematik vegetasi dan ruang hijau



Gambar 3.11 Konsep vegetasi dan ruang hijau

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

Kebutuhan vegetasi dalam perancangan terbagi ke dalam beberapa fungsi. Yakni sebagai fungsi shading terhadap matahari, fungsi *block view*, fungsi pembatas, dan pengendali iklim mikro di dalam site.

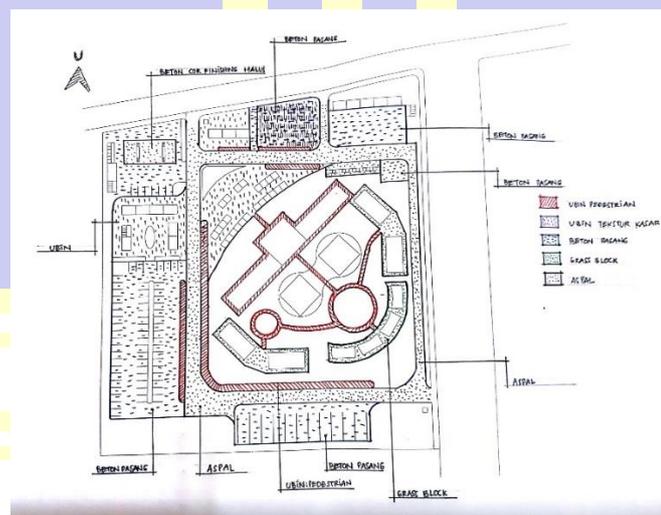
Blok vegetasi di sisi timur dan barat berfungsi sebagai shading terhadap paparan matahari pada jam kritis di pagi hari dan sore hari. Vegetasi yang berjajar pada bagian entrance dan ekstrance berfungsi sebagai penunjuk arah bagi pengendara di dalam site. Blok vegetasi di sisi selatan berfungsi sebagai *block view*, karena site langsung berpapasan dengan pemukiman. Terdapat vegetasi di perbatasan antara area istirahat dan area transit, sebagai pembatas kebisingan kendaraan dan memberikan privasi kepada pengunjung yang sedang beristirahat. Vegetasi di sekitar area transit dan drop penumpang bertujuan untuk mereduksi polusi udara yang disebabkan asap bus.



Gambar 3.12 Pohon ketapang kencana, glodokan pecut, kamboja merah, perdu pucuk merah, pohon palm.

Sumber : Google, diakses November 2018.

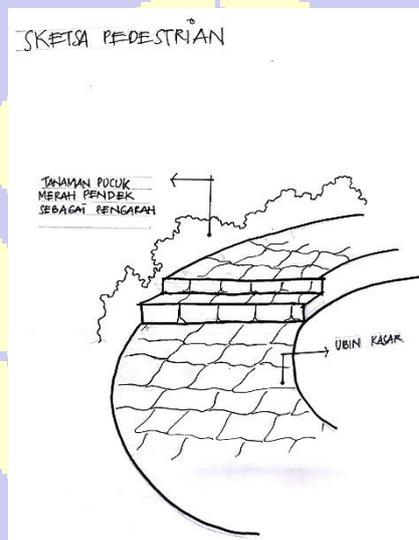
3.2.7 Konsep Perkerasaan



Gambar 3.13 Analisis Plotting Perkerasaan

Sumber : Analisa Ramadhani, 2018.

Perkerasan pada site, lima tipe perkerasan. Yang pertama ubin pedestrian berukuran 30x30 yang diaplikasikan pada area pedestrian. Yang kedua ubin tekstur kasar diaplikasikan sebagai perkerasan di sekitar bangunan komersial. Yang ketiga, perkerasan beton untuk diaplikasikan di area parkir yang menopang beban berat. Yang keempat, perkerasan *grassblock* diaplikasikan di perkerasan di sekitar bangunan kamar mandi dan taman. Yang terakhir yaitu perkerasan aspal untuk jalan di dalam site *Rest Area*. Perkerasan aspal ini selain diperuntukkan untuk kendaraan ia juga memberikan efek teduh secara psikologis sehingga pengendara dapat mengendarai kendaraannya dengan tenang.

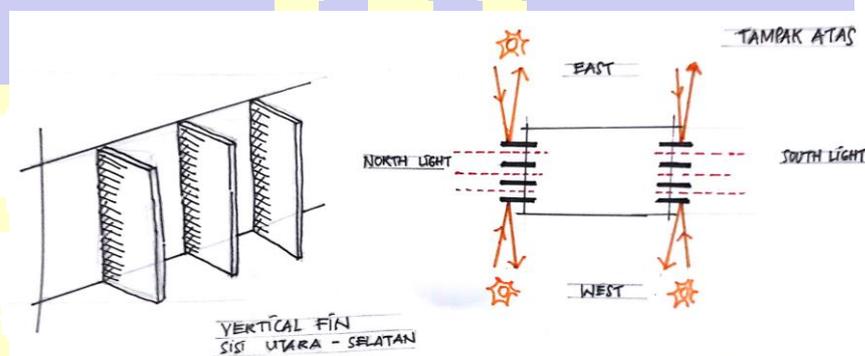


Gambar 3.14 Konsep pedestrian pada rancangan

Sumber : Hasil analisis Ramadhani, 2018

3.2.8 Konsep *sun shading*

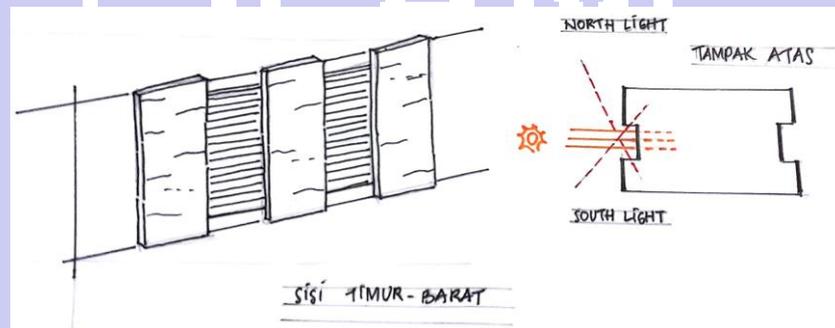
Pengaplikasian *sun shading* atau penghalang cahaya matahari bertujuan agar cahaya matahari tidak secara langsung masuk ke dalam ruangan.



Gambar 3.15 Konsep shading di sisi utara dan selatan

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018

Pada sisi utara dan selatan menerapkan *shading* dengan tipe *vertical fin*. Sistem ini bertujuan untuk menghalangi masuknya panas dan terik matahari dari arah barat dan timur ke dalam bangunan dan memasukkan cahaya *skylight* dari arah utara dan selatan.



Gambar 3.16 Konsep shading di sisi timur dan barat

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

Pada sisi barat dan timur menerapkan konsep shading seperti gambar di atas. Sistem *shading* tersebut bertujuan untuk menghalangi masuknya panas dan terik matahari langsung dari arah barat dan timur, namun tetap memasukkan sebagian cahaya dengan shading pivot. Sistem ini sekaligus agar sirkulasi udara tetap mengalir meski sebagian besar tertutup.

3.2.9 Konsep skematik akses difabel dan keselamatan bangunan



Gambar 3.17 konsep skematik akses difabel dan keselamatan

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

Akses untuk difabel harus dapat menjangkau area fasilitas-fasilitas yang penting di dalam perancangan *Rest Area* ini. Fasilitas-fasilitas tersebut yaitu fasilitas istirahat, fasilitas toilet, dan fasilitas komersial. Untuk itu perletakkan ramp direncanakan di beberapa titik penting, yaitu pintu masuk utama bangunan *Rest Area*, ke restoran, ke *musholla*, ke ruang istirahat, ke ruang smooking, area, ke bangunan retail. Untuk jalur keselamatan bangunan di arahkan pada titik kumpul di bagian selatan dan utara bangunan utama.

3.3 Uji Desain

3.3.1 Uji Desain berdasarkan *Rest Area and Stopping Places – Location, Design, and Facilities Guideline*

Tabel 3.5 Uji desain dengan standar *Rest Area and Stopping Places – Location, Design, and Facilities Guideline*

	Heavy vehicle			Motorist		
	Type A		Aplikasi pada desain	Type A		Aplikasi pada desain
Capacity (for largest vehicle permitted on route)	Large: 15+ bays (>1000 HV AADT) Medium: 10-15 bays (500-1000 HV ADT) Small: 5-10 bays (<500 HV AADT)	Termasuk golongan medium dengan 500-1000 kendaraan berat/tahun <i>on road</i>		Large: 20+ bays (>10000 AADT) Medium: 10-20 bays (1000-10000 AADT) Small: 5-10 bays (<1000 AADT)	Termasuk golongan medium dengan 1000-10000 kendaraan/tahun <i>on road</i>	
All-weather seal	Yes	ada		Yes	ada	
Separation for vehicle types	Yes	ada	Perbedaan lokasi parkir untuk bus dan truk	Yes	ada	Perbedaan lokasi parkir untuk mobil dan motor
Separation for long term/short term visitors	Yes	ada	Terdapat lokasi parkir menginap dan tidak menginap	Yes	ada	Terdapat lokasi parkir menginap dan tidak menginap
Bins	Yes	ada	Fasilitas membuang sampah	Yes	ada	Fasilitas membuang sampah
Natural shade/trees (where available)	Yes	ada	Vegetasi sebagai peneduh pada site	Yes	ada	Vegetasi sebagai peneduh pada site
Tables/chairs	Yes	ada	Fasilitas duduk di	Yes	ada	Fasilitas duduk di

			dalam lounge dan bangunan Rest Area			dalam lounge dan bangunan Rest Area
Shelters/artificial shade	Yes	ada	Desain naungan dan shading pada rancangan Rest Area	Yes	ada	Desain naungan dan shading pada rancangan Rest Area
Toilets	Yes	ada	Terdapat fasilitas toilet pada Rest Area	Yes	ada	Terdapat fasilitas toilet pada Rest Area
Lighting	Yes	ada	Pengaturan bukaan untuk pencahayaan alami dan buatan serta pencahayaan jalan di dalam site	Yes	ada	Pengaturan bukaan untuk pencahayaan alami dan buatan serta pencahayaan jalan di dalam site
Separation from road	Well separated and screened with vegetation, mounding, barrier, etc.	ada	Terdapat area hijau/vegetasi sebagai pembatas dari jalan raya	Well separated and screened with vegetation, mounding, barrier, etc.	ada	Terdapat area hijau/vegetasi sebagai pembatas dari jalan raya
On-road signage	Yes	ada	Terdapat signage diluar site untuk Rest Area	Yes	ada	Terdapat signage diluar site untuk Rest Area
BBQ	No	ada	Terdapat fasilitas restoran di dalam Rest Area	Yes	ada	Terdapat fasilitas restoran di dalam Rest Area
Playground	No	Ada	Terdapat outdoor garden	Yes	ada	Terdapat outdoor garden
Private camping allowed (20hr max)	No	Ada	Terdapat fasilitas ruang istirahat jangka waktu 20 jam	Yes	ada	Terdapat fasilitas ruang istirahat jangka waktu 20 jam
Caravan dump point provided	No	Ada	Terdapat area loading dock sebagai jalur servis pengangkut sampah dan pengantar load bahan.	Yes	ada	Terdapat area loading dock sebagai jalur servis pengangkut sampah dan pengantar load bahan.

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

3.3.2 Menghitung Overall Thermal Transfer Value (OTTV)

Rumus untuk menghitung OTTV dinding dengan orientasi tertentu :

$$OTTV_n = \alpha \{U(1-WWR)\} \Delta teq + (SC)(WWR)(SF) \text{ W/m}^2$$

Dengan

OOTVn = harga perpindahan panas menyeluruh pada dinding luar yang memiliki orientasi tertentu, W/m²

α = absorpsi radiasi matahari permukaan dinding

U = transmittan dinding, W/m²degC

WWR = *window-to-wall ratio* atau perbandingan antara luas jendela dan luas seluruh permukaan dinding luar pada orientasi yang sama.

Δteq = perbedaan suhu ekuivalen antara sisi luar dan dalam

SF = *solar factor* atau faktor radiasi matahari, W/m²

SC = *shading coefficient* atau koefisien peneduh system fenestrasi (bukaan)

- a. Menentukan nilai α dinding dengan mengacu pada table nilai absorbtansi di bawah ini :

Tabel 3.6 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk dinding luar dan atap tak tembus cahaya

Bahan dinding luar	α
Beton berat	0.91
Bata merah	0.89
Beton ringan	0.86
Kayu permukaan halus	0.78
Beton ekspos	0.61
Ubin putih	0.58
Bata kuning tua	0.56
Atap putih	0.50
Seng putih	0.26
Bata gelazur putih	0.25
Lembaran aluminium yang dikilapkan	0.12

Sumber : SNI 03-6389 dalam Rejeki Bastanta, 2000

Tabel 3.7 Nilai absorbtansi radiasi matahari untuk cat permukaan dinding luar

Cat permukaan dinding luar	α
Hitam merata	0.95

Pernis hitam	0.92
Abu-abu tua	0.91
Pernis biru tua	0.91
Cat minyak hitam	0.90
Coklat tua	0.88
Abu-abu/biru tua	0.88
Biru/hijau tua	0.88
Coklat medium	0.84
Pernis hijau	0.79
Hijau medium	0.59
Kuning medium	0.58
Hijau/biru medium	0.57
Hijau muda	0.47
Putih semi kilap	0.30
Putih kilap	0.25
Perak	0.25
Pernis putih	0.21

Sumber : SNI 03-06389-2000

- b. Menentukan nilai transmitansi termal dinding yang tidak tembus cahaya (U_w), dengan mengetahui dahulu resistansi termal total (R_{total}). Komponen R_{total} terdiri dari tebal bahan (t) dan nilai konduktivitas termal bahan (k).

$$R_{total} = \text{resistensi termal total} = \Sigma R$$

Terdiri dari

- Resistensi lapisan udara luar (R_{ug})

Tabel 3.8 Resistensi termal

Jenis Permukaan		Resistensi Termal R ($m^2 \cdot K/watt$)
Permukaan Dalam (R_{up})	Emisifitas tinggi	0.120
	Emisifitas rendah	0.299
Permukaan Luar (R_{ul})	Emisifitas tinggi	0.044

- Resistensi termal bahan (R_k)

$$R_k = t/k$$

t = tebal bahan (m)

k = nilai konduktifitas termal bahan (watt/m.K)

Tabel 3.9 Nilai konduktifitas termal bahan

No.	Bahan bangunan	Densitas (kg/m ³)	K (W/m.K)
1	Beton	2.400	1,448
2	Beton ringan	960	0,303
3	Bata dengan lapisan plaster	1.760	0,807
4	Bata langsung dipasang tanpa plaster, tahan terhadap cuaca.		1,154
5	Plasteran pasir-semen	1.568	0,533
6	Kaca lembaran	2.512	1,053
7	Papan gypsum	880	0,170
8	Kayu lunak	608	0,125
9	Kayu keras	702	0,138
10	Kayu lapis	528	0,148
11	Glasswool	32	0,035
12	Fibreglass	32	0,035
13	Paduan aluminium	2.672	211
14	Tembaga	8.784	385
15	Baja	7.840	47,6
16	Granit	2.640	2,927
17	Marmer/terazo/keramik/mozaik	2.640	1,298

$$R_k = 0.15/0.807 = 0.185$$

- Resistensi termal rongga udara (R_{ru})

Tabel Nilai resistensi termal rongga udara

No.	Jenis celah udara	Resistansi termal (m ² .K/W)			
		5 mm	10 mm	100 mm	
1	R_{RU} untuk dinding Rongga udara vertikal (aliran panas secara horisontal)				
	1. Emisifitas tinggi.	0,110	0,148	0,160	
	2. Emisifitas rendah	0,250	0,578	0,606	
2	R_{RU} untuk atap Rongga udara horisontal/miring (aliran panas kebawah).				
	1. Emisifitas tinggi.	rongga udara horisontal.	0,110	0,148	0,174
		rongga udara dengan kemiringan 22 ½ °	0,110	0,148	0,165
		rongga udara dengan kemiringan 45°.	0,110	0,148	0,158
	2. Emisifitas rendah	rongga udara horisontal.	0,250	0,572	1,423
		rongga udara dengan kemiringan 22 ½ °	0,250	0,571	1,095
		rongga udara dengan kemiringan 45°.	0,250	0,570	0,768
3	R_{RU} untuk loteng				
	1. Emisifitas tinggi. 2. Emisifitas rendah		0,458	1,356	

$$\text{Nilai } R_{ru} = 0.148$$

R_{total} = resistensi termal total = ΣR

$$R_{total} = 0.044 + 0.185 + 0.147 = 0.376$$

Jadi nilai U adalah $1/0.376$ yaitu $2.659 \text{ W/m}^2\text{degC}$

- c. Mencari nilai wall ratio (WWR) yang merupakan perbandingan antara bukaan kaca dengan luas bidang pada sisi yang dihitung.
- d. Menentukan beda temperatur ekuivalen (T_{dek}) berdasarkan material yang paling dominan dalam suatu struktur dinding yang dihitung nilai yang dapat dikonversikan dengan tabel nilai di bawah ini :

Tabel 3.10 Beda temperature ekuivalen untuk dinding

Berat/satuan luas (kg/m^2)	Tdek
Kurang dari 125	15
126 – 195	12
Lebih dari 195	10

- e. Menentukan nilai koefisien peneduh sistem fenetrasi (SC) berdasarkan keberadaan peneduh yang mempengaruhi sistem fenetrasi.

Kaca polos 8mm, $k = 1,053$

Kaca grey 8mm, $k = 1,053$

Kaca polos dan grey-double glazing; SC = 0,47

Faktor radiasi sinar matahari (SF) ditentukan menurut orientasi yang terdapat pada table di bawah ini :

Tabel 3.11 Faktor radiasi matahari (SF W/m^2) untuk berbagai orientasi

Orientasi	U	TL	T	TG	S	BD	B	BL
	130	113	112	97	97	176	243	211

Sumber : SNI 03-6389-2000

$$\alpha = 0,89$$

$$U = 2,659 \text{ W/m}^2\text{degC}$$

$$\text{WWR} = 0,3$$

$$T_{dek} = 12$$

$$\text{SF} = \text{tergantung orientasi W/m}^2$$

$$\text{SC} = 0,47$$

- Perhitungan OTTV sisi Barat Laut

$$\text{OTTV}_n = \alpha \{U(1-\text{WWR})\} T_{dek} + (\text{SC})(\text{WWR})(\text{SF}) \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89\{2,659(1-0,3)\} 12 + (0,47)(0,3)(211)$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89(2,659-0,7) 12 + 29,7 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = (0,89)(1,95)(12) + 29,7 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 20,82 + 29,7 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 50,52 \text{ W/m}^2$$

- Perhitungan OTTV sisi Timur Laut

$$\text{OTTV}_n = \alpha\{U(1-\text{WWR})\} T_{\text{dek}} + (\text{SC})(\text{WWR})(\text{SF}) \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89\{2,659(1-0,3)\} 12 + (0,47)(0,3)(113)$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89(2,659-0,7) 12 + 16 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = (0,89)(1,95)(12) + 16 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 20,85 + 16 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 36,85 \text{ W/m}^2$$

- Perhitungan OTTV sisi Tenggara

$$\text{OTTV}_n = \alpha\{U(1-\text{WWR})\} T_{\text{dek}} + (\text{SC})(\text{WWR})(\text{SF}) \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89\{2,659(1-0,3)\} 12 + (0,47)(0,3)(97)$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89(2,659-0,7) 12 + 13,6 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = (0,89)(1,95)(12) + 13,6 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 20,85 + 13,6 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 34,45 \text{ W/m}^2$$

- Perhitungan OTTV sisi Barat daya

$$\text{OTTV}_n = \alpha\{U(1-\text{WWR})\} T_{\text{dek}} + (\text{SC})(\text{WWR})(\text{SF}) \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89\{2,659(1-0,3)\} 12 + (0,47)(0,3)(243)$$

$$\text{OTTV}_n = 0,89(2,659-0,7) 12 + 34,26 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = (0,89)(1,95)(12) + 34,26 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 20,85 + 34,26 \text{ W/m}^2$$

$$\text{OTTV}_n = 55,11 \text{ W/m}^2$$

Tabel 3.12 OTTV bangunan Rest Area

orientasi	α	U	WWR	Tdek	SC	SF	OTTV
Barat laut	0,89	2,659	0,3	12	0,47	211	50,52
Timur laut	0,89	2,659	0,3	12	0,47	113	36,85
Tenggara	0,89	2,659	0,3	12	0,47	97	34,45
Barat daya	0,89	2,659	0,3	12	0,47	243	55,11

Sumber : Analisa Annisa Ramadhani, 2018.

OTTV total pada desain sebelumnya:

$$\text{OTTV} = A1(\text{OTTV1}) + A2(\text{OTTV2}) + A3(\text{OTTV3}) + A4(\text{OTTV4}) / A1 + A2 + A3 + A4$$

$$\text{OTTV} = 498(65,95) + 150(45,68) + 240(42,37) + 150(72,57) / 498 + 150 + 240 + 150$$

$$\text{OTTV} = 32.843 + 6.852 + 10.168 + 10.885 / 1.038$$

$$\text{OTTV} = 60.748 / 1.103$$

$$\text{OTTV total} = 55,07\text{W/m}^2$$

Pada alternative desain pertama telah dilakukan pengujian desain menggunakan perhitungan OTTV dan didapatkan hasil 55,07W/m². Sehingga belum sesuai untuk standar bangunan hemat energi yaitu maksimal 45W/m². Sehingga dilakukan revisi desain kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

OTTV total pada desain terbaru :

$$\text{OTTV} = A1(\text{OTTV1}) + A2(\text{OTTV2}) + A3(\text{OTTV3}) + A4(\text{OTTV4}) / A1 + A2 + A3 + A4$$

$$\text{OTTV} = 21(50,52) + 392(36,85) + 21(34,45) + 392(55,11) / 21 + 392 + 21 + 392$$

$$\text{OTTV} = 1.060 + 14.445 + 723,45 + 21.603 / 826$$

$$\text{OTTV total} = 44,8\text{W/m}^2$$

Beban panas atau nilai OTTV yang disepakati oleh beberapa 11 negara untuk bangunan hemat energi yaitu sebesar 45W/m². Pada perhitungan uji desain diperoleh nilai OTTV total yaitu 44,8W/m². Sehingga sudah sesuai dengan standar OTTV yang telah ditetapkan sebagai bangunan hemat energi.