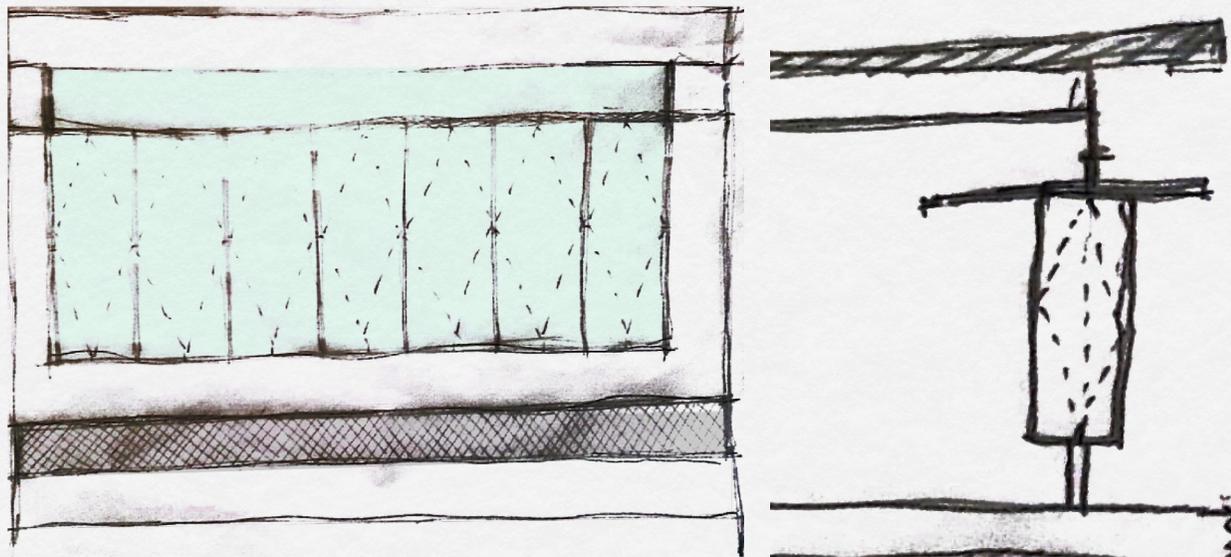


Gambar 3.35 Skema Komposisi Penyelesaian Kenyamanan Akustik

material yang ada pada ceiling atau plafon digunakan material seperti plasterboard gantung, lalu untuk dinding depan dengan material pemantul dapat menggunakan bata plaster cat, lalu dinding samping dengan material pemantul dan penyerap dapat menggunakan fiberboard 25mm bercelah udara, dan pada bagian dinding belakang sebagai penyerap dapat menggunakan veneered board berlubang yang diisi dengan mineral wool, serta material lantai yang dapat menggunakan vynil. Dengan komposisi tersebut, dimungkinkan untuk dapat mereduksi kebisingan 27 – 35dB dan RT kelas 0,6 – 0,7 detik.

3.5

Penyelesaian Persoalan Desain Selubung Bangunan



Gambar 3.36 Penyelesaian Persoalan Desain Selubung Bangunan

Untuk fasad sendiri diharuskan mampu mengakomodasi kebutuhan akan penerapan pencahayaan dan penghawaan pasif, maka untuk fasad sendiri akan banyak menggunakan elemen bukaan seperti jendela maupun material yang mampu memasukkan pencahayaan dan penghawaan kedalam bangunan.

3.6

Penyelesaian Persoalan Struktur Bangunan

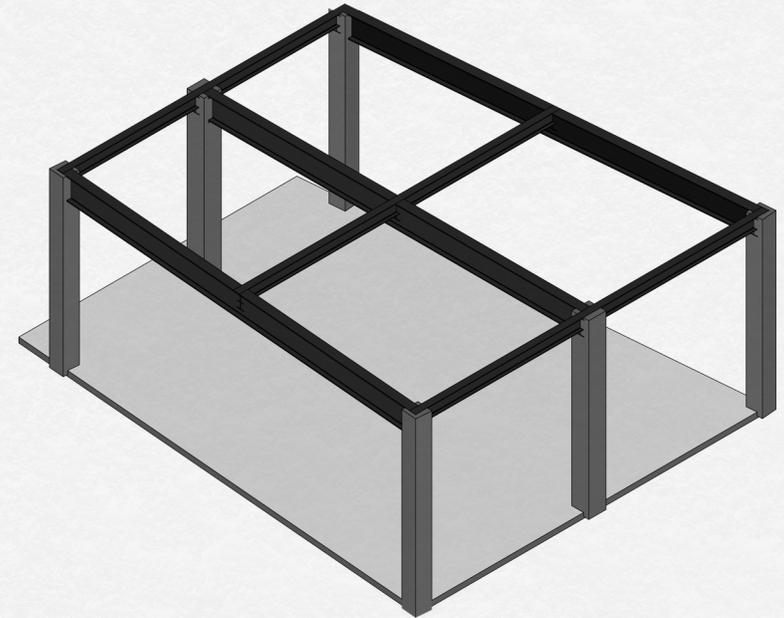
Penerapan struktur pada rancangan ini didasarkan akan banyaknya kebutuhan bukaan untuk mampu memberikan sarana pendukung dalam pemenuhan tuntutan desain yang ada. Dengan hal itu, jenis struktur yang paling tepat pada desain ini adalah dengan menggunakan sistem struktur rangka kombinasi antara kolom beton dengan balok baja dengan tujuan untuk mengurangi dimensi struktur beton yang lebih besar dibandingkan dengan baja.

Struktur rangka dalam desain ini akan menerapkan sistem modul struktur sehingga dapat memudahkan dan mempercepat dalam proses pembangunan. Dalam hal ini modul struktur yang digunakan adalah sesuai dengan modul kelas lalu akan disusun sedemikian rupa sehingga membentuk gubahan massa.

Sistem modul struktur adalah pendekatan konstruksi yang memanfaatkan elemen-elemen bangunan pra-rancang, atau modul, untuk mempercepat dan menyederhanakan proses pembangunan. Dengan penggunaan modul yang diproduksi di pabrik, proyek konstruksi dapat diselesaikan lebih cepat daripada metode tradisional, menghasilkan bangunan dengan kualitas yang konsisten.

Keuntungan utama sistem modul struktur adalah penghematan waktu dan kualitas terjaga. Penggunaan modul yang telah diinspeksi dengan ketat di pabrik memungkinkan konstruksi yang lebih cepat tanpa mengorbankan kualitas. Selain itu, pendekatan ini juga membawa manfaat bagi lingkungan dengan mengurangi limbah konstruksi dan mendorong efisiensi energi. Dengan fleksibilitas desain yang tak terbatas, sistem modul struktur menjadi pilihan cerdas untuk proyek konstruksi modern yang mengutamakan kecepatan, kualitas, dan keberlanjutan.

Dimensi kolom yang digunakan adalah 45x45 cm dan untuk balok menggunakan baja WF 600 dan WF 350 sebagai balok anak. Selain aspek pemilihan material struktur, pemberian dilatasi pada struktur bangunan juga dipertimbangkan apabila desain rancangan memiliki Panjang yang diharuskan untuk diberikan dilatasi. Sistem dilatasi yang akan dipilih menyesuaikan dengan kebutuhan yang ada pada rancangan adalah jenis dilatasi kolom dimana dilatasi terdiri dari dua kolom yang dipasang berdampingan, biasanya digunakan pada bangunan memanjang.



Gambar 3.37 Modul Struktur

3.7

Penyelesaian Persoalan Infrastruktur Bangunan

3.7.1 Kebutuhan Air Bersih

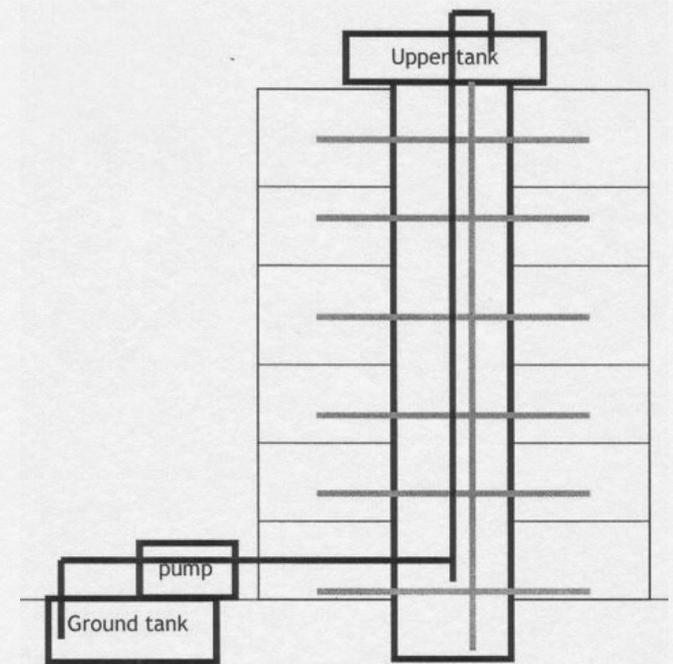
Dalam Rancangan ini akan menggunakan Downfeed System dalam pendistribusian air bersih. Downfeed system, atau sistem pasokan air bawah, adalah metode yang umum digunakan dalam distribusi air di gedung tinggi atau bangunan bertingkat. Sistem ini didesain untuk memastikan bahwa air bisa mencapai semua lantai bangunan dengan cukup tekanan, sehingga penghuni dapat mengakses air bersih dengan mudah dari keran, toilet, dan perangkat lainnya. Prinsip dasar dari downfeed system adalah mengalirkan air dari atas gedung ke lantai-lantai di bawahnya melalui pipa-pipa vertikal atau turunannya. Salah satu dasar penerapan sistem ini karena efisien secara energi ditambah dengan kemudahan dalam hal pemeliharaan

Standar kebutuhan air bersih pada bangunan sekolah untuk SMP adalah 50 L/siswa/hari dan SMA/SMK 80 L/siswa/hari (Permen Kesehatan RI No. 986/Menkes/Per/XI/1992).

Kebutuhan air untuk siswa SMP dan SMA/SMK 80 L/siswa/hari.

- Total seluruh siswa dalam sekolah adalah 2700 siswa
- Kebutuhan Domestik = $2700 \text{ siswa} \times 80 \text{ L/siswa/hari}$
= 216.000 L/hari
- Kebutuhan Non Domestik = 25% dari kebutuhan air domestik
= $25\% \times 216.000 \text{ L}$
= 54.000 L
- Jumlah air domestik & non domestik = $216.000 \text{ L} + 54.000 \text{ L}$
= 270.000 L
- Kebocoran = 30% dari jumlah domestik + non domestik
= $30\% \times 270.000 \text{ L}$
= 81.000 L
- Total kebutuhan air bersih = Air domestik + air non domestik + kebocoran
= $270.000 \text{ L} + 81.000 \text{ L}$
= 351.000 L

Untuk efektifitas dalam penggunaan air bersih, maka sistem penampungan akan dibagi menjadi beberapa titik sehingga dapat memberikan suplai air bersih secara cepat dan memiliki tekanan yang sama. Dengan melihat kebutuhan tersebut, maka sistem yang digunakan adalah down feed system.



Gambar 3.38 Downfeed System

3.7.2 Kebutuhan Air Kotor

Dalam hal air kotor, perancangan ini akan menerapkan sistem pembuangan air kotor single vent yaitu sistem pembuangan yang menambahkan satu pipa ventilasi utama (vent stack) digunakan untuk membuang udara dari seluruh sistem plumbing bangunan. Vent stack ini biasanya terhubung dengan pipa pembuangan di atas bangunan dan berfungsi untuk memastikan udara dapat mengalir masuk ke sistem plumbing, mencegah pembentukan vakum, dan memungkinkan limbah air dan kotoran untuk mengalir dengan lancar.

Perhitungan Septic Tank

- Kebutuhan air domestik = 216.000 L/hari
- Lama penguraian = 3 hari
- Perhitungannya :
- Kebutuhan domestik x lama penguraian = $216.000 \text{ L} \times 3$
= 648.000 L
- Rencana tinggi septic tank 3 meter, maka
 - Tinggi muka air = $0,7 \times 3 \text{ m}$
= 2,1 m
 - Tinggi ruang udara = $3 \text{ m} - 2,1 \text{ m}$
= 0,9 m/90 cm
- Luas alas septic tank
Luas alas = volume/tinggi muka air
= $2.648 \text{ m}^3 / 2,1$
= 308,57 m³ - 324 m³
- Dimensi septic tank
 - P = 26 m
 - L = 4 m
 - T = 26 m
- Waktu kurus septic tank
 - Produksi orang perhari 40gr/orang/hari
 - Isi septic tank 648.000.000 gr
 - Perhitungan = $(40\text{gr} \times 2700) \times 3 \text{ hari}$
= 324.000
= $648.000 / 324.000$
= 2000 hari
= 5,479 tahun - 5,4 tahun.

3.7.3 Kebutuhan Suplai Energi

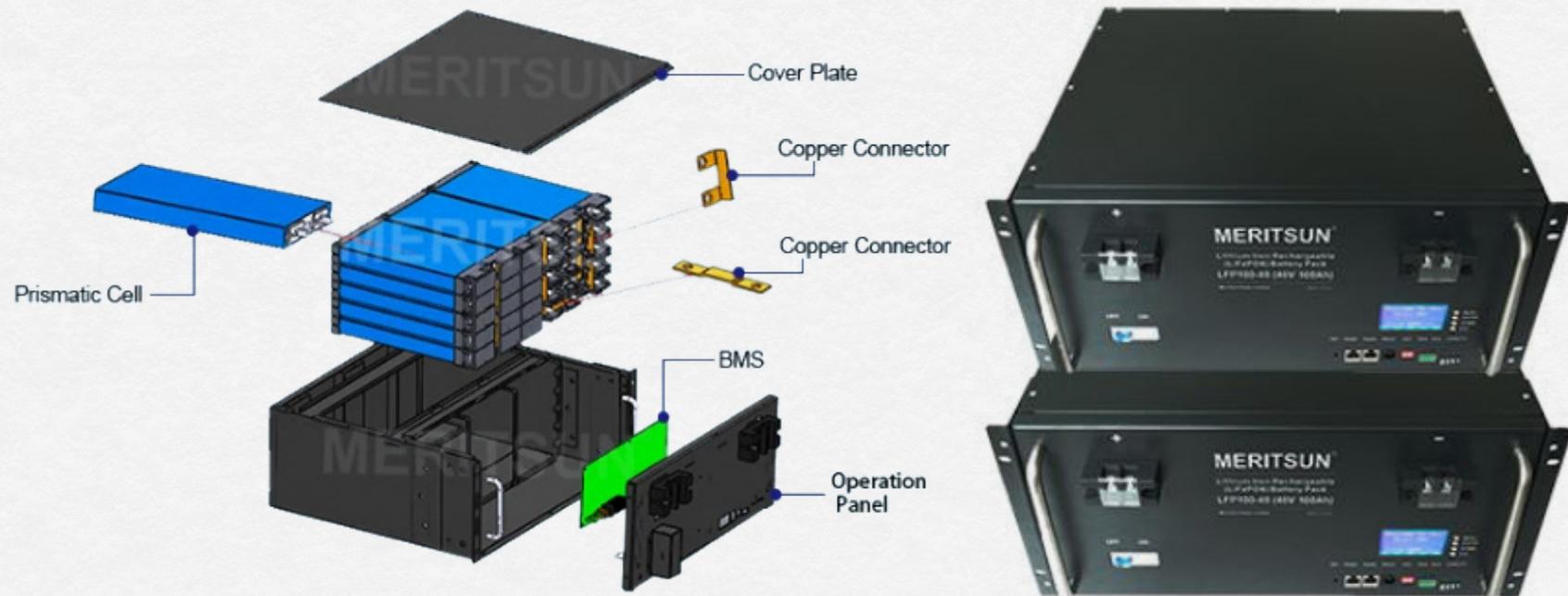


Gambar 3.39 Skema Sistem PV

Sistem PV yang akan diterapkan dalam rancangan ini adalah semi off-grid/hybrid dengan penjelasan bahwa sumber listrik yang dihasilkan panel PV akan dialirkan untuk memenuhi kapasitas baterai yang disediakan. Setelah baterai penuh, hasil listrik akan diekspor ke PLN.

3.7.3.1 Perhitungan Kebutuhan Baterai PV

Kebutuhan daya umumnya pada sekolah untuk SMP adalah 200 kWh/hari, SMA 250 kWh/hari, dan SMK 300 kWh/hari sehingga totalnya adalah 750 kWh/hari. Adapun baterai yang digunakan adalah Meritsun LFP 200-48 dengan kapasitas 9600 Wh/baterai. Maka total kebutuhan batera = $750 \text{ kWh} \times 3 \text{ hari} = 2250 \text{ kWh}$
= $2.250.000 \text{ Wh} / 9600 \text{ Wh}$
= 234 Baterai – 250 Baterai



Gambar 3.40 Baterai Meritsun LFP 200-48 9600Wh



Bab 4

Deskripsi Hasil Rancangan

Rancangan berada pada rencana masterplan pembangunan kompleks boarding school Yayasan Walisongo yang berlokasi di Desa Waru Kulon, Kecamatan Pucuk, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Site berhadapan langsung dengan jalan nasional Surabaya – Jakarta sehingga dalam segi aksesibilitas sangat mudah untuk dijangkau. Posisi perancangan berada dalam rencana plotting Kawasan Pendidikan. Sisi timur site berbatasan langsung dengan pabrik hebel blesson. Dan sisi barat dan utara area persawahan yang akan menjadi pengembangan Yayasan kedepannya.

Pada sisi depan terdapat pagar dengan dua akses 3 akses masuk. Akses masuk terdapat pada area depan gedung SMA, area depan SMP dan SMK serta area samping gedung SMP dan SMK. Lalu halaman depan difungsikan sebagai area lapangan dengan finishing paving untuk mampu menyerap air hujan masuk kedalam tanah. Pada halaman depan juga terdapat dua lapangan yang bisa digunakan untuk siswa putra pada tiap gedung sekolah. Sisi kiri gedung SMA difungsikan sebagai area komunal hijau yang dapat digunakan untuk berkumpul dan berinteraksi antar siswa yang ada. Sedangkan pada sisi kanan gedung SMP SMK difungsikan sebagai area komunal dengan mini amphitheater yang dapat digunakan beberapa aktivitas bersama. Selain pada kiri bangunan SMA, ruang komunal hijau juga ada pada sisi kiri dan kanan gedung SMP SMK untuk memberikan kesan nyaman dan asri dalam sekolah.



Gambar 4.1 Isometri Kawasan Ranacangan

4.2

Rancangan Bangunan

Rancangan ini memiliki total dua gedung yang terdiri dari gedung SMA dan Gedung SMP SMK dengan ketinggian 4 lantai dengan lantai paling atasnya difungsikan sebagai power house untuk mengakomodasi energi yang dihasilkan dari PV.

Atap

Panel PV

Lantai 4

Power House

R. Praktik Jurusan Multimedia

R. Praktik Jurusan Bisnis dan Penjualan Daring

Lantai 3

R. Kelas

Lab. Bahasa/Komputer/R. UNBK

R. Praktik Jurusan Teknik Gambar Bangunan

R. Praktik Jurusan Akuntansi

Lantai 2

R. Kelas

Perpustakaan

Lab. Bahasa/Komputer/R. UNBK

R. Praktik Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan

R. Praktik Jurusan Tata Busana

Lantai Dasar

Lab. Fisika

Lab. Biologi

Lab. Kimia

R. Kesenian

Perpustakaan

R. Guru

R. Kepsek

R. Wakepek

Teaching Factory Outlet

R. Bendahara

R. Tata Usaha

R. Bimbingan Konseling

R. Arsip

Gudang

Kantin

Toilet

Lapangan

Komunal Bersama Hijau



Gambar 4.2 Eksplosometri Rancangan

4.2.1 Property Size

SMA

No	Kelompok Ruang	Nama Ruang	Total Luasan	Persentase
1	Pembelajaran Umum	R. Kelas	1500	39,8%
2		Lab. Fisika	94,8	
3		Lab. Kimia	94,8	
4		Lab. Biologi	94,8	
5		R. UNBK/Lab. Kom/Lab. Bahasa	750	
6		Perpustakaan	154,4	
7		R. OSIS	11,8	
8	Manajemen dan Pendukung	Lobby	85	29,6%
9		R. Tata Usaha	62,5	
10		R. Guru	138,6	
11		R. Kepala Sekolah	30,5	
12		R. Wakil Kepala Sekolah	13,8	
13		R. Bendahara	12,5	
14		R. Arsip	29,6	
15		R. Bimbingan Konseling	15,8	
16		R. UKS	12,8	
17		Gudang	62,5	
18		Toilet	364,1	
19		Kantin	384	
20		Power House	375	
21		R. komunal	440,6	
22	Sirkulasi	Sirkulasi	1573,7	29,7%
23		Tangga	459,2	
Total			6855,5	100%

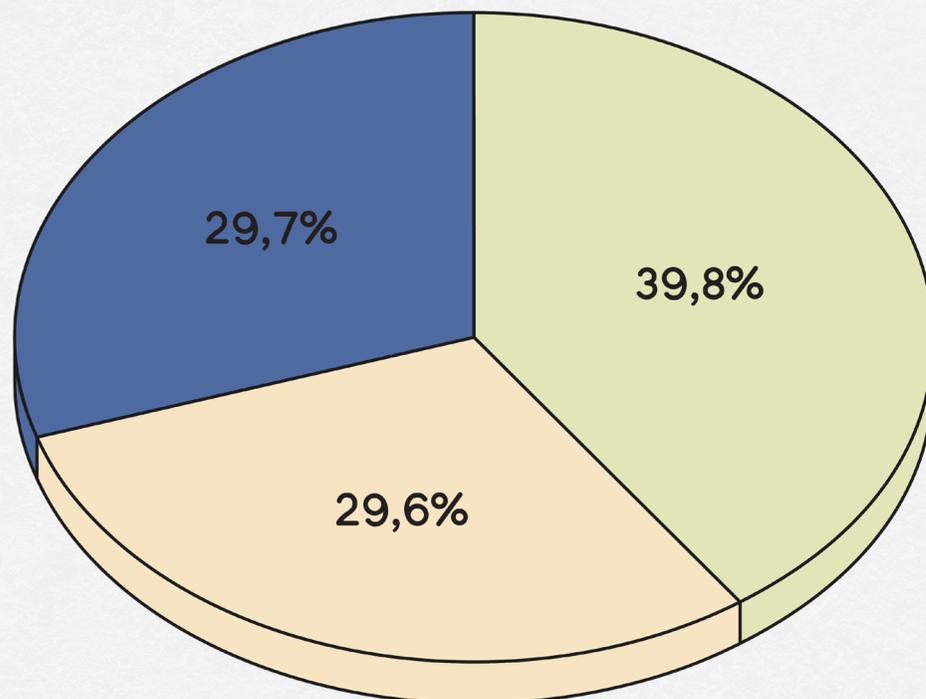
Tabel 4.1 Property Size Gedung SMA

SMA SMK

No	Kelompok Ruang	Nama Ruang	Total Luasan	Persentase
1	Pembelajaran Umum	R. Kelas	2000	29,2%
2		Lab. Fisika	94,8	
3		Lab. Kimia	94,8	
4		Lab. Biologi	94,8	
5		R. UNBK/Lab. Kom/Lab. Bahasa	750	
6		Perpustakaan	154,4	
7		R. OSIS	23,6	
8	Pembelajaran Khusus	R. Praktik Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan	290,5	15,8%
9		R. Praktik Jurusan Tata Busana	273,5	
10		R. Praktik Jurusan Teknik Gambar Bangunan	292,1	
11		R. Praktik Jurusan Akuntansi	285	
12		R. Praktik Jurusan Multimedia	301,2	
13		R. Praktik Jurusan Bisnis dan Penjualan Daring	298,3	
14	Manajemen dan Pendukung	Lobby	66,5	27,2%
15		R. Tata Usaha	125	
16		R. Guru	277,2	
17		R. Kepala Sekolah	61	
18		R. Wakil Kepala Sekolah	27,6	
19		R. Bendahara	25	
20		R. Arsip	59,2	
21		R. Bimbingan Konseling	31,6	
22		R. UKS	25,6	
23		Gudang	125	
24		Toilet	364,1	
25		Kantin	384	
26		Power House	375	
27		R. komunal	667,1	
28	Outlet Factory	378		
29	Sirkulasi	Sirkulasi	2601,3	27,8%
30		Tangga	459,2	
Total			6855,5	100%

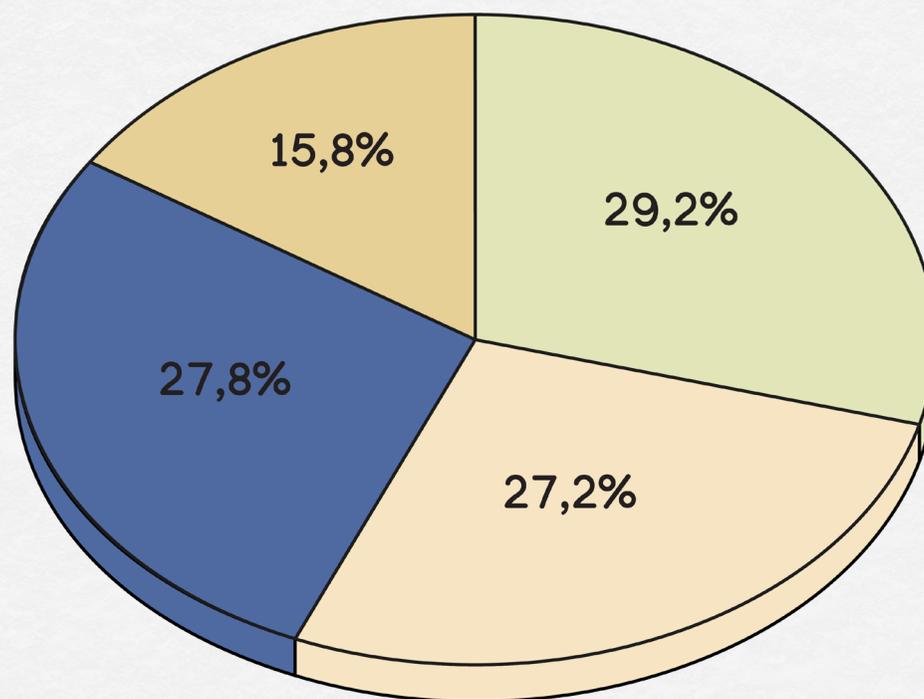
Tabel 4.2 Property Size Gedung SMP SMK

SMA



Gambar 4.3 Diagram Pie Property Size Gedung SMA

SMA SMK



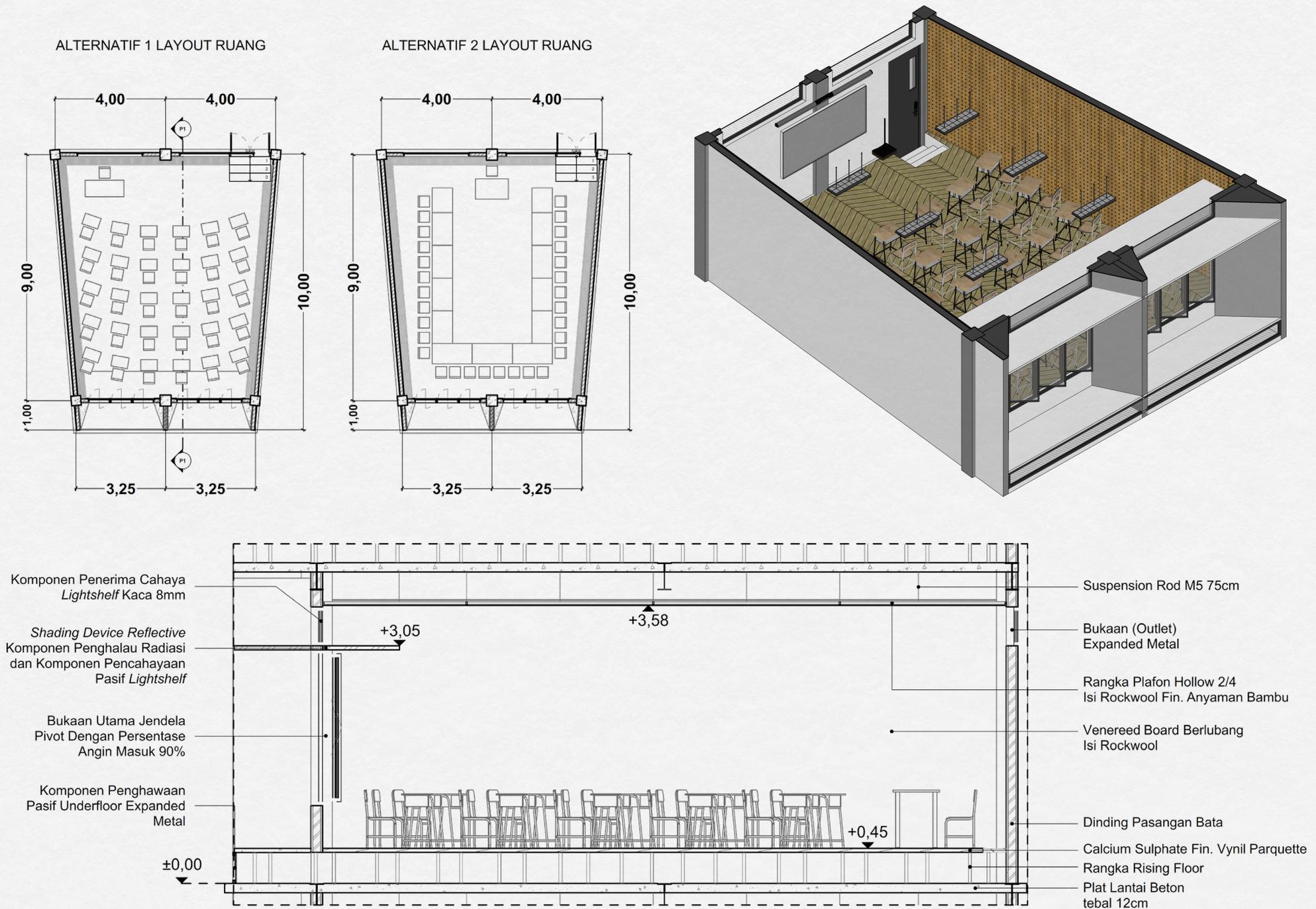
Gambar 4.4 Diagram Pie Property Size Gedung SMP SMK

4.2.2 Rancangan Parsial Bangunan : Modul Kelas

Rancangan modul kelas memiliki banyak kemampuan dalam hal pemenuhan kenyamanan baik dari visual, termal, dan akustik. Dalam hal visual, pengguna ruang dengan alternatif layout 1 memiliki vision/pandangan yang ideal, dan juga pencahayaan alami dapat masuk kedalam ruangan sesuai standar yang ada.

Lalu dalam aspek termal, modul kelas menggunakan sistem floating floor setinggi 45 cm untuk memberikan kesan pendinginan dari bawah yang menambah kenyamanan. Angin juga dapat masuk melalui bukaan utama dengan jendela pivot yang mampu mekasukkan angin sebesar 90% dan memberikan outlet yang lebih tinggi untuk memanfaatkan stack effect sehingga aliran udara menjadi baik dan segera mengeluarkan panas dalam ruang.

Pada aspek akustik, penerapan panel akustik disesuaikan dengan kebutuhan agar mendapatkan RT sesuai dengan standar kenyamanan akustik yang telah ditentukan. Pada panel samping menggunakan veneered board dengan rockwool untuk mereduksi pantulan yang dapat menyebabkan ketidak jelasan suara ketika masuk kedalam organ telinga. Selain itu plafon juga diberikan roocwool dengan finishing anyaman bambu yang mampu menambah kualitas akustik dalam ruangan

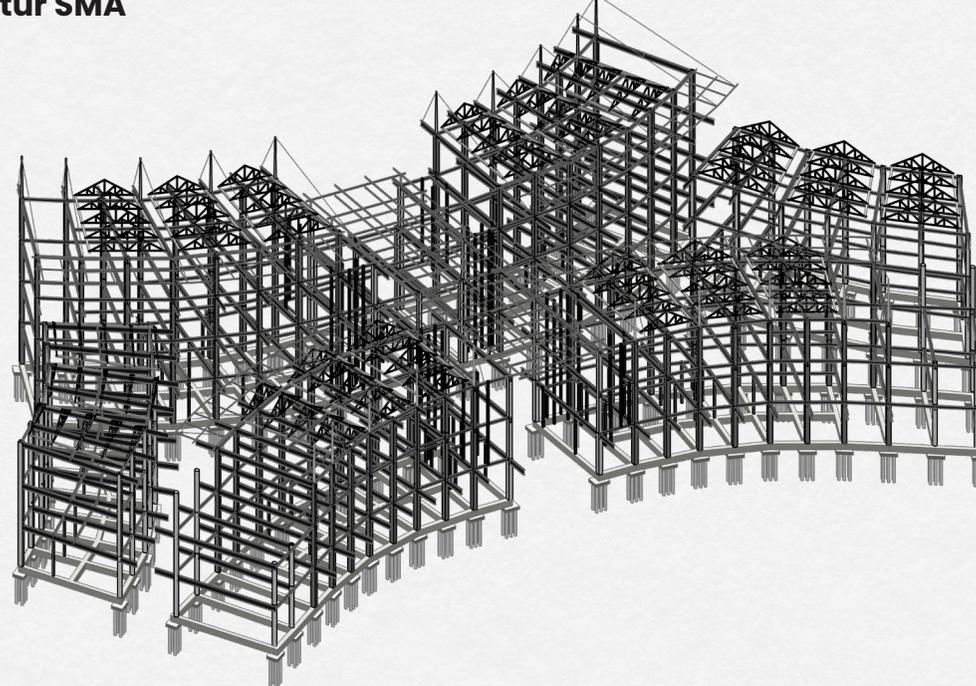


Gambar 4.5 Rancangan Modul Kelas

4.3

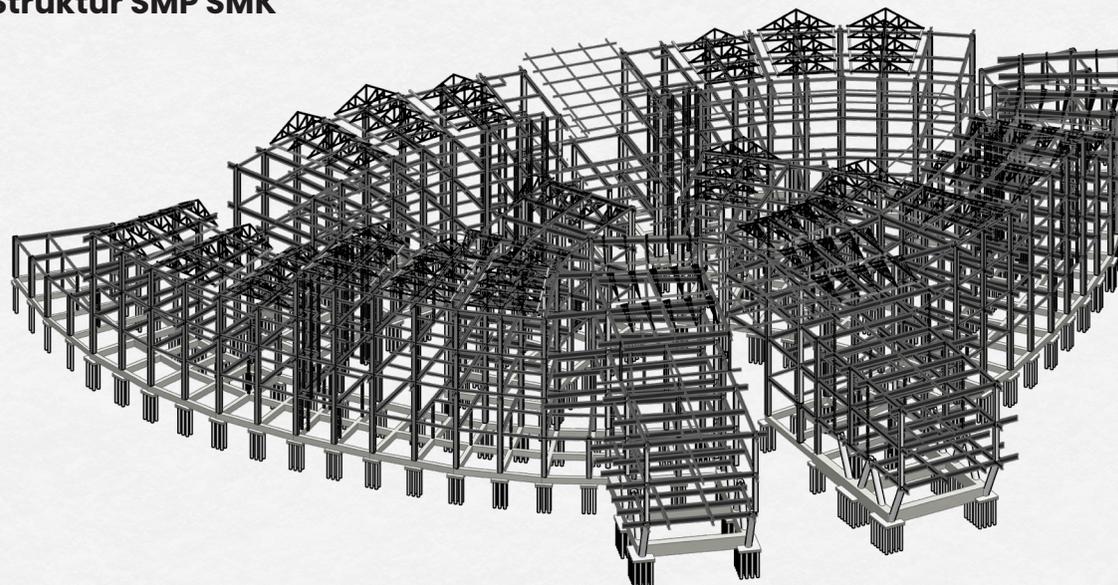
Rancangan Struktur Bangunan

Struktur SMA



Gambar 4.6 Sistem Struktur Gedung SMA

Struktur SMP SMK



Gambar 4.7 Sistem Struktur Gedung SMP-SMK

Struktur utama bangunan menggunakan sistem rigid frame kombinasi yang terdiri dari kolom beton dengan balok baja. Adapun substruktur bangunan ini menggunakan sloof pondasi beton. Terkait Pondasi yang digunakan adalah boredpile 2, 6, dan 24 titik. Melihat bentuk bangunan yang melengkung, maka banyak diterapkan dilatasi struktur untuk keamanan bangunan dengan sistem double coloumn. Struktur atap menggunakan rangka baja ringan C75 yang disambungkan dengan rangka PV baja ringan C75.

Terdapat keunikan dalam sistem rangka yang ada pada kanopi dengan menerapkan sistem cablestayed untuk menghilangkan kolom untuk menyangga kanopi selebar 4m. Kolom Cablestayed menggunakan beton bertulang \varnothing bawah 20cm \varnothing atas 10cm dengan sling baja \varnothing 2cm untuk menarik kanopi. Untuk rangka kanopi sendiri menggunakan hollow 5/10

4.4

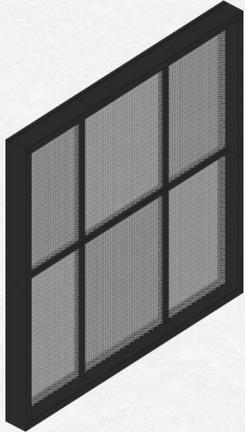
Rancangan Selubung Bangunan

Selubung bangunan dalam rancangan ini banyak didasari atas kebutuhan untuk menunjang kinerja bangunan dalam pemenuhan kenyamanan dan penunjang bangunan lainnya. Selubung bangunan didesain selain sebagai pemanis bangunan tetapi juga memiliki fungsi sehingga aspek venustas terdapat pada utilitas, dan utilitas terwujud dalam venustas tanpa menghilangkan aspek firmitas. Dengan hal tersebut maka diharapkan rancangan mampu memberikan kualitas hidup pengguna didalam rancangan.



Gambar 4.8 Isometri Selubung Bangunan

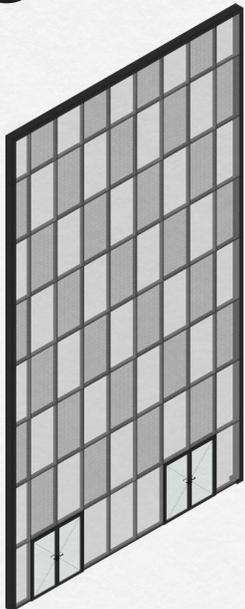
1 Expanded Metal



Expanded Metal dalam hal ini adalah merespon angin yang dapat dimungkinkan untuk masuk dan bermanuver untuk membawa udara panas segera keluar dari dalam bangunan.

Expanded Metal diposisikan pada penutup tangga dan toilet yang selain jadi aksen fasad bangunan juga memberikan dampak kinerja kepada bangunan

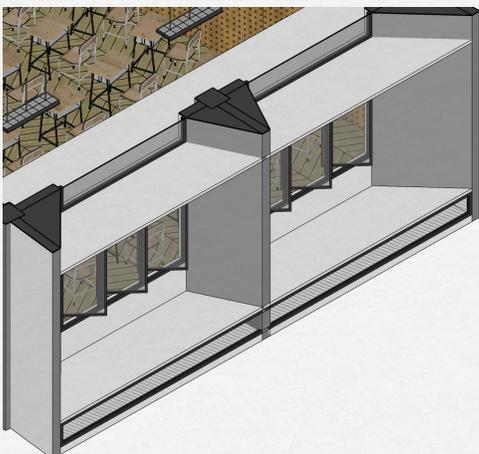
2 Curtain Wall Lobby



Curtain Wall pada area lobi merupakan kombinasi panel kaca dengan panel expanded metal. Penerapan kombinasi tersebut juga didasari atas kebutuhan fungsional dan estetika bangunan. Digunakannya expanded metal adalah untuk tetap memasukkan udara ke dalam bangunan dan kaca sebagai filter untuk udara tidak masuk secara berlebihan sehingga sesuai standar kenyamanan kecepatan udara yang telah ditentukan.

Kombinasi material penutup curtain wall lobby juga mampu menjadi objek masuk yang eye-catching dalam tampilannya sehingga mampu menambah keindahan bangunan.

3 Eggcrate Shading

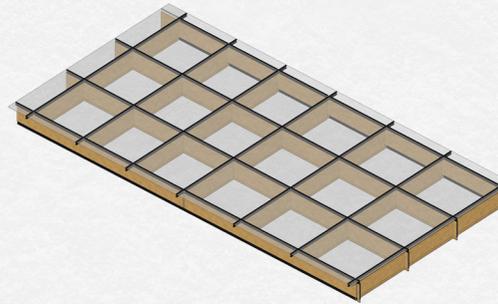


Penerapan Eggcrate Shading untuk ruang kelas besar dipertimbangkan atas aspek kinerja bangunan. Fungsi fasad tersebut adalah untuk menghalau paparan radiasi matahari pada sisi yang sulit untuk dijangkau jika hanya menggunakan salah satu shading saja dikarenakan bangunan juga mampu menerima banyak radiasi untuk panel pv.

Terdapat dinding miring yang menempel pada sirip merupakan komponen kinerja bangunan yang memiliki tujuan untuk memberikan

area tabrak udara menjadi miring sehingga mampu menambah kecepatan angin yang masuk ke dalam bangunan. Selain itu terdapat juga panel reflective untuk memaksimalkan cahaya masuk ke dalam bangunan.

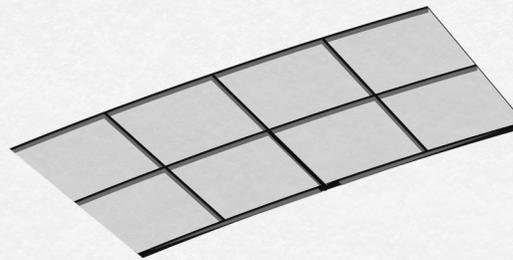
4 Skylight Atrium



Skylight Atrium menggunakan kaca stopray yang mampu menghilangkan radiasi sehingga area bawah kaca akan lebih dingin. Penerapan skylight ini juga didasarkan atas kebutuhan kinerja bangunan untuk dapat memasukkan cahaya ke dalam bangunan tanpa mengikutsertakan radiasi matahari.

Terdapat grid kisi-kisi dengan tujuan untuk memberikan kesan dramatis pada bayangan yang dihasilkan sehingga memberikan kesan ruang yang lebih nyaman dan memberikan pengalaman ruang yang baik.

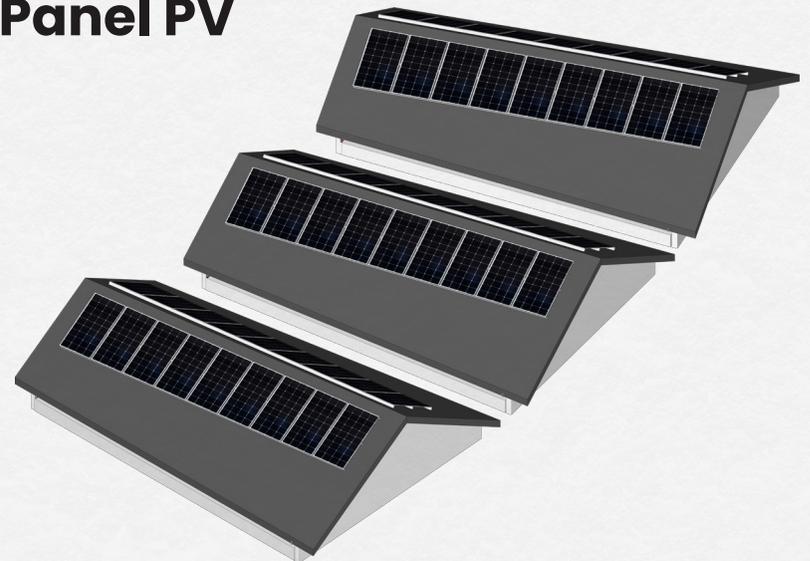
5 Skylight Canopy



Skylight kanopi berada pada lantai teratas pada tiap gubahan massa. Kaca yang digunakan menggunakan jenis Sunlux Gold yang memiliki kemampuan untuk menghilangkan radiasi. Skylight kanopi ini diakomodasi

dengan struktur cable stayed dengan tujuan untuk menghilangkan kolom dari bawah untuk memberikan pengalaman ruang yang luas.

6 Panel PV

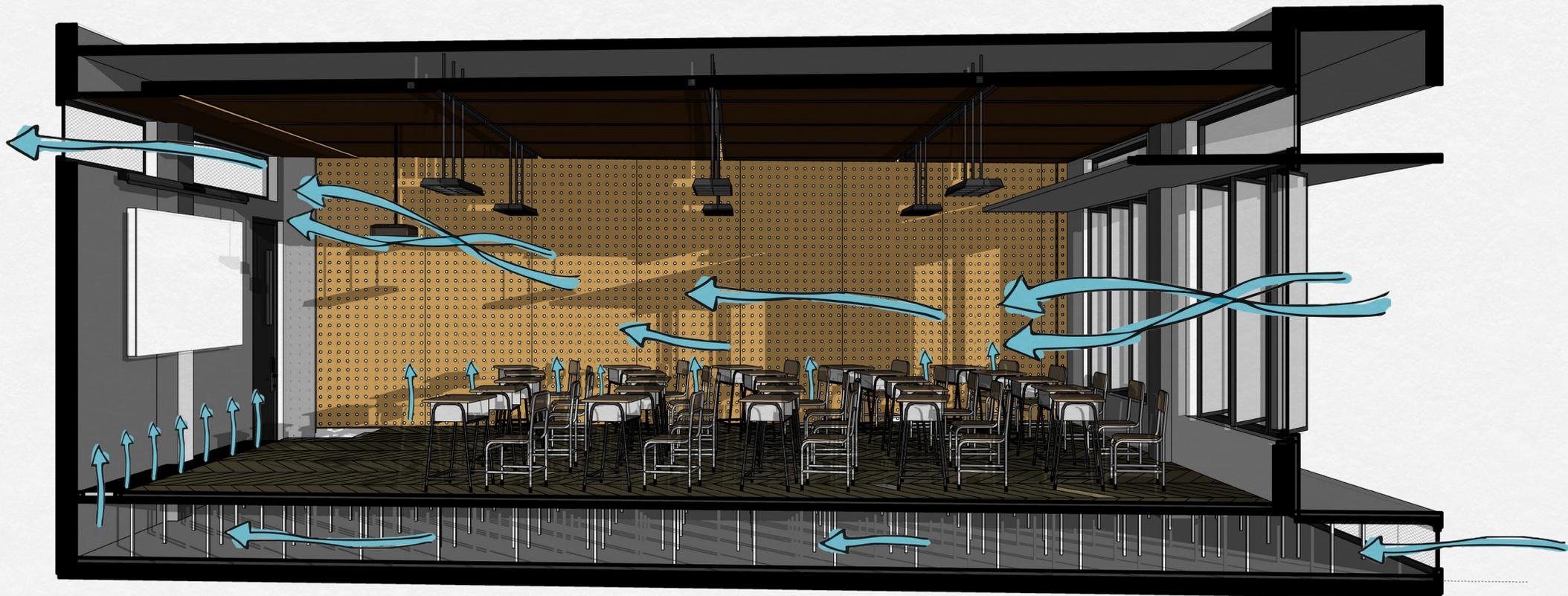


Pada area atap menggunakan jenis pelana yang sangat ideal untuk diterapkan pada negara beriklim tropis. Kemiringan atap yang memudahkan air hujan untuk segera turun, dan dengan kemiringan tersebut mampu difungsikan sebagai alas untuk solar pv yang mampu menghasilkan energi untuk pemenuhan kebutuhan bangunan.

4.5

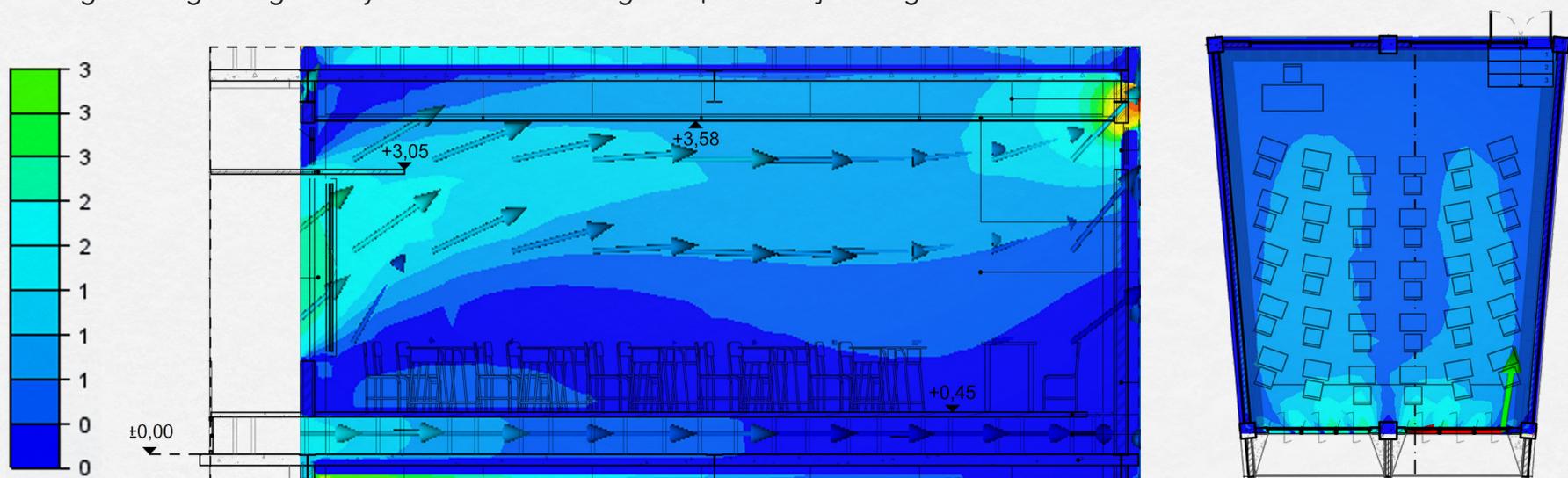
Rancangan Arsitektural Khusus

Skema Penghawaan Pasif dengan Stack Effect



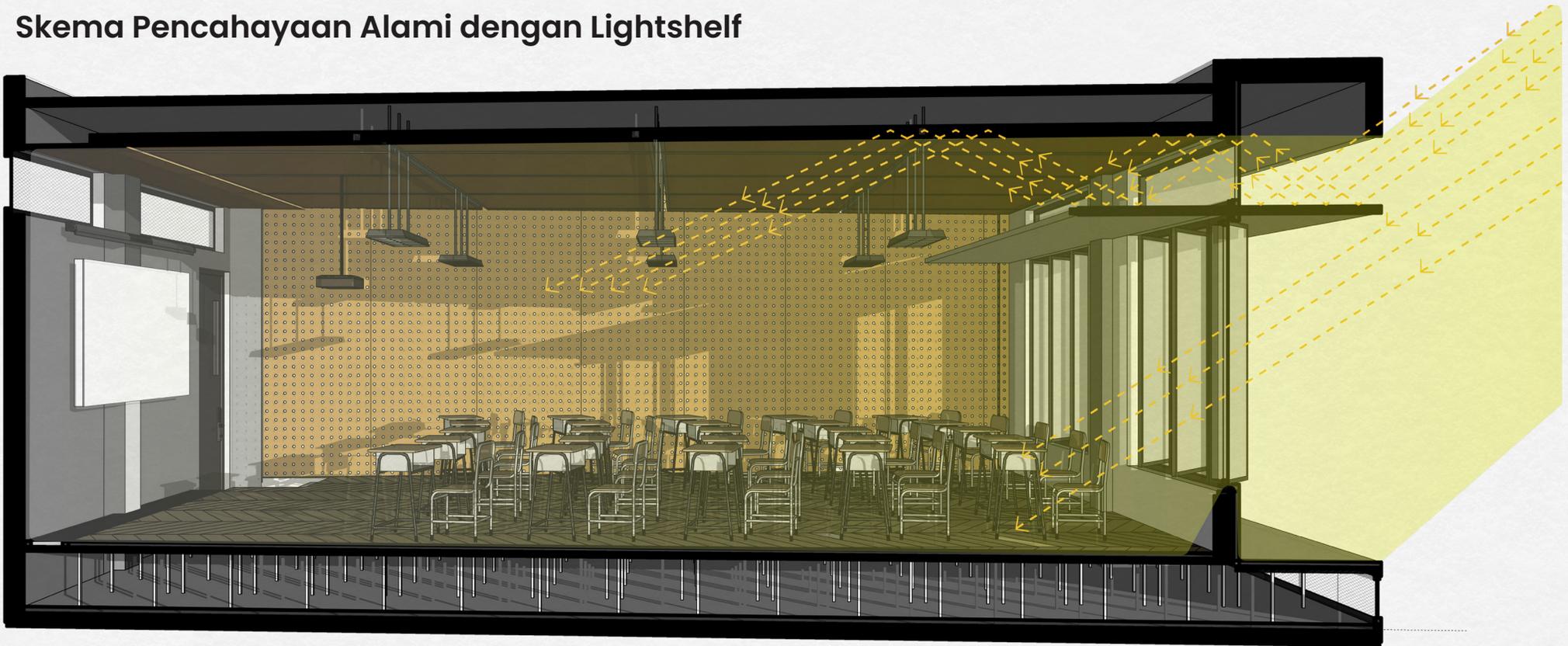
Skema penghawaan pasif memanfaatkan stack effect untuk dapat mengalirkan udara dengan baik sehingga dapat sesegera mungkin mengeluarkan panas dalam bangunan. Terdapat teknologi untuk mendukung kebutuhan penghawaan alami dengan memberikan lantai yang melayang atau bisa dikenal floating floor/rising floor guna memasukkan angin dari bawah lantai dan memberikan efek penyegaran dari bawah hingga ke atas dengan tujuan memberikan penghawaan dari bawah hingga keatas badan pengguna ruang. Bukaan utama tetap melalui jendela pivot yang mampu memasukkan udara kedalam bangunan hingga mencapai 90%.

Simulasi menunjukkan hasil yang sesuai dengan harapan. Didapatkan kecepatan rerata angin dalam bangunan berkisar 0.8m/s yang telah sesuai dengan standar kenyamanan yang telah ditetapkan. Sirkulasi angin pun sesuai dengan rencana untuk dapat segera keluar membawa hawa panas ruangan. Dengan begitu kenyamanan termal ruangan dapat terwujud dengan maksimal.



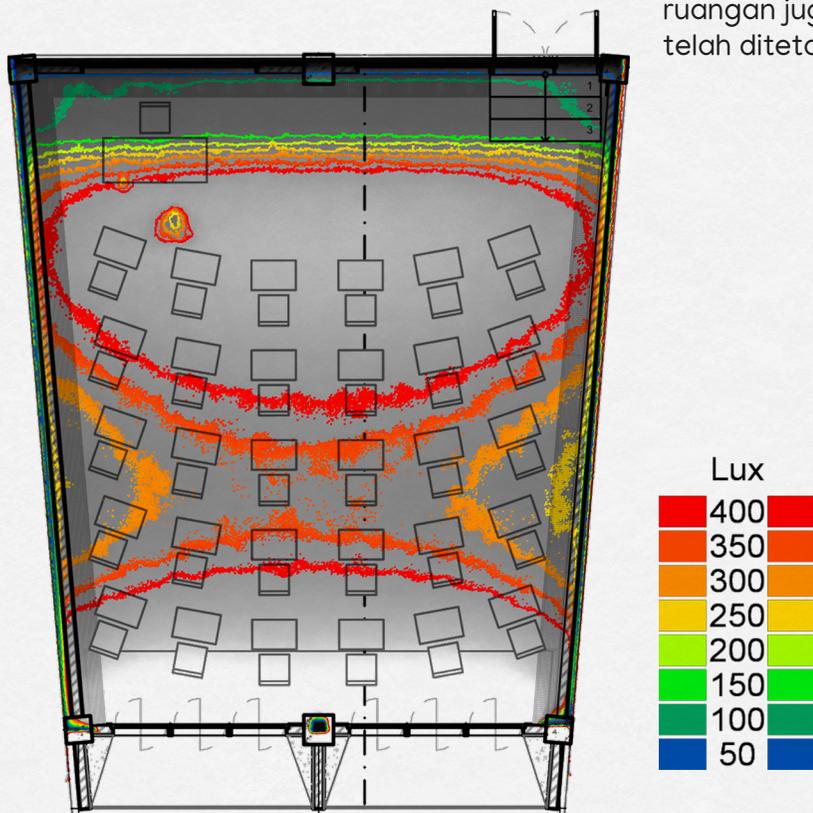
Gambar 4.9 Skema Penghawaan Alami dan Simulasi

Skema Pencahayaan Alami dengan Lightshelf



Aspek pencahayaan pasif selain mengandalkan pencahayaan dari jendela utama yang menggunakan pivot, juga memberikan teknologi tambahan berupa light shelf yang mampu memberi tambahan intensitas Cahaya agar dapat memberikan pencahayaan diatas standar yang telah ditetapkan. Selain itu juga shading reflective berfungsi sebagai penghalau radiasi matahari masuk ke dalam bangunan.

Pada simulasi pencahayaan juga menunjukkan hasil yang memuaskan. Ruang memiliki intensitas cahaya alami dengan rata-rata 300-400 lux yang sesuai untuk kebutuhan dalam kegiatan belajar mengajar. Selain kebutuhan intensitas cahaya yang sesuai, konsistensi cahaya dalam ruangan juga terlihat sangat baik tanpa ada bagian ruang dibawah standar pencahayaan yang telah ditetapkan.



Gambar 4.10 Skema Pencahayaan Alami dan Simulasi