

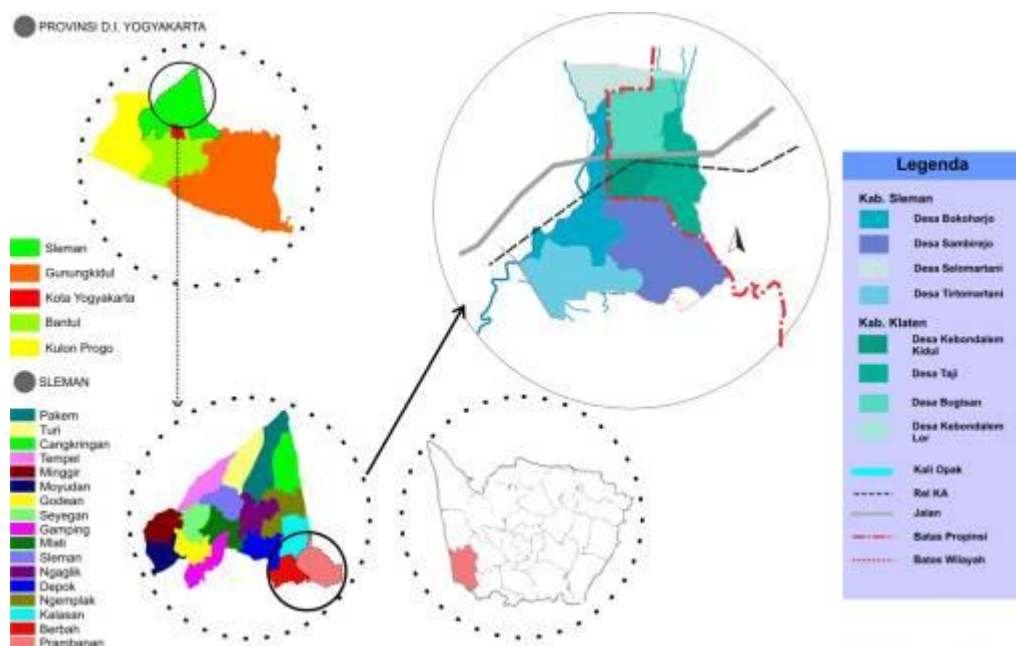
BAB I

PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

I.1.1 Profil Bokoharjo

Kawasan Bokoharjo termasuk dalam kelurahan Bokoharjo, yaitu sebuah kelurahan yang berada dalam wilayah kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman. Batas wilayah, di bagian utara yaitu lahan pertanian dan pemukiman Bokoharjo utara; sebelah timur ialah kawasan Candi Prambanan; sebelah selatan yakni kawasan Candi prambanan dan dibagian barat adalah Sungai Opak dan Kecamatan Kalasan.



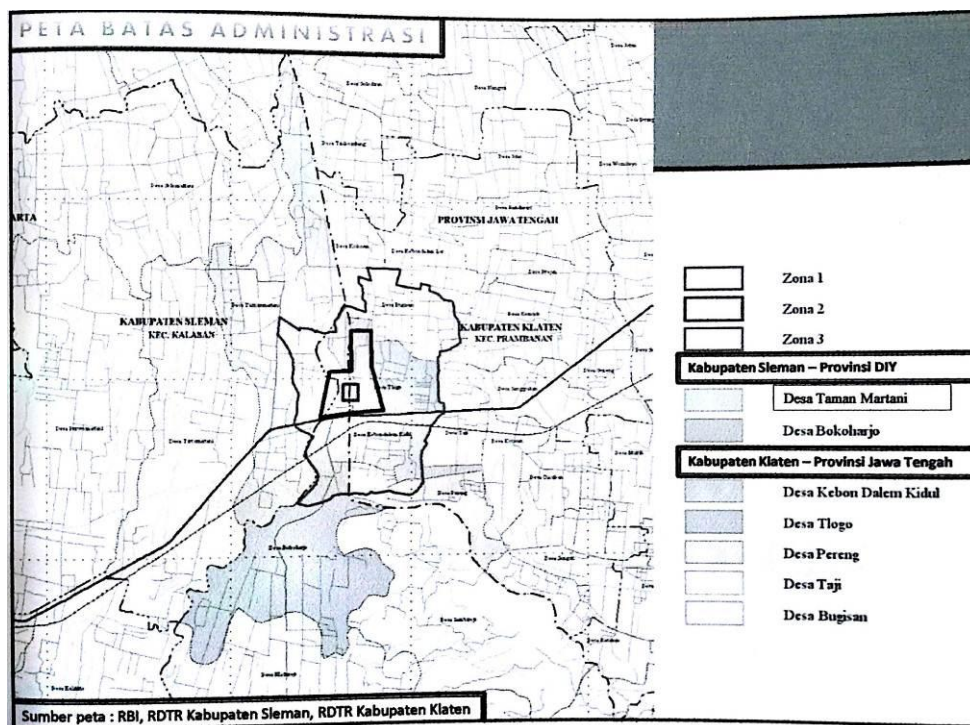
Gambar I.1 Peta Bokoharjo dalam Provinsi dan Kabupaten

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2016)

Berdasarkan BPCB Yogyakarta 2017, pada kawasan ini merupakan kawasan zona cagar budaya yang memiliki kriteria dan kebijakan dalam mengolah kawasan tersebut. Bokoharjo sendiri termasuk pada zona 3 dalam zonasi cagar budaya dimana memiliki prinsip melestarikan lingkungan, memberdayakan masyarakat, menghormati budaya lokal serta mewariskannya kepada generasi mendatang secara keberlanjutan.

Kebijakan zonasi pada zona 3 ini melibatkan peran masyarakat dalam pengembangannya. Selain itu, prosedur zona pengembangan yang merupakan bagian dari situs berfungsi sebagai lahan cadangan untuk melindungi situs cagar budaya tersebut. Zona ini juga dapat digunakan sebagai fasilitas umum dan pemukiman yang berada disekitar cagar budaya yang memungkinkan menjadi zona pengembangan. Zona pengembangan ditentukan berdasarkan aksesibilitas, jumlah dan jenis yang akan dibangun, serta floor area ratio.

PETA ZONASI CAGAR BUDAYA



Gambar I.2 Peta ZONASI

(Sumber: BPCB, 2017)

I.1.2 PONDOK PESANTREN BAITUSSALAM BOKOHARJO

Pondok pesantren Bokoharjo merupakan Boarding School yang terdapat pada kawasan Bokoharjo, memiliki santri yang mencapai 761 santri dari berbagai daerah di Indonesia. Pondok pesantren Bitussalama memiliki fasilitas untuk meningkatkan kualitas serta daya tampung santri. Adapun fasilitas tersebut sebagai berikut :

- *Asrama putra dan putri (terpisah)*
Asrama putra terlihat baik dari segi estetika namun memiliki kekurangan ruangan untuk menampung para santri. Sedangkan asrama putrid masih terlihat kumuh dan tidak rapi.
- *Gedung SMAIT & SMPIT*
Gedung SMA masih tergabung dengan SMP di karenakan pondok pesantren Baitussalam belum memiliki gedung baru untuk menampung siswa SMAIT
- *Perpustakaan dan UKS*
Kondisi bangunan masih seadanya
- *Koperasi dan kantin*
Kondisi bangunan masih seadanya
- *Masjid*
Sudah cukup baik
- *Pondokan pengurus*
Pondokan pengurus terletak pada kompleks santri putri dan masih terlihat seadanya dan kumuh

Gudung SMAIT dan SMPIT masih menjadi satu bangunan serta untuk mengantisipasi kenaikan santri pada beberapa tahun kedepan maka diperlukan pengembangan boarding school dengan memanfaatkan lapangan yang kosong pada kawasan tersebut.

I.1.3 PEDULI LINGKUNGAN

Sikap peduli lingkungan dapat diwujudkan melalui berbagai upaya, salah satunya dengan menjaga dan menghemat energy. Sikap peduli lingkungan harus diterapkan pada kehidupan sehari-hari dimulai sejak usia dini. Untuk menerapkan sikap peduli lingkungan yang optimal, pada setiap sekolah hendaknya menerapkan peraturan kepada siswa dan siswinya untuk memiliki rasa peduli lingkungan dengan cara menghemat listrik, menjaga kebersihan, menanam pohon dll.

Menghemat energy juga merupakan suatu sikap yang menunjukkan peduli terhadap lingkungan. **Pada surat QS. Al-Isra ayat 26-27** yang memiliki makna untuk tidak bersikap boros dan mengajarkan untuk berhemat. Selain itu, **pada surat QS. Al- A'raf 56-58** mengandung makna untuk tidak melakukan kerusakan dan senantiasa menlaukan perbuatan baik. Dari ayat Al-qur'an tersebut mengajarkan kita untuk peduli terhadap lingkungan yaitu dengan menjaga dan melestarikan lingkungan sekitar.

Dari dinas PUP-ESDM DIY 2014, penggunaan energy seperti listrik, BBM dan LPG di Diy selalu mengalami kenaikan tiap tahunnya. Dengan kebutuhan penggunaan energy mencapai 7,9%.

Tahun	Kapasitas GI MVA	B.Puncak MW	Daya terjual GWh
2005	556	273	690.585
2006	556	268	674.134
2007	586	262	745.557
2008	616	275	770.293
2009	616	305	794.493
2010	616	320	819.785
2011	646	346	851.527
2012	646	355	891.764

tabel I.1 Peningkatan Penggunaan Listrik

(Sumber: dinas PUP-ESDM DIY, 2014)

Untuk merespon penggunaan listrik yang berlebihan, maka pada bangunan menerapkan pendekatan passive desain sebagai solusi.

I.2 RUMUSAN MASALAH

- Bagaimana merancang fasilitas Boarding School dengan menggunakan Konsep Konservasi & Efisiensi Energi untuk menekan penggunaan listrik pada bangunan?

I.3 TUJUAN

Merancang fasilitas Boarding School yang mampu mengurangi penggunaan energy listrik pada bangunan.

I.4 SASARAN

- Mampu merancang fasilitas Boarding School dengan penerapan konsep konservasi & efisiensi energy sebagai respon dari peduli lingkungan.
- Mendapatkan bentukan massa bangunan yang merespon kondisi kawasan Bokoharjo dengan konsep Konservasi & Efisiensi Energi.

I.5 METODE PERANCANGAN



Gambar I.3 Skema Metode Perancangan Boarding School

(Sumber: Penulis, 2017)

Langkah-langkah yang digunakan dalam perencanaan dan perancangan kawasan Bokoharjo melalui tiga tahap, yaitu:

1. Tahap Pengumpulan Data

- Studi literatur, yaitu tahap pengumpulan data melalui literatur yang berhubungan dengan kawasan pendidikan dan Boarding School.
- Observasi lapangan, data yang di dapat dari hasil observasi berupa dokumentasi dari objek lokasi, pengamatan potensi kawasan, kegiatan masyarakat sekitar dan peraturan-peraturan daerah dari pemerintah.

- Wawancara, mengajukan beberapa pertanyaan kepada masyarakat sekitar mengenai kondisi atau keadaan kawasan setempat.

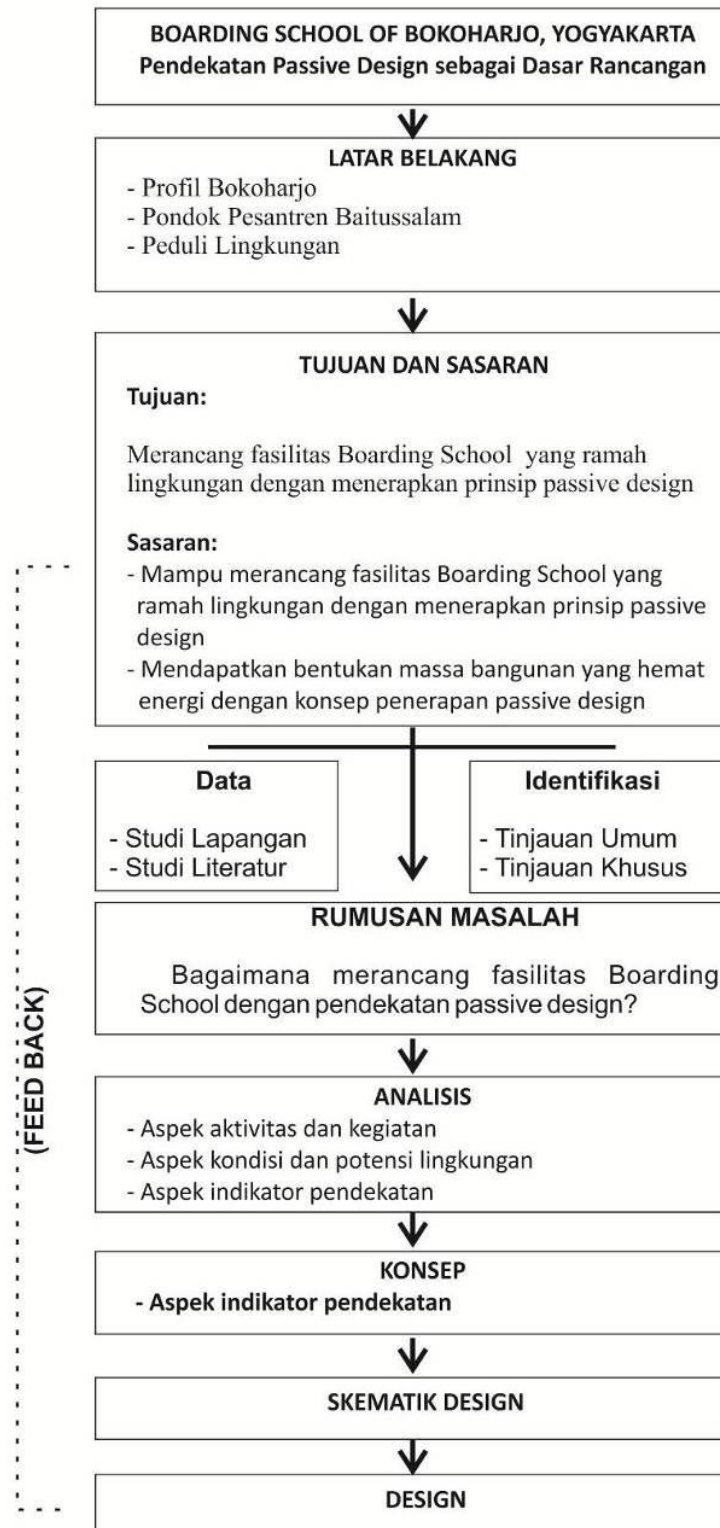
2. Tahap Analisis dan Sintesis

Pada tahap ini analisis dilakukan dengan cara comparison preseden dengan kajian teori untuk mendapatkan berbagai pertimbangan dalam merencanakan dan merancang kawasan.

3. Tahap Konsep Perancangan

Tahap ini merupakan hasil kesimpulan sintesis yang dikembangkan dalam konsep perancangan yang dilanjutkan dengan tahap perancangan dan penataan kawasan.

I.6 KERANGKA BERFIKIR



Gambar I.3 Diagram Premis Perancangan

(Sumber : Penulis, 2017)

I.7 KEASLIAN PENULISAN

Berikut adalah keaslian perancangan Proyek Tugas Akhir yang berjudul “Boarding School of Bokoharjo Yogyakarta pendekatan Passive design sebagai dasar rancangan”:

1. ITUS BOARDING SCHOOL KUNINGAN: PENATAAN BANGUNAN DAN PENCITRAAN KARAKTERISTIK ARSITEKTUR TRADISIONAL SUNDA SEBAGAI DASAR PERANCANGAN (Widya Eka Lestari, UII)
2. PONDOK PESANTREN MODERN DI BANTUL: PEMANFAATAN MATERIAL LOKAL DAN PENGOLAHAN PADA TATA RUANG LUAR UNTUK MENINGKATKAN INTERAKSI SOSIAL MASYARAKAT (Aga Ardiansyah, UII)
3. SURAKARTA INTERNATIONAL BOARDING SCHOOL (Yunan Yanuar P, UMS)
4. ISLAMIC BOARDING SCHOOL SEMARANG (Fadhlan Muhammad Hithah, UNDIP)
5. PERANCANGAN PONDOK PESANTREN TUNANETRA DI KABUPATEN MALANG: HYBERNATING UNTOUCHED (Nurlaili Mufidah, UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG)

I.8 REFERENSI

Lestari, Widya Eka.,2014,”Itus Boarding School Kuningan”, Penataan Bangunan dan Pencitraan Karakteristik Arsitektur Tradisional Sunda sebagai Dasar Perancangan, Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Ardiansyah, Aga,2012,” Pondok Pesantren Modern di Bantul”, Pemanfaatan Material Lokal dan Pengolahan pada Tata Ruang Luar untuk meningkatkan Interaksi Sosial Masyarakat, Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Yanuar P., Yunan,2008,” Surakarta Internationa Boarding School”, Tugas Akhir, Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur, Universitas Muhammadiyah Surakarta, <<http://eprints.ums.ac.id/1020/1/D300010055>

Al Zaytun. *Profil Al Zaytun*. Dipetik Agustus 23, 2017, dari <http://www.al-zaytun.sch.id#prettyPhoto>

Daar El Qolam. *Profil Sarana Prasarana*.Dipetik Agustus 23, 2017, dari <http://www.daarelqolam.ac.id/Pages/sarana-prasarana.aspx>

BAB II

DATA DAN KAJIAN

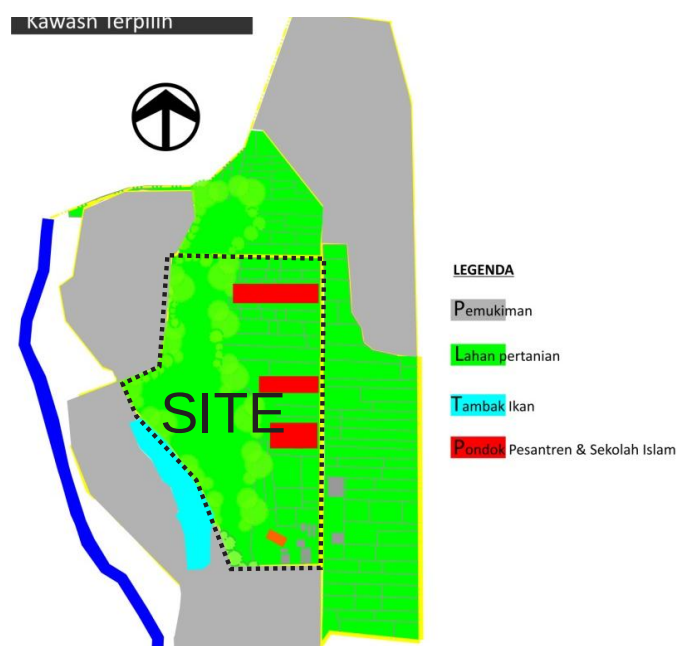
II.1 DATA SITE

II.1.1 Lokas Site Boarding School of Bokoharjo

Site Boarding School of Bokoharjo berada di kawasan Bokoharjo, kecamatan Prambanan, kabupaten Sleman. Fungsi awal site yaitu tanah persawahan dan area seolah Baitussalam Prambanan seluas 6.33 ha

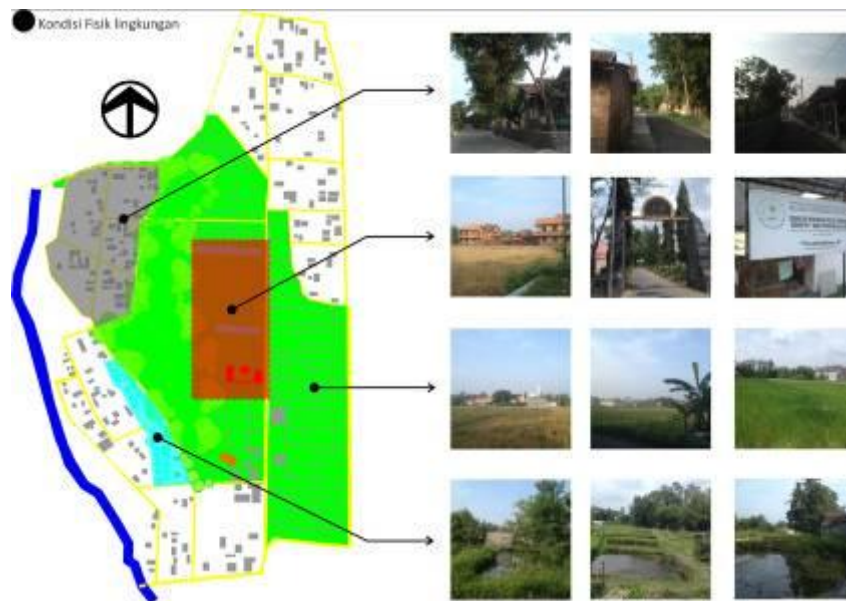
Pada kawasan ini merupakan kawasan zona cagar budaya yang memiliki kriteria dan kebijakan dalam mengolah kawasan tersebut. Bokoharjo sendiri termasuk pada zona 3 dalam zonasi cagar budaya dimana memiliki prinsip melestarikan lingkungan, memberdayakan masyarakat, mengjormati budaya lokal serta mewariskannya kepada generasi mendatang secara keberlanjutan.

Selain itu pada site ini memiliki kondisi existing berupa sekolahan Baitussalam, site ini juga berdampingan dengan area pemukiman penduduk, sawah dan juga beberapa tambak ikan milik warga setempat seperti berikut :



Gambar II.1 Lokasi site kawasan Bokoharjo

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2016)



Gambar II.2 Kondisi eksisting kawasan Bokoharjo

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2016)

Kelurahan Bokoharjo memiliki luas wilayah 54 km², dan berbatasan di bagian:

Utara : Kecamatan Kalasan

Timur : Kabupaten Klaten

Selatan : Desa Madurejo

Barat : Kecamatan Kalasan

Sedangkan kawasan Bokoharjo berbatasan dengan:

Utara : Permukiman dan lahan pertanian kelurahan Bokoharjo

Timur : Kabupaten Klaten

Selatan : Kawasan Cagar Budaya Candi Prambanan

Barat : Sungai Opak dan Kecamatan Kalasan

II.1.2 Kondisi Bentang Alam

Kawasan Bokoharjo merupakan kawasan yang memiliki daya dukung lingkungan seperti tanah yang subur, air yang mudah di dapat, dan bahan material bangunan seperti pasir dan batu yang mudah di dapat.

Di Kawasan ini dilalui oleh sungai Opak di bagian Barat. Penampang sungai sedikit dibelokkan kearah barat candi Prambanan yang bertujuan untuk menjaga stabilitas candi dan untuk mengurangi dampak erupsi Gunung Merapi. Dengan curah hujan cukup tinggi antara bulan Desember hingga bulan Maret per tahun.

II.1.3 Iklim dan Curah Hujan

Berdasarkan pantauan BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika) Yogyakarta yang terdapat pada Kabupaten sleman dalam Angka 2016, data rata-rata suhu udara, kelembaban, tekanan udara, kecepatan angin, arah angin curah hujan dan hari hujan dapat dilihat pada tabel berikut:

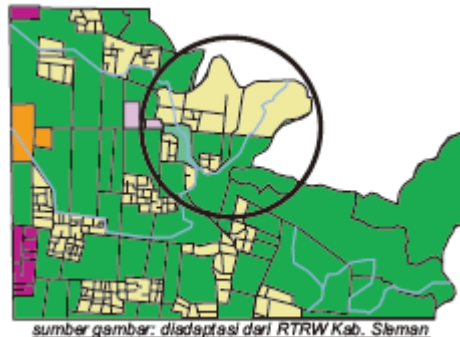
Tabel II.1 Rata-rata Suhu Udara, Kelembaban, Tekanan Udara, Kecepatan Angin, Arah Angin, Curah Hujan dan Hari Hujan di Wilayah Kabupaten Sleman pada tahun 2015

No	Uraian	Minimum	Maksimum
1.	Suhu udara	20	33,3
2.	Kelembaban Udara	48	97
3.	Rata-rata Tekanan Udara	996,3	1000,6
4.	Kecepatan Angin	0,1	5,4
5.	Arah Angin	Barat Daya	Selatan
6.	Curah Hujan	0	463
7.	Hari Hujan dalam sebulan	1	24

(Sumber: Kabupaten Sleman dalam Angka, 2016)

II.1.4 Fungsi Lahan

Berdasarkan **Rencana Tata Ruang Wilayah Sleman menurut perda nomor 12 tahun 2012**, Tata guna lahan di kecamatan Prambanan ialah sebagai kawasan penduduk, pariwisata, pertambangan, pertanian, hutan rakyat, cagar budaya dan kawasan pemukiman perkotaan.



sumber gambar: diadaptasi dari RTRW Kab. Sleman

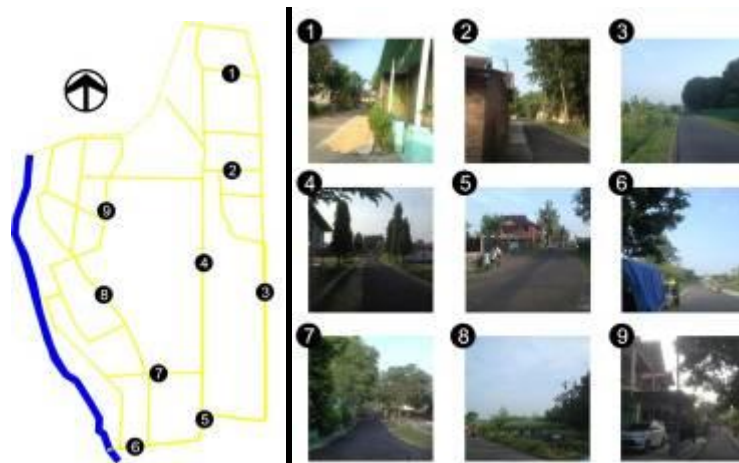
Gambar II.3 Peta RTRW Sleman

(Sumber: Rencana Tata Ruang Wilayah Sleman Menurut Perda No 12 Tahun 2012)

Berdasarkan data dari **BPCP** fungsi lahan pada zona 3 kawasan cagar budaya memiliki fungsi sebagai zona pengembangan yang dipergunakan sebagai tempat fasilitas umum.

II.1.5 Kondisi Prasarana Jalan di Kawasan Bokoharjo

Kondisi jalan di kawasan ini sudah beraspal dengan lebar kira-kira 3-6 meter dengan pola jalan tidak beraturan. Dibeberapa titik pada jalan yang memasuki area permukiman terdapat pergola (polisi tidur) yang bertujuan agar pengguna kendaraan mengurangi kecepatannya. Namun, semua jalan yang berada di kawasan Bokoharjo belum memiliki nama. Sedangkan kondisi lalu lintas di kawasan ini relatif tenang dan sepi dengan arus kendaraan dua arah.



Gambar II.4 Peta dan Foto Jalan yang ada di kawasan Bokoharjo

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2016)

Moda transportasi yang digunakan masyarakat sekitar adalah kendaraan pribadi seperti sepeda, sepeda motor, dan mobil pribadi. sedangkan untuk transportasi umum masyarakat biasanya menggunakan jasa ojek.

II.1.6 Kondisi Sosial-Ekonomi

Di desa Bokoharjo terdapat satu pasar yang digunakan sebagai tempat jual beli masyarakat sekitarnya. Dengan mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai petani dengan jumlah 6263 jiwa. Sedangkan jumlah pengangguran mencapai 335 jiwa serta Kepala keluarga (KK) miskin mencapai 526.

Sedangkan jumlah penduduk Bokoharjo, kecamatan Prambanan menurut pemeluk agama dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel II.2 Jumlah Penduduk Menurut Pemeluk Agama di Kecamatan Prambanan pada Tahun 2016 Semester II

Desa/Kelurahan	Islam	Kristen	Katolik	Hindu	Budha	Konghucu
Sumberharjo	14.478	52	116	0	0	1
Wukirharjo	2.690	3	0	0	0	1
Gayamharjo	3.673	16	907	1	0	1

Sambirejo	5.607	9	62	4	1	3
Madurejo	12.446	127	980	3	4	3
Bokoharjo	11.699	211	402	4	3	0

(Sumber: Data dari hasil konsolidasi dan pembersihan database Kependudukan oleh Ditjen Kependudukan dan Catatan Sipil Kemendagri, diolah bagian kependudukan biro tata pemerintahan Setda DIY, 2016)

Berdasarkan tabel diatas, di Desa Bokoharjo mayoritas penduduk memeluk agama Islam dengan jumlah 11.699 jiwa. Fasilitas masjid sebanyak 25 dan mushola sebanyak 23. Serta tidak terdapat tempat ibadah pemeluk agama lain.

II.1.7 PENDIDIKAN

Pendidikan menjadi salah satu sorotan, mengingat kota Yogyakarta sebagai kota pelajar. Pada kecamatan Prambanan hanya terdapat 1 sarana pendidikan negeri dengan tenaga pengajar sebanyak 98 orang dan siswa mencapai 575 orang. Selain negeri juga terdapat sarana pendidikan swasta yang berjumlah 3 sekolah dengan jumlah siswa mencapai 563 seperti tertera pada table berikut:

Tabel II.3 Banyaknya sekolah, kelas, guru dan murid SMP Negeri dan SMP swasta per kecamatan di kabupaten Sleman (Sumber: BPS Sleman, 2015)

Kabupaten	Sekolah/		Kelas/		Guru GT & GTT/Full Time & Part Time Teachers		Murid/	
	N/ Pub.	S/Priv.	N/ Pub.	S/Priv.	N/ Pub.	S/Priv.	N/ Pub.	S/Priv.
1. Moyudan	0	1	0	7	0	16	0	186
2. Minggir	1	1	12	3	27	11	359	20
3. Seyegan	1	0	21	0	49	0	671	0
4. Godean	1	0	18	0	45	0	540	0
5. Gamping	1	1	12	8	30	29	382	188
6. Mlati	1	3	12	12	28	58	376	269
7. Depok	1	5	20	57	46	151	577	1 382
8. Berbah	0	1	0	5	0	19	0	53
9. Prambanan	1	3	21	19	44	98	575	563
10. Kalasan	1	2	24	9	58	39	648	107
11. Ngemplak	1	2	12	15	29	44	373	316
12. Ngaglik	2	0	39	0	91	0	1 192	0
13. Sleman	2	2	32	9	76	45	929	123
14. Tempel	1	1	12	3	20	15	305	51
15. Turi	1	0	12	0	32	0	325	0
16. Pakem	1	3	15	19	32	60	473	192
17. Cangkringan	1	1	12	5	28	21	287	112
Jumlah/Total	17	26	274	171	635	606	8 012	3 562

(Sumber: BPS Sleman, 2015)

Selain itu, penduduk Bokoharjo yang tidak mengeyam pendidikan mencapai angka tertinggi ketiga pada kecamatan prambanan berbanding terbalik dengan jumlah angka penduduk yang mengenyam pendidikan SIII yang menjadi terbanyak diantara kawasan lainnya seperti pada table berikut:

Tabel II.4 Angka Jenjang Pendidikan

Desa /Kelurahan	Tidak Sekolah			Belum Tamat SD/MI			Tamat SD/MI			SMP/MTs			SMA/SMK/MA			Diploma III			Akademi/Optim III/S.Mud			Diploma IV/Strata I			Strata II			Strata III			TOTAL		
	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P	L	P	L+P
SUMBERHARJO	1.393	1.591	2.984	649	639	1.288	1.218	1.359	2.577	1.013	1.092	2.105	2.761	2.254	5.015	12	22	34	77	107	184	205	233	438	14	7	21	0	1	1	7.342	7.305	14.647
WUKIRHARJO	281	358	639	131	142	273	393	400	793	226	200	426	312	227	539	1	1	2	3	2	5	9	7	16	1	0	1	0	0	0	1.357	1.337	2.694
GAYAMHARJO	492	642	1.134	203	194	397	664	602	1.266	357	356	713	553	434	987	5	3	8	9	10	19	38	34	72	2	0	2	0	0	0	2.323	2.275	4.598
SAMBIREJO	657	786	1.443	290	292	582	743	673	1.416	463	464	927	690	559	1.249	4	4	8	8	12	20	17	20	37	3	1	4	0	0	0	2.875	2.811	5.686
MADUREJO	1.148	1.256	2.404	613	615	1.228	845	1.039	1.884	926	935	1.861	2.824	2.296	5.120	31	36	67	128	157	285	331	337	668	22	21	43	1	2	3	6.869	6.694	13.563
BOKOHARJO	935	1.167	2.102	537	524	1.061	651	876	1.527	813	831	1.644	2.518	2.070	4.588	31	46	77	155	186	341	459	444	903	51	20	71	4	1	5	6.154	6.165	12.319
Jumlah	4.906	5.800	10.706	2.423	2.406	4.829	4.514	4.949	9.463	3.798	3.878	7.676	9.658	7.840	17.498	84	112	196	380	474	854	1.059	1.075	2.134	93	49	142	5	4	9	26.920	26.587	53.507

(Sumber: kependudukan.jogjapro.go.id, 2016)

Sedangkan melalui hasil observasi yang dilakukan terhadap kawasan Bokoharjo, hanya terdapat SDIT dan SMPIT swasta yang dikelola oleh yayasan dengan siswa yang berasal dari berbagai daerah.

SD dan SMPIT yang terdapat pada kawasan Bokoharjo menjadi satu-satunya sekolahan pada kawasan tersebut dengan system pendidikan Pondokan (pesantren) dengan fasilitas asrama yang masih belum tertata seperti terlihat pada gambar dibawah berikut.



Gambar II.5 dan II.6 Pondokan santri dan santriwati SDIT-SMPIT kawasan Bokoharjo

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2016)

Pada gambar II.5 dan II.6 merupakan kondisi asrama pondokan S-SMPIT kawasan bokoharjo yang terlihat separuh jadi serta masih belum rapih.

II.2 Kajian *Boarding School*

II.2.1 Pengertian *Boarding School*

Boarding school adalah sistem sekolah dengan asrama, dimana peserta didik dan juga para guru dan pengelola sekolah tinggal di asrama yang berada dalam lingkungan sekolah dalam kurun waktu tertentu biasanya satu semester diselingi dengan berlibur satu bulan sampai menamatkan sekolahnya **(Arsy Karima Zahra, 2008: 145)**.

Boarding school yang baik terjaga dengan ketat agar tidak terkontaminasi dengan hal-hal yang tidak sesuai dengan sistem pendidikan asrama **(Arsy Karima Zahra, 2008:145)**

Menurut Dian Purnama (2010: 63-65) sistem pendidikan *boarding school* memiliki manfaat sebagai berikut:

- Belajar mandiri
- Belajar bertoleransi
- Hidup lebih teratur
- Makanan lebih terjamin
- Terdapat pendamping
- Lebih disiplin

II.2.2 Fungsi *Boarding School*

- Menyediakan fasilitas tempat tinggal bagi siswa selama menjalankan pendidikan
- Sebagai penunjang kegiatan pendidikan serta pembelajaran diciptakan suasana tempat tinggal
- Menyediakan lingkungan untuk interaksi sosial sesama santri
- Sebagai tempat untuk memperdalam ilmu keagamaan

(Tugas Akhir UII, Dede Mariance Edolin (05512069), 2009)

II.2.3 Klasifikasi *Boarding School*

Klasifikasi *boarding school* menurut jenisnya:

- a. Berdasarkan jenis siswa:
 - Junior Boarding School merupakan sekolah yang menerima murid dari tingkat SD hingga SMP, namun umumnya hanya tingkat SMP
 - Co-educational school adalah sekolah yang menerima siswa laki-laki dan perempuan
 - Boys school adalah sekolah yang hanya menerima siswa laki-laki
 - Pre-professional arts school merupakan sekolah khusus untuk seniman

- Special-need boarding school adalah sekolah untuk anak-anak yang bermasalah dengan sekolah biasa
- b. Berdasarkan sistem bermukim
 - All boarding school: semua siswa tinggal di asrama
 - Boarding day school: sebagian siswa tinggal di asrama dan sebagian lain tinggal di sekitar asrama
 - Day boarding: mayoritas siswa tidak tinggal diasrama walaupun sebagian ada yang tinggal di asrama

(Fadhlan M Hithah, Bambang Suyono, Siti Rukayah. Islamic Boarding School, Semarang)

II.2.4 Jenis Pesantren menurut standarisasi Departemen Agama

Dalam buku standarisasi pondok pesantren yang diterbitkan oleh **Departemen Agama (1984)**, jenis pesantren dibedakan menjadi:

- Tipe A
Terdapat asrama santri bersama kiai. Kurikulum dan cara mengaturnya sesuai otoritas kiai. Pembelajaran yang dilakukan secara perorangan/individual (tidak terdapat madrasah).
- Tipe B
Terdapat asrama bersama santri dan kiai. Dimana madrasah dengan kurikulum yang ditentukan Pengajaran dan kiai hanya stadium general pada waktu tertentu.
- Tipe C
Santri tinggal di pondok/asrama yang mempelajari agama. Santri belajar di sekolah umum/madrasah. Peran kiai adalah sebagai pelindung, pengawas, pembina mental, dan mengajarkan agama.
- Tipe D
Pesantren menyelenggarakan sistem pondok/asrama sekaligus sekolah/madrasah.

II.2.5 Hal-Hal yang harus diperhatikan dalam pesantren

Hal-Hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan sarana prasarana fisik dan tata letak bangunan dan perlengkapan pendidikan di pesantren, sebagai berikut:

- Faktor Keindahan, simetris dan harmonis

- Faktor Sirkulasi Udara, sinar matahari, sirkulasi air, pembagian dan bentuk-bentuk untuk kesehatan jiwa raga.
- Faktor macam Jenis, bentuk dan luas ruangan serta kelengkapan yang menunjang pendidikan
- Faktor data dan kelengkapan lapangan, balai pertemuan dan tempat ibadah

Hal lain yang perlu diperhatikan ialah mengenai fungsi ruang, jumlah pemakai, standar ruang gerak untuk melakukan aktifitas.

- a. Standar lokasi/lahan pondok pesantren adalah sebagai berikut:
 - Dalam kota: 1 hektar (70% untuk bangunan model bertingkat dan 30 % untuk pertamanan dan lapangan serba guna)
 - Pinggir Kota: 2,5 hektar (1 hektar untuk bangunan model bertingkat, 1,5 hektar untuk pertamanan dan cadangan perluasan pondok pesantren)
 - Pedesaan: 10-50 hektar (45 hektar untuk contoh pengembangan usaha sekaligus sumber logistik)
- b. Unit-unit bangunan/ruang yang terdapat pada pondok pesantren antara lain:
 1. Masjid
 2. Ruang kelas
 3. Asrama santri
 4. Lab multimedia dan lab komputer
 5. Lab fisika, biologi, kimia, bahasa
 6. Aula
 7. Lapangan basket dan futsal
 8. Perpustakaan
 9. Student center
 10. Studio musik dan broadcasting
 11. Koperasi sekolah
 12. Dapur
 13. Ruang makan
 14. Ruang tata usaha
 15. Ruang guru
 16. Ruang bimbingan konseling
 17. Ruang rapat

- 18. Guest house
- 19. Kantin
- 20. Perumahan guru
- 21. Laundry
- 22. Gor serbaguna

II.3 Kajian Tema

II.3.1 Kajian Efisiensi Energi

Berdasarkan kementrian ESDM yang di kutip oleh Ita Rohinah dan Hibatullah Hindami (2013), efisiensi energy dilakukan untuk menanggulangi penggunaan energy listrik yang mengalami peningkatan dari 110 MtCO₂e ditahun 2005 menjadi 745 MtCO₂e ditahun 2030 atau bertambah 2 kalilipat dalam 25 tahun.

Perancangan tanggap energy, menurut Worthington dalam Key Yeang yang dikutip oleh Ita Rohinah dan Hibatullah Hindami (2013), perancangan bangunan yang menggunakan dasar pendekatan efisiensi energy dapat dilakukan dengan berbagai system seperti pada tabel II.5

Tabel.II.5 kategori tingkat operasional Bangunan perancangan tanggap nergy

Tingkat 1	Sistem Pasif (<i>passive mode</i>)	Tingkat konsumsi energi paling rendah, tanpa ataupun minimal penggunaan peralatan ME (mekanikal elektrik) dari sumber daya yang tidak dapat diperbaharui (<i>non renewable resources</i>).	Arsitektur Bioklimatik (<i>Bioclimatic/Low Energy Architecture</i>) Berlandaskan pada pendekatan desain pasif dan minimum energi dengan memanfaatkan energi alam iklim setempat untuk menciptakan kondisi kenyamanan bagi penghuninya.
Tingkat 2	Sistem Hybrid (<i>mixed mode</i>)	Sebagian tergantung dari energi (<i>energy dependent</i>) atau sebagian dibantu dengan penggunaan ME.	Arsitektur Hemat Energi (<i>Energy-efficient Architecture</i>) Berlandaskan pada pemikiran "meminimalkan penggunaan energi tanpa membatasi atau merubah fungsi bangunan, kenyamanan maupun produktivitas penghuninya " dengan memanfaatkan sains dan teknologi mutakhir secara aktif.
Tingkat 3	Sistem Aktif (<i>active mode/full mode</i>)	Seluruhnya menggunakan peralatan ME yang bersumber dari energi yang tidak dapat diperbaharui (<i>energy dependent</i>).	Arsitektur Surya (<i>Solar Architecture</i>) Memanfaatkan energi surya baik secara langsung (radiasi cahaya dan termal), maupun secara tidak langsung (energi angin) kedalam bangunan, dimana elemen elemen ruang arsitektur (lantai,dinding,atap) secara integratif berfungsi sebagai sistim surya aktif ataupun sistim surya pasif.
Tingkat 4	Sistem Produktif (<i>productive mode</i>)	Sistem yang dapat mengadakan/membangkitkan energinya sendiri (<i>on-site energy</i>) dari sumber daya yang dapat diperbaharui (<i>renewable resources</i>) misalnya pada sistem sel surya (<i>fotovoltaik</i>) maupun kolektor surya (<i>termosiphoning</i>).	Arsitektur Hijau (<i>Green Architecture</i>) Berwawasan lingkungan dan berlandaskan kepedulian tentang konservasi lingkungan global alami dengan penekanan pada efisiensi energi (<i>energy-efficient</i>), pola berkelanjutan (<i>sustainable</i>) dan pendekatan holistik (<i>holistic approach</i>).

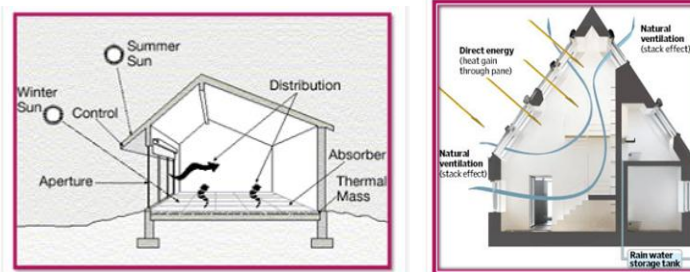
(Sumber: Ita Rohinah, Hibatullah Hindam, 2013)

pada Boarding School ini pendekatan efisiensi energy hanya melalui 2 system yaitu system pasif dan system produktif yaitu penggunaan sel surya untuk menghasilkan energy listrik pada bangunan.

II.3.1.1 Kajian *Passive Design*

Gerakan rumah pasif dimulai oleh Passivhaus di Jerman, dipelopori oleh Dr Wolfgang Feist pada tahun 1996. Desain pasif merupakan desain yang memanfaatkan iklim

hususnya matahari dan angin untuk menjaga suhu yang bangunan yang nyaman huni. Prinsip desain pasif juga ditentukan oleh tapak bangunan yaitu memposisikan bangunan yang terkena dan menghindari matahari, penanaman pohon atau pembuatan teritisan yang lebar. Penggunaan dan pemilihan material pada selubung dan atap bangunan yang dapat mengisolasi panas agar dapat menjaga suhu interior bangunan menjadi konsisten dan nyaman juga merupakan salah satu strategi dari passive design.



Gambar II.7 ilustrasi Desain Pasif

(Sumber: <http://seputardunia23.blogspot.co.id>)

II.3.1.1.1 Pencahayaan Alami (*Nature lighting*)

Dari kajianpustaka.com, Sistem pencahayaan dalam ruang dapat dibagi menjadi dua bagian berdasarkan sumber energi yang digunakan, yaitu sistem pencahayaan alami dan buatan. Kedua sistem ini memiliki karakteristik yang berbeda, dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Pencahayaan alami adalah sumber pencahayaan yang berasal dari sumber energy yang terbarukan (sinar matahari).

Sinar alami mempunyai banyak keuntungan, salah satunya adalah untuk menghemat penggunaan energi listrik. Untuk mendapatkan pencahayaan alami pada suatu ruang diperlukan jendela-jendela yang besar ataupun dinding kaca sekurang-kurangnya 1/6 dari pada luas lantai. Sumber pencahayaan alami memiliki kekurangan, diantaranya menghasilkan panas pada bangunan, cahaya yang bergantung pada factor cuaca dll. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan agar penggunaan sinar alami mendapat keuntungan, yaitu:

1. Variasi intensitas cahaya matahari.
2. Distribusi dari terangnya cahaya.
3. Efek dari lokasi, pemantulan cahaya.
4. Letak geografis dan kegunaan bangunan gedung.

Pencahayaan alami dalam sebuah bangunan akan mengurangi penggunaan cahaya buatan, sehingga dapat menghemat konsumsi energi dan mengurangi tingkat polusi. Tujuan digunakannya pencahayaan alami yaitu untuk menghasilkan cahaya berkualitas yang efisien dan menghemat penggunaan energy yang trus mengalami kenaikan setiap tahunnya.

Untuk memaksimalkan penggunaan cahaya alami, harus mengetahui sumber cahaya utama yang dapat dimanfaatkan seperti berikut :

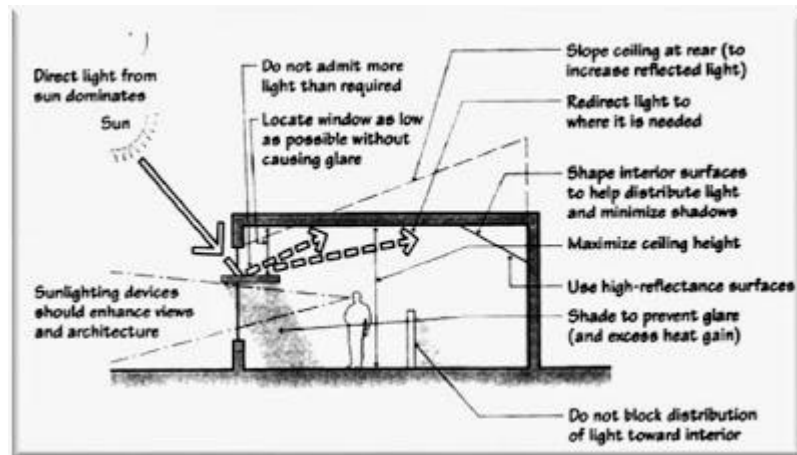
Sunlight, cahaya matahari langsung dan tingkat cahayanya tinggi.

Daylight, cahaya matahari yang sudah tersebar dilangit dan tingkat cahayanya rendah.

Reflected light, cahaya matahari yang sudah dipantulkan.

Berikut ini adalah lima strategi dalam merancang untuk pencahayaan matahari efektif (Egan & Olgyay, 1983):

1. **Naungan (shade)**, naungi bukan pada bangunan untuk mencegah silau (glare) dan panas yang berlebihan karena terkena cahaya langsung.
2. **Pengalihan (redirect)**, alihkan dan arahkan cahaya matahari ketempat-tempat yang diperlukan. Pembagian cahaya yang cukup dan sesuai dengan kebutuhan adalah inti dari pencahayaan yang baik.
3. **Pengendalian (control)**, kendalikan jumlah cahaya yang masuk kedalam runag sesuai dengan kebutuhan dan pada waktu yang diinginkan. Jangan terlalu banyak memasukkan cahaya ke dalam ruang, terkecuali jika kondisi untuk visual tidaklah penting atau ruangan tersebut memang membutuhkan kelebihan suhu dan cahaya tersebut (contoh : rumah kaca).
4. **Efisiensi**, gunakan cahaya secara efisien, denag membentuk ruang dalam sedemikian rupa sehingga terintegrasi dengan pencahayaan dan menggunakan material yang dapat disalurkan dengan lebih baik dan dapat mengurangi jumlah cahaya masuk yang diperlukan.
5. **Intefrasi**, integrasikan bentuk pencahayaan dengan arsitektur bangunan tersebut. Karena jika bukan untuk masuk cahaya matahari tidak mengisi sebuah peranan dalam arsitektur bangunan tersebut, nukan itu cenderung akan ditutupi dengan tirai atau penutup lainnya dan akan kehilangan fungsinya.



Gambar II.8 Sistem Pencahayaan Alami

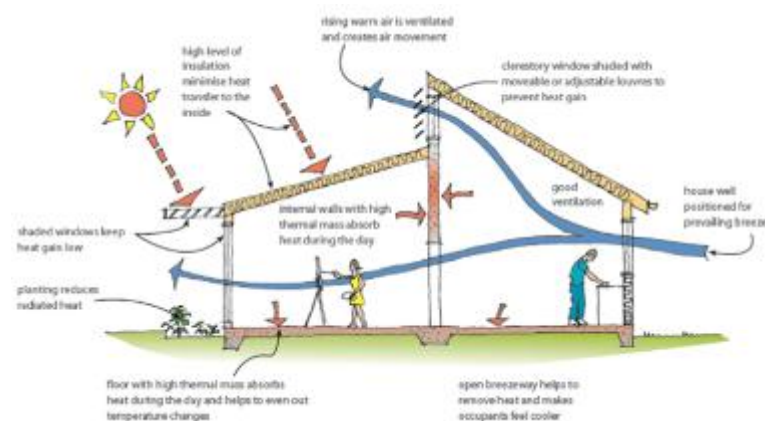
(Sumber: kajian pustaka.com)

II.3.1.1.2 Pendingin Pasif (*Passive Cooling*)

Indonesia yang merupakan wilayah tropis yang memiliki perbedaan suhu siang dan malam yang tidak signifikan, hal ini membuat kondisi penghawaan bangunan menjadi kurang nyaman dan cenderung panas. Sehingga untuk menanggulangi hal tersebut penggunaan AC (*Air Conditioning*) menjadi solusi jangka pendek. Penggunaan AC bukan merupakan solusi yang baik dikarenakan efek atau dampak dari penggunaan tersebut tidak ramah terhadap lingkungan dan memerlukan banyak energy yang terbuang.

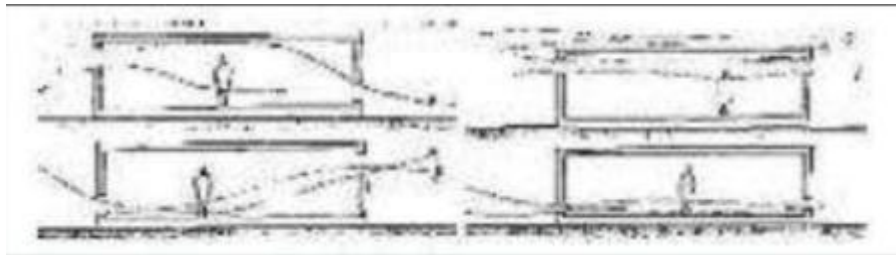
Pendingin pasif menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut, dimana prinsip kerjanya yang mengalirkan energi (radiasi, konveksi, konduksi) secara alami dengan menyeimbangkan suhu dan kelembaban tanpa menggunakan alat listrik. Pendingin pasif dapat dicapai dengan cara sebagai berikut:

1. Ventilation



Gambar II.9 Ventilasi pada bangunan

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)



Gambar II.10 Pengaruh lokasi bukaan terhadap pola aliran udara dalam ruang

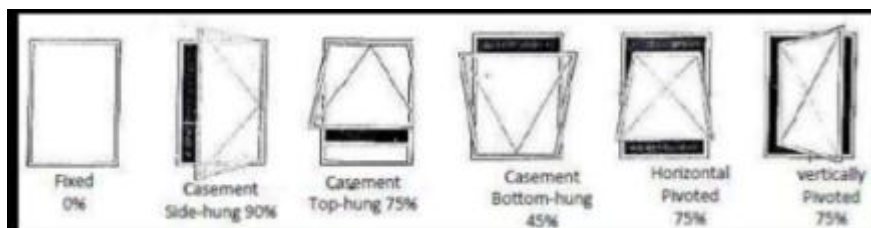
(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)

Bukaan berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam ruangan dan mengurangi tingkat kelembaban dalam ruangan. Bukaan yang baik harus mengalami cross ventilation sehingga udara dapat masuk dan keluar ruangan.



Gambar II.11 Pengaruh perletakan dan orientasi bukaan terhadap angin

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)

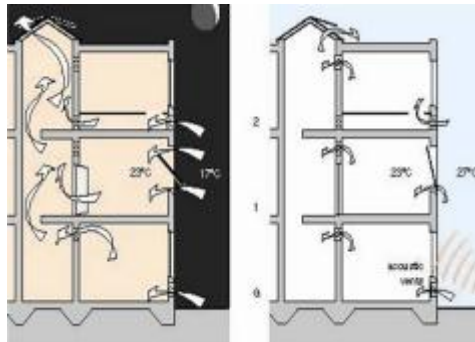


Gambar II.12 Tipe yang berbeda akan memberikan sudut pengaruh yang berbeda dalam menentukan arah gerak udara dalam ruang

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)

Membuat dan menyediakan ventilasi pada bangunan dengan sistem cross ventilation untuk menghasilkan kenyamanan termal terutama di siang hari.

2. Night Ventilation



Gambar II.13 Skema Night Ventilation

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)

Night ventilation adalah suatu strategi pendingin pasif yang memanfaatkan udara malam hari untuk mendinginkan struktur bangunan sehingga dapat menyerap panas di siang hari dan mengurangi kenaikan suhu pada siang hari. *Night ventilation* dapat di dorong menggunakan kekuatan alam yaitu angin. Namun memungkinkan jika menggunakan kipas tambahan, baik menggunakan aliran udara yang cukup saat tidak ada angin.

3. Solar Shading

Menghalangi radiasi matahari agar suhu dalam bangunan tidak panas. Terdapat berbagai jenis solar shading seperti menggunakan penutup, atap, tanaman, dan tekstur permukaan.

Gambar Penutup	Keterangan Nama	Orientasi yang Terbaik	Komentar
I	Overhang Panel horizontal	Selatan, Barat, Timur	Menangkap udara panas Dapat dibebani oleh salju dan angin
II	Overhang Louvers horizontal pada bidang horizontal	Selatan, Barat, Timur	Pergeseran udara bebas Dengan salju atau angin kecil Berskala kecil Pilihan terbaik untuk dibebani
III	Overhang Louvers horizontal pada bidang vertikal	Selatan, Barat, Timur	Menangkap udara panas Overhang Pandangan terbatas Juga tersedia dengan louvers miniatur
IV	Overhang Panel vertikal	Selatan, Barat, Timur	Pergeseran udara bebas Tanpa beban salju Pandangan terbatas
V	Strip vertikal	Barat, Timur, Utara	Menghalangi pemandangan Hanya untuk fasade bagian utara pada iklim panas
VI	Strip vertikal miring	Barat, Timur	Miring ke arah utara Sangat membatasi pemandangan
VI	Eggcrate	Barat, Timur	Untuk iklim yang sangat panas Pemandangan sangat terbatas Menangkap udara panas
VI	Eggcrate dengan strip miring	Barat, Timur	Miring ke arah utara Pemandangan sangat terbatas Menangkap udara panas Untuk iklim sangat panas

Dari buku *Architectural Graphic Standards*, edisi ke-8, John R. Hoke, ed Wiley, 1998

Gambar II.14 Jenis-jenis solar shading

(Sumber: bendel Rekayasa Bangunan Thermal, Etik Mufida, 2013)

4. Vegetasi

Menggunakan tanaman adalah cara yang lebih baik dan murah. Tanaman yang dapat menghasilkan oksigen dapat membuat udara sejuk serta dapat mengurangi pemanasan karena cahaya matahari. Selain itu, perletakan vegetasi dapat mengurangi radiasi panas matahari ke bangunan. Semakin jauh jarak pohon ke bangunan maka pergerakan udara yang tercipta di dalam bangunan akan lebih baik.



Gambar II.15 Jarak pohon terhadap bangunan dan pengaruhnya terhadap ventilasi alami

(Sumber: <http://1.bp.blogspot.com>)

5. Insulation

Isolasi dimaksudkan untuk menjaga ruangan dari masuknya panas atau keluarnya panas. Isolasi dipasang antara dinding interior dengan eksterior agar transfer dari dalam dan luar bangunan sedikit.

6. Evaporative Cooling

Pendingin pasif dengan teknik menggunakan udara luar didinginkan dengan menguapkan air sebelum memasuki bangunan. Cara kerjanya: Udara panas dialirkan melewati air dimana air akan menyerap panas sehingga suhu udara menjadi lebih dingin. Air yang digunakan dapat berupa kolam atau bisa juga disemprotkan ke udara.

II.3.1.2 Energi terbarukan

II.3.1.2.1 Energi Surya

Menurut Tri Hesti Mulyani 2005, pada prinsipnya energy yang tersedia adalah energy surya yang diperoleh dari panas matahari. Intensitas radiasi matahari disebabkan oleh keadaan dalam atmosfer dan kondisi setempat yang berbeda meskipun berada pada garis lintang dan ketinggian yang sama, serta dipengaruhi oleh bermacam-macam pemantulan, absorbs dan disperse (penyebaran) radiasi.

Intensitas radiasi panas matahari dipengaruhi oleh cuaca dan iklim.

Intensitas radiasi panas matahari menurut Uli Schäfer dalam majalah Bauen+Wohnen 7-8/1977

cuaca	cerah langit biru	langit berkabut	matahari menembus	matahari sbg. cakra kuning	matahari sbg. cakra putih	matahari dapat diduga	keadaan langit mendung
rad.global	1000 W/m ²	1000 W/m ²	600 W/m ²	450 W/m ²	300 W/m ²	200 W/m ²	100 W/m ²
rad. kabut	10 %	20%	30%	50%	70%	100%	100%

Gambar II.16 Intensitas radiasi panas matahari bersih

(Sumber: Mulyani Tri Hesti,2005)

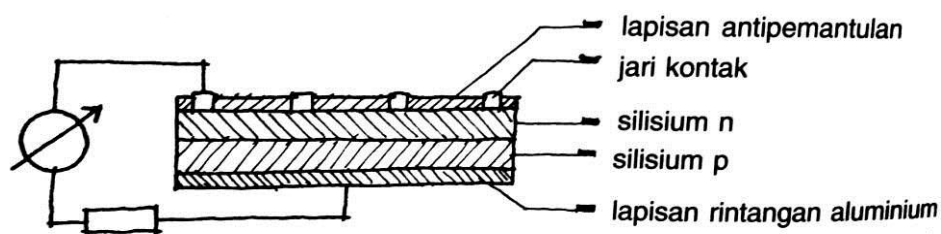
Dalam intensitas radiasi matahari, perlu diperhatikan lamanya penyinaran perhari dan keadaan iklim. Pada keadaan berkabut, energy panas matahari tidak dapat diperoleh maksimal hanya sekita 80% dari 1000W/m².

Energy surya dibatasi pada radiasi matahari yang bagian cahayanya dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik.

1 Radiasi Cahaya Matahari

Sel surya menggunakan radiasi dari cahaya matahari untuk memebangkitkan listrik.

Menurut Heinz Frik dalam Tri Hesti Mulyani (2005), sel surya terdiri dari dua lapisan pengantar tanggung (semiconductor) dari bahan silisium yang tipis sehingga cahaya dapat masuk. Dala lapisan silisium n terkandung electron negative lebih banyak sedangkan dalam lapisan silisium p terkandung kuran atau satu elektro positif. Perbedaan muatan electron dalam lapisan tersebut dapat menghasilkan energy listrik yang hanya mengalir jika radiasi cahaya memungkinkan pengaliran electron.



Gambar II.16 Pembangunan sel suya

(Sumber: Mulyani Tri Hesti,2005)

Sel surya biasanya disambung di atas pelat kaca. Karena matahari tidak dapat bersinar terus meneur maka membutuhkan penampung listrik.

Secara ekologis, sel surya dapat meghasilkan cukup listrik untuk menutup kebutuhan energy produksinya dalam tempo 10 tahun.

II.4 PRESEDEN

II.4.1 PRESEDEN BOARDING SCHOOL

II.4.1.1 AL-ZAYTUN, YAYASAN PESANTREN INDONESIA

Al-Zaytun didirikan di blok Sandrem, Desa Mekarjaya, Kecamatan Gantar, kabupaten Indramayu, Jawa Barat. Al Zaytun yang bergabung dalam sebuah yayasan di bangun oleh bangsa Indonesia pada tanggal 1 Juni 1993. Al Zaitun merupakan milik umat Indonesia dan umat bangsa lain di dunia yang timbul, oleh dan diperuntukkan bagi umat, dimana pembukaan pembelajaran dan peresmian dilakukan pada tahun 1999.



Gambar II.16 Masjid yang berada di dalam kawasan pondok pesantren Al-Zaytun

(Sumber: www.al-zaytun.sch.id)

Al Zaytun memiliki motto “Al Zaytun Pusat Pendidikan Pengembangan Budaya Toleransi dan Perdamaian” untuk memperbaiki kualitas pendidikan umat. Sistem pendidikan yang diterapkan disebut one pipe education system, mulai dari level dasar (*elementary*) hingga level tertinggi (*doctoral*) dengan sistem yang terpadu yang mengkombinasikan kereligiusan, *science technology, agriculture, sports, arts, culture* dan *information technology*.



Gambar II.17 dan II.18 Masjid yang berada di dalam kawasan pondok pesantren Al-Zaytun

(Sumber: www.al-zaytun.sch.id)

Al Zaytun memiliki luas area 200 hektar yang digunakan untuk pembelajaran meliputi gedung pembelajaran, asrama putra dan putri, masjid, sarana olahraga yang lengkap dan sarana pendukung kegiatan pendidikan.

II.4.1.2 PESANTREN DAAR EL-QOLAM



Gambar II.19 Kawasan Pesantren Daar El-Qolam

(Sumber: www.daarelqolam.ac.id)

Pondok pesantren Daar-El-Qolam terletak di Jalan Raya Serang km.36, Desa Pasir Gintung, Kecamatan Jayanti, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten. Pondok pesantren Daar-El-Qolam didirikan di area tanah seluas 42 hektar, dengan fasilitas dan sarana prasarana pendidikan dan pembelajaran secara fisik meliputi ruang kelas, asrama putra, asrama putri, 2 laboratorium fisika, perumahan guru, laboratorium (kimia, fisika, biologi, bahasa, komputer), 2 perpustakaan, multimedia, 3 ruang pertemuan, 24 wisma tamu, Lapangan (bola voli, bola basket, sepak bola, badminton, tenis meja, futsal), warung telekomunikasi 5 unit.



Gambar II.20 dan II.21 Masjid dan Gedung Pembelajaran di Kawasan Pesantren Daar El-Qolam

(Sumber: www.daarelqolam.ac.id)

II.4.1.3 PONDOK PESANTREN PABELAN

Pondok Pesantren Pabelan berada di bawah naungan Yayasan Wakaf Pondok Pabelan yang terletak di Desa Pabelan, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang, Jawa

Tengah. Didirikan oleh K.H. Hamam Dja'far pada tanggal 28 Agustus 1965, Pondok Pesantren Pabelan terletak di Desa Pabelan, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah.

Pondok Pesantren Pabelan menyelenggarakan pendidikan untuk santri putra dan putri selama 6 tahun bagi lulusan Sekolah Dasar (SD) atau Madrasah Ibtidaiyah (MI), dan 4 tahun bagi lulusan Sekolah Menengah Pertama (SMP) atau Madrasah Tsanawiyah (MTs). Pendidikan formal yang digunakan adalah Kulliyatul Mu'allimien al-Islamiyah (KMI), yang sudah disetarakan dengan SMU berdasarkan SK Mendiknas. Di Pondok Pesantren Pabelan, para santri akan secara otomatis juga mengikuti program pendidikan Madrasah Tsanawiyah (MTs) dan Madrasah Aliyah (MA).

Selain itu, Pondok Pesantren Pabelan juga menyelenggarakan Kelas Takhassus (selama 1 tahun), bagi para santri yang berasal dari SMP atau berkeinginan memperdalam pengetahuan agama, sebagai persiapan masuk kelas 4 KMI atau setara dengan Kelas 1 Madrasah Aliyah.

Para santri tinggal dalam satu kompleks selama 24 jam, di bawah koordinasi pengurus Organisasi Pelajar Pondok Pabelan (OPPP), yang berada di bawah pengawasan dan bimbingan langsung para pimpinan (kiai). Para Pengurus merupakan santri kelas 5 dan 6 yang bertugas selama 1 tahun untuk melaksanakan kebijakan pimpinan pondok. Organisasi ini dimaksudkan untuk melatih santri dalam rangka pemahaman diri terhadap tanggung jawab, kejujuran, disiplin, cakap, dan kreatif sehingga membentuk jati diri yang kokoh

Pondok Pesantren Pabelan meraih berbagai prestasi diantaranya:

1. Penghargaan Aga Khan untuk Arsitektur atau Aga Khan Award for Architecture (AKAA) pada tahun 1980 yang diserahkan langsung oleh Presiden Pakistan Ziaul Haq langsung kepada K.H Hamam Dja'far. Ditujukan untuk menandai dan menghargai konsep arsitektural yang berhasil menjawab keperluan dan aspirasi masyarakat yang Islami dalam jalur rancangan kontemporer, pemukiman, pengembangan dan peningkatan lingkungan, restorasi, konservasi area, termasuk juga arsitektur lansekap dan pengembangan lingkungan.

2.Kalpataru, Penyelamat Lingkungan Penghargaan ini diberikan oleh pemerintah RI karena keberhasilan Pondok Pabelan dalam menjaga dan melestraikan lingkungan hidup dan diserahkan oleh Menteri Lingkungan Hidup saat itu yaitu Prof. Emil Salim

Guna menunjang kegiatan santri, Pondok Pesantren Pabelan menyediakan fasilitas:

- Masjid



Gambar II.22 Masjid Pondok Pesantren Pabelan, Magelang

(sumber: <http://pabelan.or.id/fasilitas/>)

- Gedung Sekolah



Gambar II.23 Gedung Sekolah dan lingkungan Pondok Pesantren Pabelan, Magelang

(sumber: <http://pabelan.or.id/fasilitas/>)

- Gedung Sekolah
- Perpustakaan



Gambar II.24 Perpustakaan Pondok Pesantren Pabelan, Magelang

(sumber: <http://pabelan.or.id/fasilitas/>)

- Laboratorium Komputer
- Laboratorium Bahasa
- Laboratorium Tata Busana
- Laboratorium IPA
- Koperasi
- Kantin



Gambar II.25 Kantin Pondok Pesantren Pabelan, Magelang

(sumber: <http://pabelan.or.id/fasilitas/>)

- Balai Kesehatan
- Sarana Olahraga
- Studio Musik
- Dapur Umum

II.4.2 PRESEDEN PASSIVE DESIGN

II.4.2.1 KAMPUS ATMI (AKADEMI TEKNIK MESIN INDUSTRI) CIKARANG



Gambar II.26 Kampus ATMI Cikarang

(Sumber: <http://atmicikarang.ac.id/identitas-atmi.php>)

Gedung Kampus ATMI (Akademi Teknik Mesin Industri) Cikarang berlantai empat dengan luas 3672 m². Gedung ini dibangun oleh PT Urbane Indonesia yang memenangkan kompetisi arsitektur tingkat nasional yang diselenggarakan Holcim Building Solution. Konsep bangunan ini adalah passive cooling (pendinginan pasif) untuk mengurangi konsumsi energi.

Pengaplikasian konsep passive cooling pada bangunan, diantaranya:

- Bentuk bangunan mengikuti arah gerak matahari dan memaksimalkan sirkulasi udara alami.
- Menggunakan tanaman rambat yang mengelilingi sisi luar koridor yang berguna untuk mencegah panas matahari langsung masuk ke dalam bangunan tanpa menghalangi penerang alami



Gambar II.27 Tanaman Rambat yang mengelilingi sisi luar koridor

(Sumber: <http://www.housing-estate.com>)

- c. Bentuk atap bangunan di desain seperti sayap kupu-kupu yang berfungsi untuk menangkap air hujan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air dan cadangan air dalam bangunan.
- d. Sistem penghawaan alami dimaksimalkan dengan meletakkan tangga utama dan core lift di bagian tengah bangunan. Area ini dibiarkan tanpa dinding untuk ventilasi alami.
- e. Penggunaan kaca double glass dan lapisan insulasi dari foam dan gypsum pada sisi dalam dinding bangunan yang bertujuan untuk menginsulasi panas dari luar yang dapat masuk ke dalam bangunan.
- f. Bangunan ini juga menerapkan system pendinginan radiant cooling thermal dimana lantai beton diisi dengan pipa berisi air yang didinginkan di chiller untuk menstabilkan suhu struktur bangunan. Untuk ruang perkuliahan, laboratorium, kantor administrasi yang dilengkapi dengan chilled water temp dengan suhu 16-19°C yang dioperasikan secara otomatis dengan cara memasang sensor yang diletakkan di setiap ruang.



Gambar II.28 Interior bangunan, suhu ruang perkuliahan dijaga antara 16-19 derajat celcius

(Sumber: <http://www.housing-estate.com>)

- g. Penghematan energy lainnya diterapkan melalui penggunaan lampu LED dan pemasangan panel surya.

II.4.2.2 GEDUNG ACROS (ASIAN CROSS ROADS OVER THE SEA)

Gedung ACROS (Asian Crossroads Over The Sea) mempunyai ketinggian ± 60 meter berada di kota Fukuoka, Jepang yang dibuka pada bulan April 1995. Gedung ini memiliki teras taman yang luas sekitar 35.000 tanaman yang terdiri dari 115 jenis tanaman. Bagian atap didesain menyerupai terasering dimana disetiap tingkatan atap terdapat taman.



Gambar II.29 dan II.30 Fasad bangunan ACROS

(Sumber: <http://martinasarmauli.blogspot.co.id>)

Penerapan terasiring dengan tanaman bertujuan untuk mereduksi energy yang dapat menjaga suhu dalam bangunan tetap nyaman termal. Selain itu, system roof garden juga dapat digunakan untuk penahan angin pada tiap-tiap lantai. Atap hijau juga dapat menyerap air hujan dan mendukung ekosistem didalamnya. Gedung ini dinilai berhasil dan banyak dimanfaatkan orang untuk melakukan aktivitas olahraga dan istirahat.



Gambar II.31 dan II.32 Terasiring atap bangunan ACROS

(Sumber: <http://martinasarmauli.blogspot.co.id>)

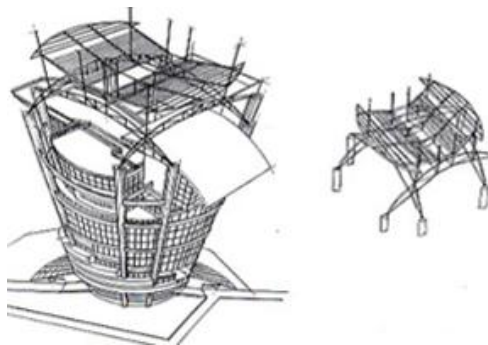
II.4.2.3 MENARA MESINIAGA TOWER SUBANG JAYA MALAYSIA



Gambar II.33 Gedung Mesiniaga Tower Subang Jaya Malaysia

(Sumber: <http://veronicasekar14.blogspot.co.id>)

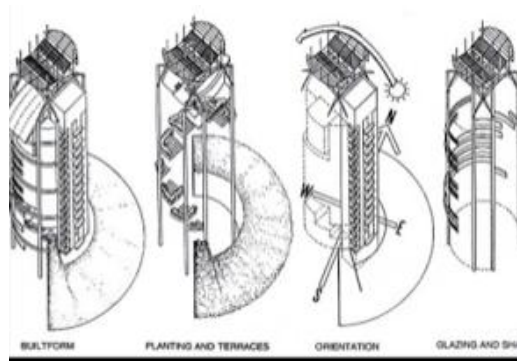
Menara Mesiniaga berada di Negara Malaysia yang berkonsep bioklimatik di iklim tropis. Energi matahari dimanfaatkan pada bangunan ini untuk menghemat pada beberapa komponen bangunan. Iklim tropis memiliki cahaya matahari yang menerangi sepanjang 12 jam. Teknik yang digunakan untuk mengatur seberapa banyak pancahayaan yang masuk yaitu dengan penggunaan sun shading.



Gambar II.34 Sketsa Gedung Mesiniaga Tower Subang Jaya Malaysia

(Sumber: <http://veronicasekar14.blogspot.co.id>)

Selain itu, pengolahan landscape berupa taman berbentuk spiral yang melilit dari bawah sampai atas bangunan berfungsi sebagai pendingin evaporatif supaya tercipta kenyamanan termal.



Gambar II.35 Gedung Mesiniaga Tower Subang Jaya Malaysia

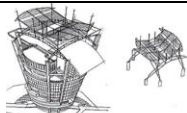
(Sumber: <http://veronicasekar14.blogspot.co.id>)

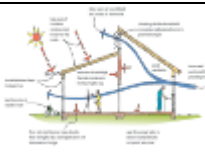
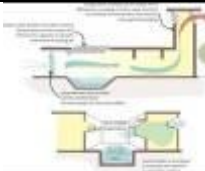
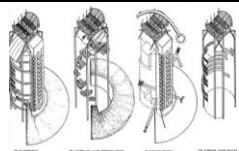
Strategi pengaplikasian vegetasi pada landscape, selain menyediakan pembayangan terhadap area-area bagian dalam dan dinding bagian diluar, juga akan meminimalkan pemantulan panas dan sinar matahari. Hal ini dapat meningkatkan iklim mikro pada bangunan dan dapat menyerap polusi karbondioksida dan monoksida pada bangunan.

II.5 KESIMPULAN KAJIAN PUSTAKA

Bagian ini merupakan kesimpulan dari kajian pustaka tentang Boarding School dan Passive Design yang berisikan indikator, variable serta tolak ukur untuk mengetahui gambaran awal perencanaan.

II.5.1 Tabel Indikator, vareiable, tolak ukur dan presedent serta kesimpulan Passive Cooling

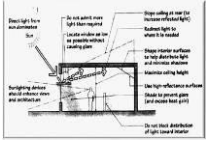
INDIKATOR	VARIABEL	TOLAK UKUR	KAMPUS ATMI (AKADEMI TEKNIK MESIN INDUSTRI) CIKARANG	GEDUNG ACROS (ASIAN CROSS ROADS OVER THE SEA)	MENARA MESINIAGA TOWER SUBANG JAYA MALAYSIA
PASSIVE COOLING	BUKAAN	Kecepatan angin dalam ruang 2m/s In-let lebih kecil dari out-let untuk menambah kecepatan angin Ventilasi minimal 5% dari luas	Sistem penghawaan alami dimaksimalkan dengan meletakkan tangga utama dan core lift di bagian tengah bangunan. Area ini dibiarkan tanpa dinding untuk	 Bukaan berupa ventilasi yang berfungsi sebagai sirkulasi udara.	 Bukaan tipikal dari dasar hingga asar bangunan sebagai sirkulasi udara.

		ruangan.	ventilasi alami.		
CROSS VENTILATION	 <p>Posisi out-let diletakan lebih tinggi dibandingkan In-let</p> <p>Tataan ruang harus di seling untuk memberikan celah angin</p>	Tidak menggunakan system croos ventilation. Namun menggunakan radiant cooling	 <p>Cros ventilation terdapat pada selubung bangunana bagian atas.</p>	Bangunan yang berbentuk dinamis memungkinkan mendapatkan udara yang merata.	
EVAPORATIVE COOLING	 <p>Menggunakan kolam atau media air untuk menghasilkan hawa yang sejuk</p>	Tidak menggunakan evaporative sebagai penddingin bangunan. Namun, menggunakan kaca double glass dan lapisan insulasi dari foam dan gypsum pada sisi dalam dinding bangunan yang bertujuan untuk menginsulasi panas	Tidak menggunakan evaporative cooling sebagai pendingin bangunan.	 <p>pengolahan landscape berupa taman berbentuk spiral yang melilit dari bawah sampai atas bangunan berfungsi sebagai pendingin vaporatif</p>	
VEGETASI	 <p>Jarak vegetasi antara bangunan mencapai 9 meter agar tidak terjadi wind shadow</p> <p>Jenis vegetasi</p>	Mengunakan tanaman rambat yang mengelilingi sisi luar koridor yang berguna untuk mencegah panas matahari langsung masuk ke dalam bangunan tanpa menghalangi penerang alami.	 <p>Penggunaan vegetasi diberikan pada bagian atap bangunan yang bertujuan untuk menghambat panas masuk kedalam</p>	Vegetasi terletak pada landscape bangunan.	

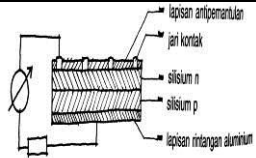
		yang daun dan ranting sebagian besar diatas puhon baik untuk menghalang cahaya matahari langsung dan mengarahkan angin ke dalam ruangan		bangunan.	
	SOLAR SHADING		Menggunakan solar shade yang di berikan tanaman rambat.	Solar shade disini menggunakan vegetasi yang merambat.	Sun shading diterapkan untuk mendapatkan pembayangan dan menghalangi sinar matahari langsung
KESIMPULAN	Penggunaan pssive cooling system sedah diterapkan sudah di terapkan dengan baik dan memiliki variable yang sesuai dengan keadaan situasi dari lokasi bangunan masing-masing.				

II.5.2 Tabel Indikator, vareiablel, tolak ukur dan presedent serta kesimpulan Natural Lighting

INDIKATOR	VARIABEL	TOLAK UKUR	KAMPUS ATMI (AKADEMI TEKNIK MESIN INDUSTRI) CIKARANG	GEDUNG ACROS (ASIAN CROSS ROADS OVER THE SEA)	MENARA MESINIAGA TOWER SUBANG JAYA MALAYSIA
NATURAL LIGHTING	BUKAAN	Bukaan minimal 1/6 dari luas lantai pada ruangan. (kajian pustaka.com)	Bukaan bangnana menggunakan kaca double glass dan lapisan insulasi dari foam dan gypsum pada sisi dalam dinding bangunan	Bukaan berupa ventilasi yang berfungsi sebagai sirkulasi udara dan di berikan vegetasi untuk merelektivitaskan	Bukaan tipikal dari dasar hingga asar bangunan sebagai sirkulasi udara dan masuknya cahaya matahari.

			yang bertujuan untuk menginsulasi panas	cahaya masuk ke bangunan melalui ventilasi.	
	SHADE	 <p>Penggunaan shade untuk mencegah sinar matahari langsung masuk kedalam ruangan</p>	Menggunakan solar shade yang di berikan tanaman rambat.	Solar shade disini menggunakan vegetasi yang merambat.	Sun shading diterapkan untuk mendapatkan pembayangan dan menghalangi sinar matahari langsung
KESIMPULAN	Pada setiap bangunan boarding sedah menerapkan penggunaan bukaan dan shade untuk merespon pencahayaan alami.				

II.5.2 Tabel Indikator, vareiable, tolak ukur dan presedent serta kesimpulan Energi Surya

INDIKATOR	VARIABEL	TOLAK UKUR	KAMPUS ATMI (AKADEMI TEKNIK MESIN INDUSTRI) CIKARANG	GEDUNG ACROS (ASIAN CROSS ROADS OVER THE SEA)	MENARA MESINIAGA TOWER SUBANG JAYA MALAYSIA
ENERGI SURYA	FOTO VOLTEK		 <p>Penghematan energi</p>	 <p>Penghematan energy pada</p>	 <p>Penggunaan foto voltek belum</p>

		Muatan electron pada foto voltek yang terkena radiasi cahaya matahari menghasilkan energy listrik.	yang terapkan pada gedugn ini menggunakan panel surya dan lampu LED	bangunan ini menggunakan vegetasi untuk menghambat radiasi matahari ke dalam bangunan dan tiak menggunakan foto voltek.	diaplikasian paka bangunan ini.
KESIMPULAN	Pada kajian preseden ini terdapat tiga bangunan yang merespon tentang penghematan energi dengan metoda yang berbeda. Dan penggunaan foto voltek hanya diterapkan pada bangunan Kampus ATMI di Cikarang sebagai salah satu respon dari peduli lingkungan dan penghematan energi.				

BAB III

ANALISIS

III.1 Analisis Site

Site Boarding School Bokoharjo yang termasuk dalam zonasi 3 kawasan cagar budaya memiliki luasan site 6.33 ha dengan KLB 1.5 dan KDB 60%. Pada kawasan ini berbatasan dengan pemukiman, lahan pertanian serta infrastruktur berupa jalan untuk menuju site.

Bangunan eksisting pada bagian selatan site tidak tertata dengan rapi dan berdempetan dengan zona pengembangan boarding school, Seperti pada gambar berikut.



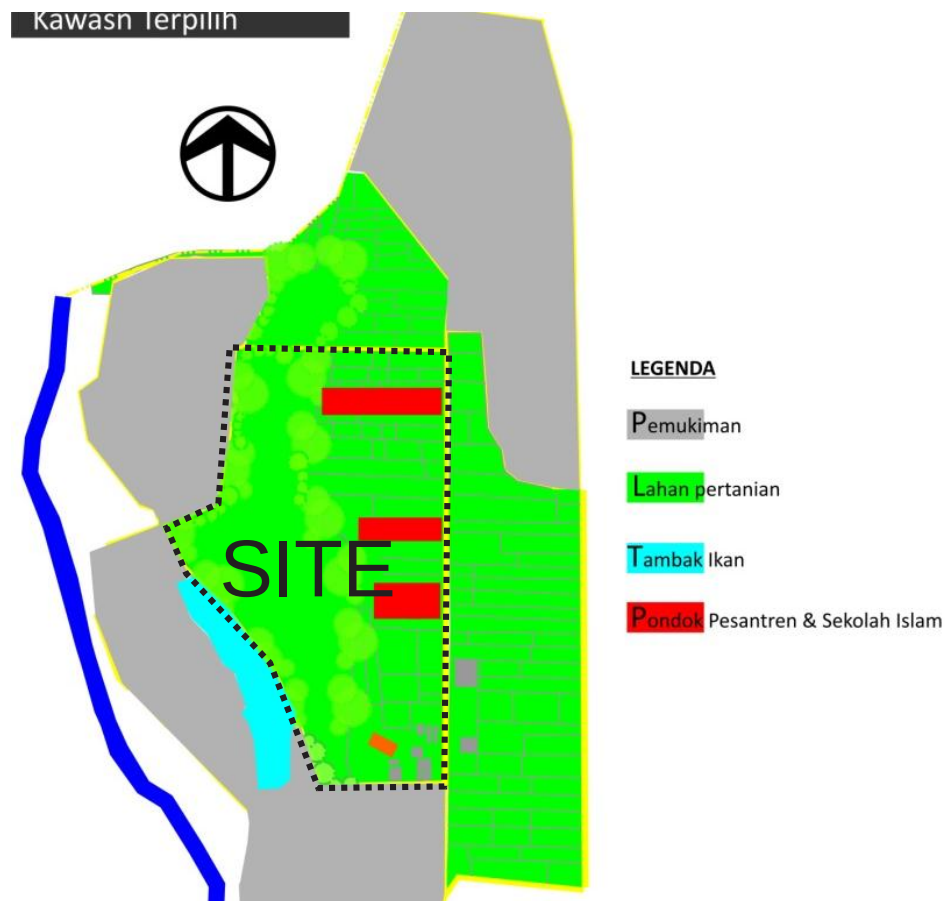
Gambar III.1 Kawasan Boarding School

(Sumber: google earth,2017)

Lingkaran merah merupakan zona eksisting dari kawasan boarding school. Sehingga membutuhkan desain passif berupa sebuah tembok yang membelokan atau mengarahkan angin ke bangunan. Seperti pada gambar berikut:

III.1.1 Analisis Orientasi Site

Site Boarding School berbentuk asimetris dengan bukaan atau orientasi menghadap ke arah timur. Hal ini dikarenakan pada sisi timur site merupakan satu-satunya akses untuk menuju ke dalam site tersebut.

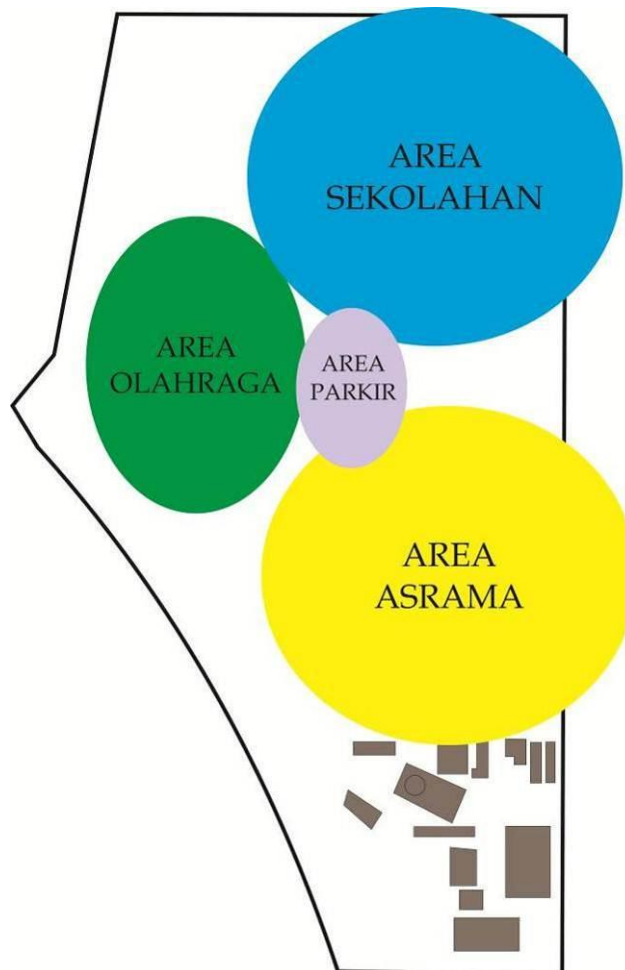


Gambar III.2 Pola Hubungan Ruang

(Sumber: penulis, 2017)

III.1.2 Analisis Zonasi Site

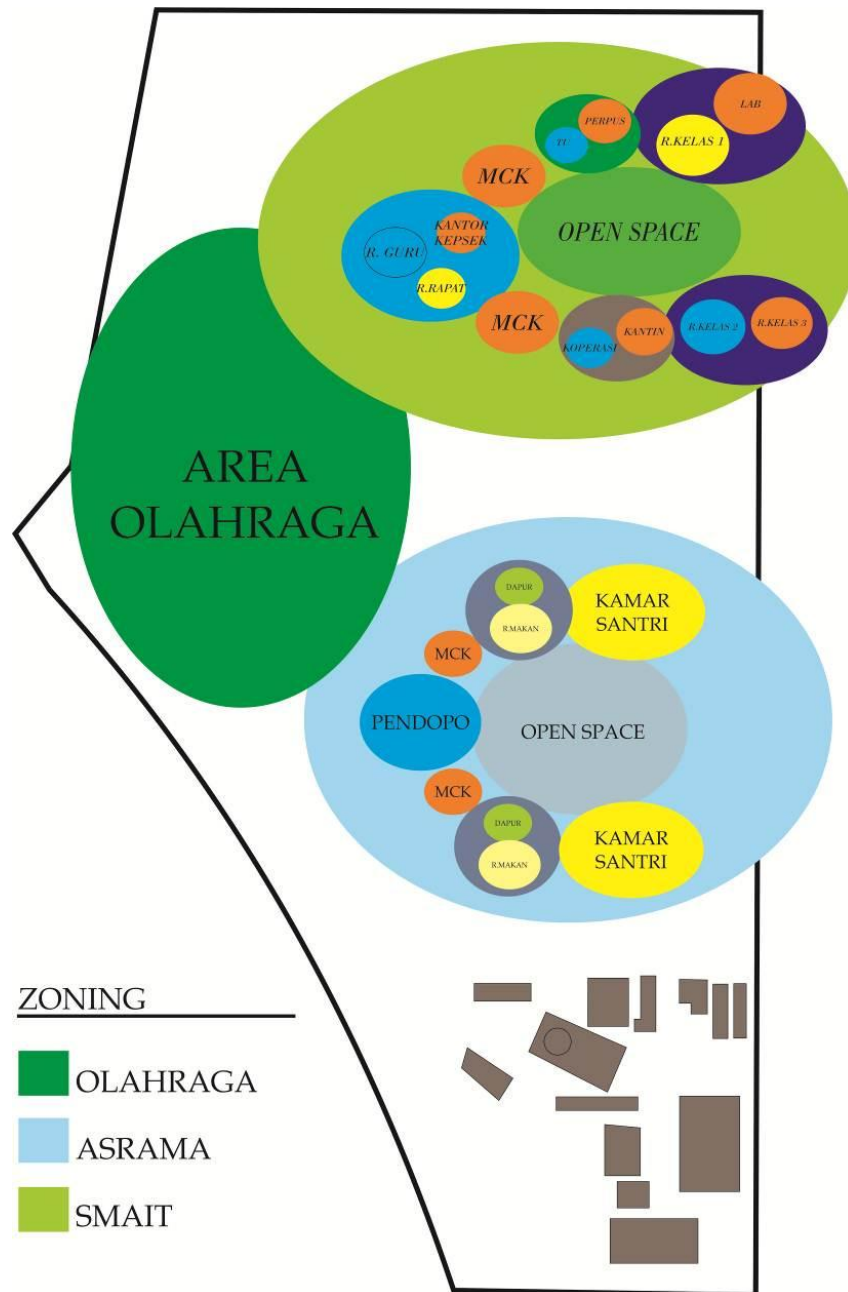
Zonasi site berdasarkan kondisi eksisting site sehingga diperoleh zonasi menjadi 4 area antara lain: Asrama, Sekolah, Lapangan Olahraga dan Area parkir seperti gambar berikut.



Gambar III.3 Zonasi Site

(Sumber: penulis, 2017)

Zona atau area sekolah terletak di bagian utara dan asrama pada bagian selatan site. Sedangkan area parkir dan olahraga berada di tengah-tengah asrama dan sekolah. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi kebutuhan olahraga pada jam sekolah maupun ketika tidak pada jam sekolah. Pembagian zonasi bertujuan untuk mendapatkan gubahan massa yang tipis sehingga mempercepat pelapasan panas pada bangunan.

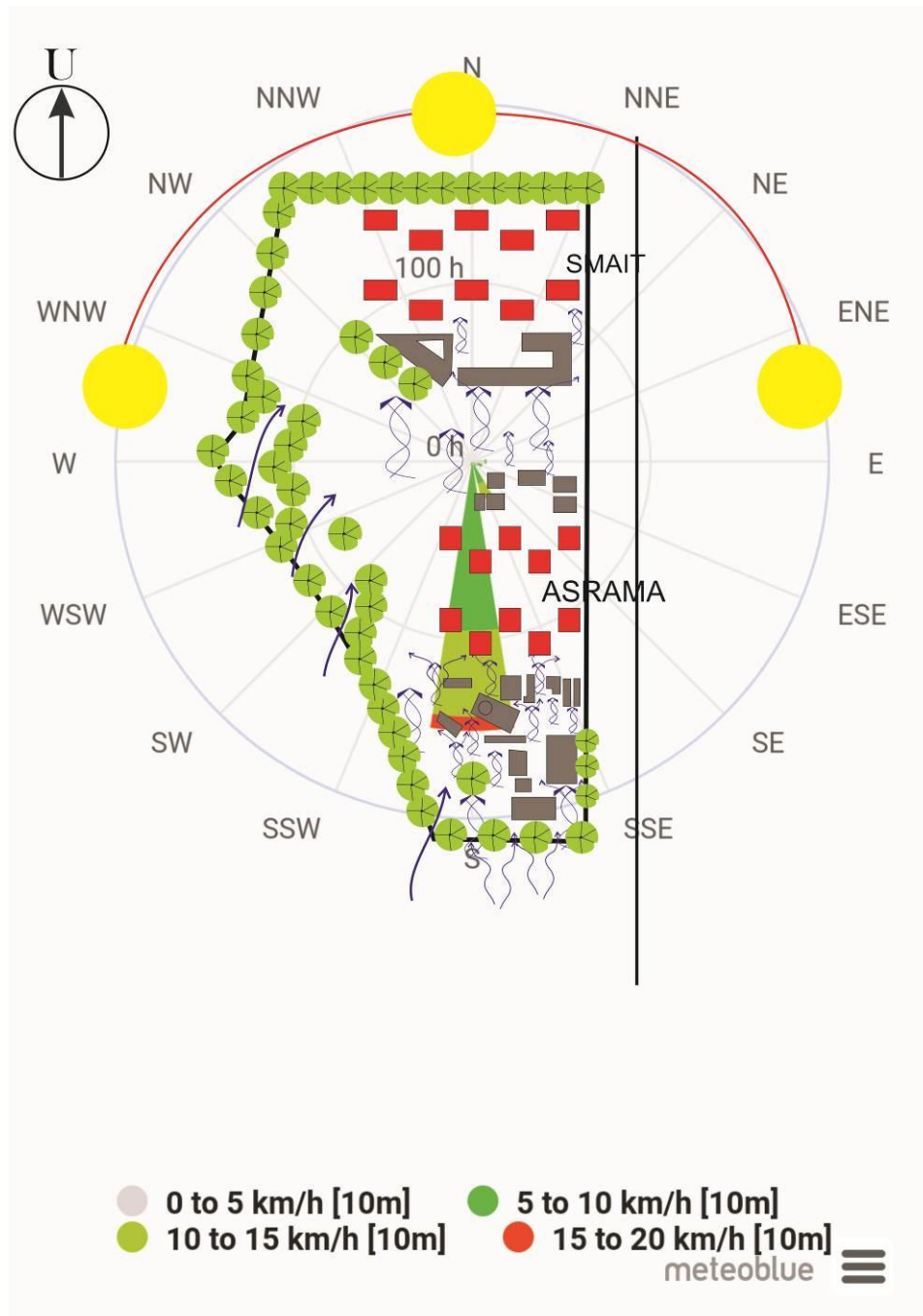


Gambar III.4 Zonasi Site

(Sumber: penulis,2017)

Asrama dan Sekolah memiliki zonasi tersendiri berdasarkan respon matahari dan angin. Pada zonasi asrama terdapat zona-zona yang mengitari open space bertujuan untuk menciptakan cross ventilation pada zona tersebut. Begitupun pada Zona sekolah yang juga menempatkan open space di tengah bertujuan untuk menciptakan cross ventilation.

III.1.3 Analisis Vegetasi

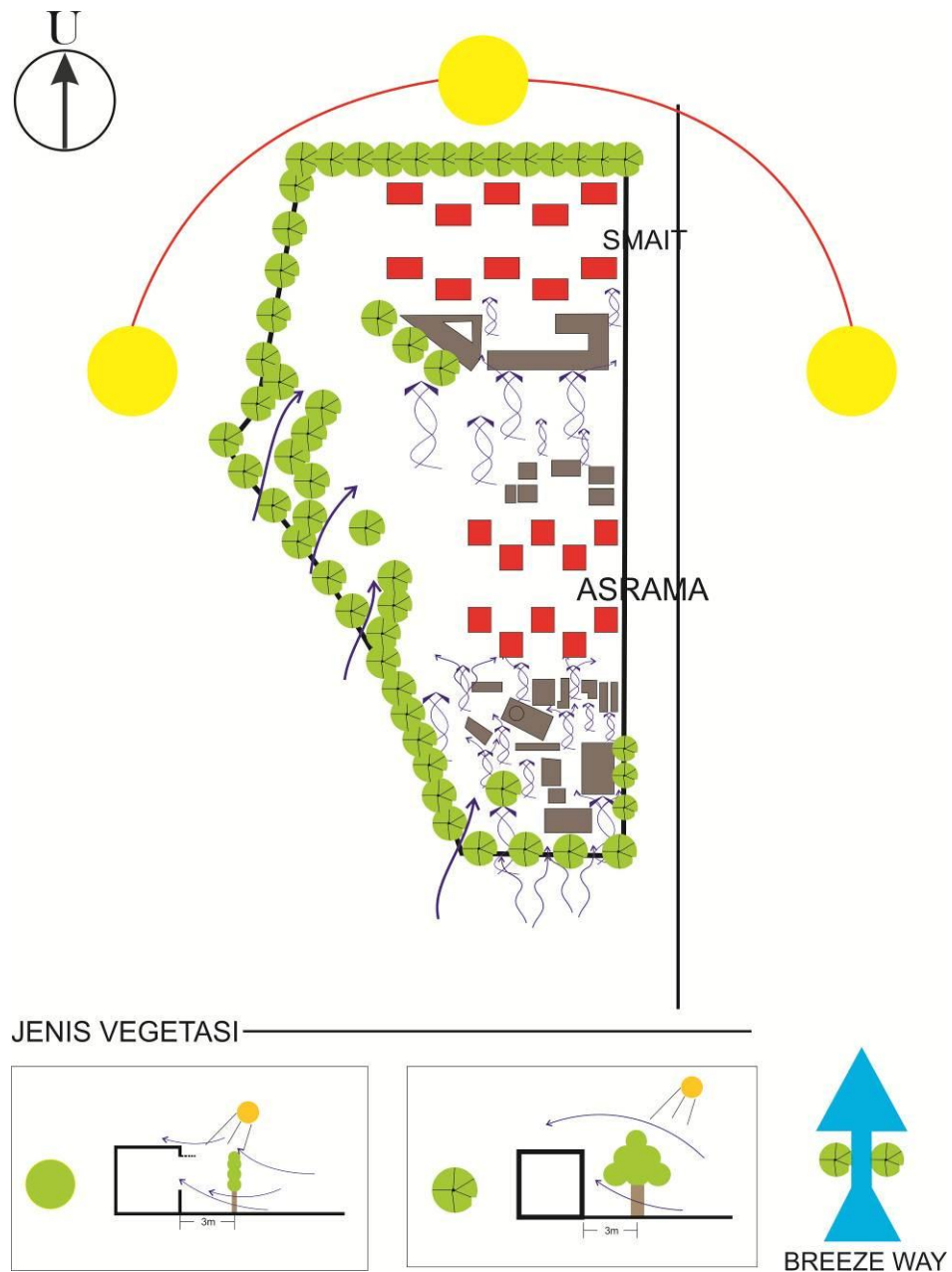


Gambar; III.5 Tata Vegetasi terhadap Angin dan Matahari

(sumber; Dokumen Pribadi)

Peletakan vegetasi diletakan berdasarkan respon terhadap angin dan matahari seperti yang ditujukan pada gambar III.5.

Jenis vegetasi juga dipilih berdasarkan faktor tersebut. Seperti gambar III.4 yang menjelaskan tentang pemilihan jenis dan fungsi dari vegetasi.



Gambar; III.6 Jenis dan Fungsi Vegetasi terhadap Angin dan Matahari

(sumber; Dokumen Pribadi)

Pada gambar III.6 menjelaskan penggunaan jenis vegetasi pada kawasan Boarding School ini di bagi berdasarkan 2 jenis, yaitu daun rindan dan berbentuk payung, yang memiliki fungsi untuk menghalang sinar matahari langsung dan mengarahkan angin ke bangunan. Serta jenis daun yang ramping dari bawah ke pucuk pohon untuk mengarahkan angin dan mendapatkan cahaya matahari.

III.2 Analisis Bangunan**III.2.1. Analisis Kegiatan Santri**

JAM	SENIN - RABU	JAM	KAMIS	JAM	JUM'AT	JAM	SABTU	JAM	MINGGU
03.30	Persiapan Subuh	03.30	Persiapan Subuh	03.30	Persiapan Subuh	03.30	Persiapan Subuh	03.30	Persiapan Subuh
04.00	Sholat Subuh	04.00	Sholat Subuh	04.00	Sholat Subuh	04.00	Sholat Subuh	04.00	Sholat Subuh
05.00	Ngaji Kitab	05.00	Ngaji Kitab	05.00	Senam Pagi	05.00	Ngaji Kitab	05.00	Ngaji Kitab
06.00	Persiapan Sekolah	06.00	Persiapan Sekolah	06.00	Persiapan Sekolah	06.00	Persiapan Sekolah	06.00	Sarapan
07.00	Berangkat Sekolah	07.00	Berangkat Sekolah	07.00	Berangkat Sekolah	07.00	Berangkat Sekolah	07.00	Gotong Royong
12.00	Sholat Dzbur	12.00	Sholat Dzuhur	11.00	Pulang Sekolah	12.00	Sholat Dzuhur	09.00	Duha
14.00	Pulang Sekolah	14.00	Pulang Sekolah	11.30	Sholat Jum'at	14.00	Pulang Sekolah	10.00	Ziaroh
15.00	Sholat Asar	15.30	Sholat Asar	15.00	Sholat Asar	15.00	Sholat Asar	12.00	Sholat Dzuhur
16.00	Jasmani	16.00	Jasmani	16.00	Jasmani	16.00	Jasmani	16.00	Jasmani
17.30	Persiapan Maghrib	17.30	Persiapan Maghrib	17.30	Persiapan Maghrib	17.30	Persiapan Maghrib	17.30	Persiapan Maghrib
18.00	Sholat Maghrib	18.00	Sholat Maghrib	18.00	Sholat Maghrib	18.00	Sholat Maghrib	18.00	Sholat Maghrib
18.15	Mujahadah	18.15	Mujahadah	18.15	Mujahadah	18.15	Mujahadah	18.15	Mujahadah
19.00	Sholat Isya	19.00	Sholat Isya	19.00	Sholat Isya	19.00	Sholat Isya	19.00	Sholat Isya
20.00	Ngaji Qur'an	20.00	Yasinan	20.00	Ngaji Qur'an	20.00	Ngaji Qur'an	20.00	Ngaji Warga
21.30	Istirahat	21.30	Istirahat	21.30	Istirahat	21.30	Istirahat	21.30	Istirahat

(Tabel III.1 Kegiatan Santri- sumber: penulis,2017)

III.2.2. Kebutuhan dan program Ruang

Untuk mewadahi kegiatan pengguna Boarding School dan memberikan fasilitas terhadap santri dan pengajar. Kebutuhan ruang akan dirancang dengan menggunakan standard yang sudah ada namun tetap mengedepankan kenyamanan pada pengguna.

KEBUTUHAN RUANG SMAIT BOARDNG SCHOOL

PENGUNA	AKTIVITAS	KEBUTUHAN RUANG
SANTRI	Belajar	<ul style="list-style-type: none"> • R.Kelas • Labor computer • Labor bahasa • Labor sains
	Membaca	Perpustakaan
	Sholat	Masjid (Eksisting)
	Kebutuhan biologis	Toilet
	Makan dan minum	Kantin
	Seminar	Aula
	Interaksi	Open space
	Olah raga	Lapangan olah raga
	Jual - Beli	Koperasi
PENGAJAR	Persiapan materi pembelajaran	Kantor dan Ruang Guru
	pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> • R.Kelas • Labor computer

		<ul style="list-style-type: none"> • Labor bahasa • Labor sains
	Membaca	Perpustakaan
	Sholat	Masjid (Eksisting)
	Jual - Beli	Koperasi
	Diskusi Rapat	Ruang Rapat
	Makan dan minum	Kantin
	Seminar	Aula
	Kebutuhan biologis	Toilet
PEGAWAI	Administrasi	Ruang Tata usaha
	Persiapan pangan	Dapur
	Sholat	Masjid (Eksisting)
	Management koperasi	Koperasi
	Menjaga dan mengawasi buku perpustakaan	Perpustakaan dan ruang atau bank buku
	Menjaga keamanan	Pos penjagaan
	Menjaga kebersihan	Gudang
	Kebutuhan biologis	Toilet

(Tabel III.2 Kebutuhan RuangSMAITi- sumber: penulis,2017)

KEBUTUHAN RUANG ASRAMA BOARDING SCHOOL

PENGGUNA	AKTIVITAS	KEBUTUHAN RUANG
SANTRI	Istirahat tidur	Kamar tidur
	Ngaji (Makna Kitab, baca kitab, baca Qur'an)	Aula
	Sholat	Mushola
	Olah raga sore	Lapangan olahraga
	Memasak dan makan	Dapur dan ruang makan
	Berkumpul dan interaksi	Room and open space
	Kebutuhan biologis	Toilet
	Mengontrol santri	Kantor pengurus
	kebersiahan	Gudang

(Tabel III.3 Kebutuhan Ruang Asrama - sumber: penulis,2017)

SIFAT RUANG SMAIT BOARDING SCHOOL

NO	NAMA RUANG	SIFAT RUANG		
		PRIVATE	PUBLIK	SERVICE
1	Ruang Kelas	x		
2	Labor computer	x		
3	Labor bahasa	x		
4	Labor Sains	x		
5	Perpustakaan	x		
6	Toilet			x

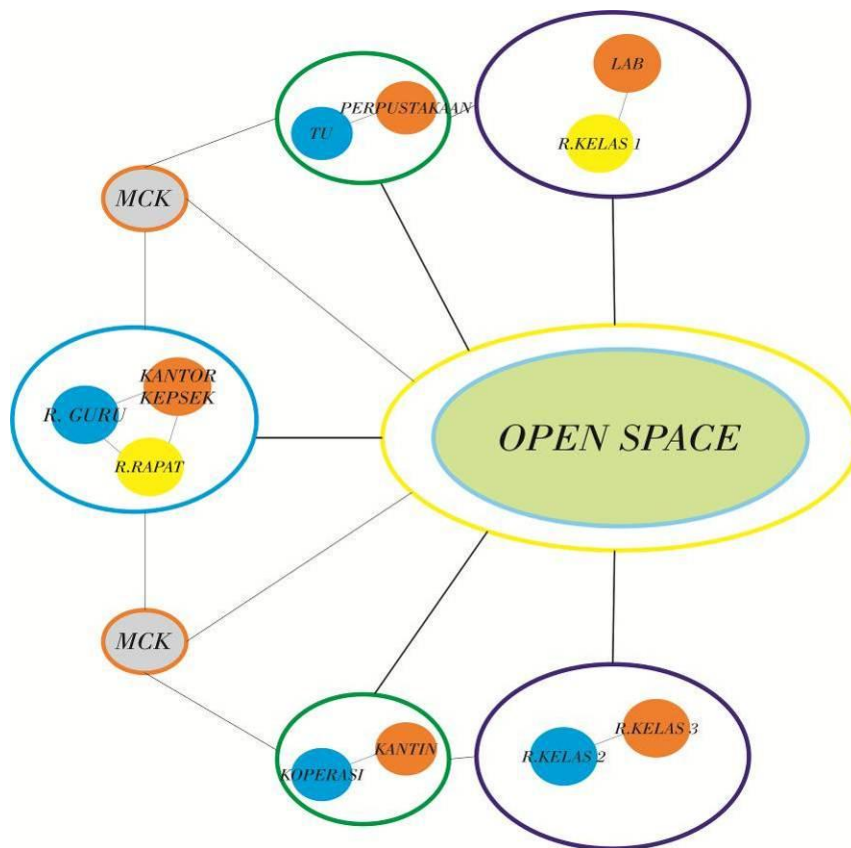
7	Kantin			x
8	Open space		x	
9	Ruang Guru	x		
10	Koperasi			x
11	Lapangan Olahraga		x	
12	Ruang Rapat	x		
13	Ruang Tata Usaha		x	
14	Gudang			x

(Tabel III.3 Sifat RuangSMAITi- sumber: penulis,2017)

SIFAT RUANG ASRAMA BOARDING SCHOOL

NO	NAMA RUANG	SIFAT RUANG		
		PRIVATE	PUBLIK	SERVICE
1	Kamar	X		
2	Kantor pengurus	X		
3	Mushola			X
4	Lap olahraga		X	
5	Dapur			X
6	Toilet			x
7	Gudang			X
8	Room space		X	
9	Open space		X	
10	Aula		X	

III.2.3. Analisis Hubungan Ruang SMAIT

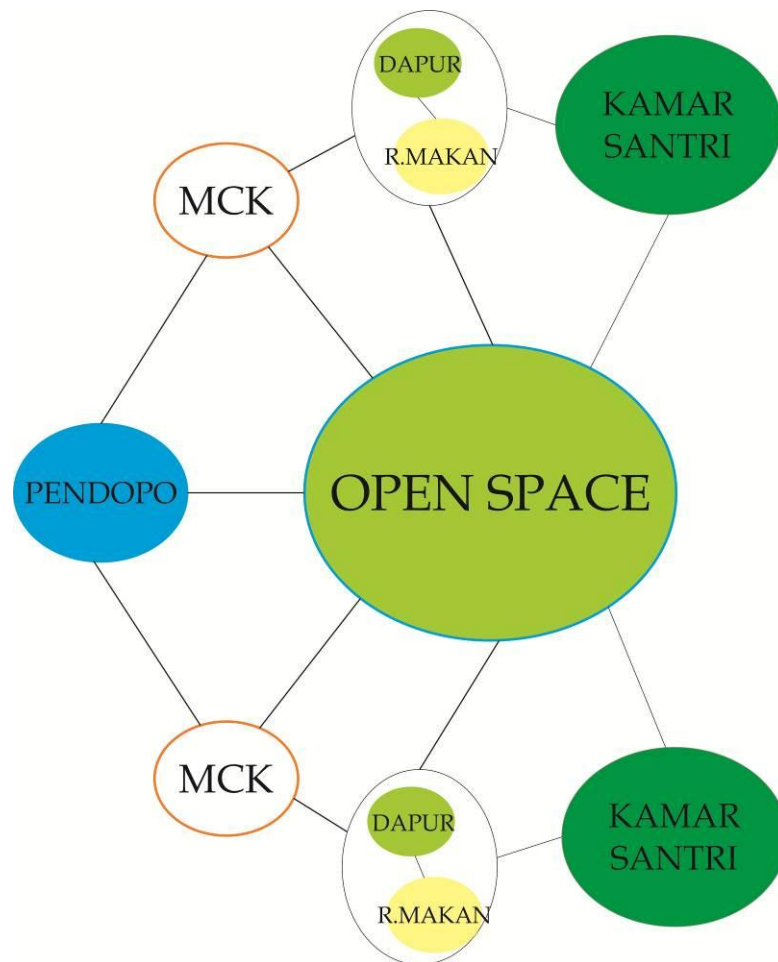


Gambar III.7 Pola Hubungan Ruang

(Sumber: penulis, 2017)

Hubungan ruang pada Boarding School ini saling terkait, namun ada beberapa ruangan yang tidak terhubung secara langsung seperti terlihat pada gambar III.7. Dimana open space merupakan zona yang terhubung secara langsung ke semua zona ruang. Sedangkan ruang guru, kantor kepala sekolah dan ruang rapat dijadikan satu zona yang saling berhubungan. Begitupun juga dengan TU dan perpustakaan, Koperasi dan kantin, ruang kelas 2 dan 3, Laboratorium dan Ruang kelas 1. Untuk menghubungkan zona tersebut diberikan akses seperti koridor sehingga saling terhubung.

III.2.4. Analisis Hubungan Ruang Asrama



Gambar III.8 Pola Hubungan Ruang

(Sumber: penulis,2017)

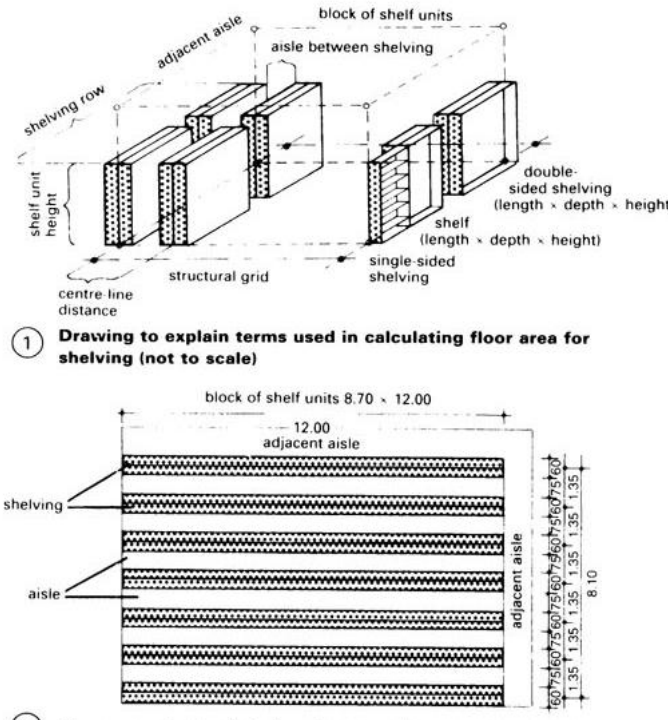
Gambar di atas menunjukkan hubungan ruang antara open space, kamar santri, dapur dan ruang makan, mck dan pendopo.

Open space merupakan zona yang terhubung secara langsung ke semua zona ruang. Sedangkan zona ruang lainnya saling terhubung namun melalui koridor.

III.2.5. Analisis PROGRAM RUANG SMAIT

KEBUTUHAN RUANGAN	UKURAN
Ruang Kelas	<ul style="list-style-type: none"> • Diasumsikan 1 kelas berjumlah 25 siswa dengan standar duduk menggunakan meja mempunyai ukuran 1,5m panjang dan lebar 1m. • Pada kelas, terdiri dari 5 baris dan 5 saff meja dan kursi • Jarak pandang dari saff pertama ke papan tulis 2,5 m <p>Jadi untuk ruang kelas mempunyai besaran ruang mencapai 63.73m²</p>
Ruang Guru	<ul style="list-style-type: none"> • Diasumsikan jumlah pengajar mencapai 30 guru dengan standar duduk menggunakan meja mempunyai ukuran panjang 1,5m dan lebar 1m. dengan menggabungkan 4 meja menjadi 1 kelompok meja dan di isi 4 orang guru memiliki ukuran panjang 3m dan lebar 2m • Pada ruang guru, terdapat 8 kelompok meja dengan dibagi menjadi 2 zona, yang memiliki space gerak antara antar kelompok 1,5 meter dan 3 meter jarak antar zona. <p>Jadi luasan ruangan guru mencapai 115.5 m²</p>
Kantor KEPSEK	Memiliki ukuran 6x3m dengan terdapat 1 meja kerja seta 1 lemari buku dan 2 lemari kabinet serta juga terdapat 1 paket meja dan kursi tamu.
Ruang Rapat	Ruang rapat memiliki ukuran 10x4 meter.
Tata Usaha	<p>Ruang TU memiliki ukuran sebesar 7x5 meter</p> <p>Berdasarkan lampiran peraturan menteri pendidikan nasional</p>

	<p>Nomor 24 tahun 2007 tanggal 28 juni 2007 Standar sarana dan prasarana untuk Ruang Tata Usaha di sekolah yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rasio min. ruang tata usaha $4 \text{ m}^2/\text{petugas}$ dan luas min. 16 m^2. <p>Di dalam ruang minimal terdapat 1 lemari, 1 buah meja dan 1 buah kursi per petugas</p>
LAB. Sains	<p>Nomor 24 tahun 2007 tanggal 28 juni 2007 Standar sarana dan prasarana untuk Ruang Tata Usaha di sekolah yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rasio min. ruang laboratorium sains $2.4 \text{ m}^2/\text{siswa}$. Untuk rombongan peserta didik kurang dari 20 orang, luas min. ruang laboratorium 48 m^2 termasuk luas ruang penyimpanan dan persiapan 18 m^2. Lebar min. ruang laboratorium bahasa 5 m. <p>Ruang Laboratorium sains memiliki fasilitas yang memungkinkan pencahayaan memadai untuk membaca buku dan mengamati obyek penelitian.</p>
LAB. Bahasa	<p>Nomor 24 tahun 2007 tanggal 28 juni 2007 Standar sarana dan prasarana untuk Ruang Tata Usaha di sekolah yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rasio min. ruang laboratorium bahasa $2 \text{ m}^2/\text{siswa}$. Untuk rombongan peserta didik kurang dari 15 orang, luas min. ruang laboratorium 30 m^2. Lebar min. ruang laboratorium bahasa 5 m. <p>Di dalam ruang minimal terdapat 1 buah meja dan 1 buah kursi per siswa, 1 buah meja dan 1 buah kursi guru</p>
LAB. Komputer	<p>Berdasarkan lampiran peraturan menteri pendidikan nasional Nomor 24 tahun 2007 tanggal 28 juni 2007 Standar sarana dan prasarana untuk sekolah dasar/madrasah ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah</p>

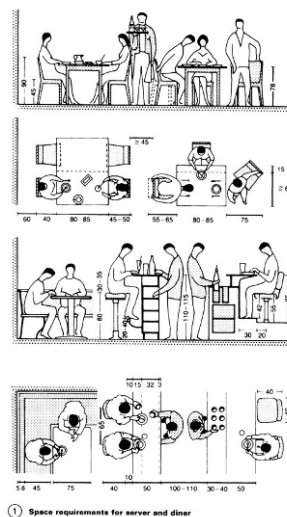
	<p>(SMP/MTS), dan sekolah menengah atas/madrasah aliyah (SMA/MA), sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rasio minimum luas ruang laboratorium komputer 2 m²/peserta didik. Untuk rombongan belajar dengan peserta didik kurang dari 15 orang, luas minimum ruang laboratorium komputer 30 m² Lebar minimum ruang laboratorium komputer 5 m
Perpustakaan	 <p>1 Drawing to explain terms used in calculating floor area for shelving (not to scale)</p> <p>Panjang rak buku 12m dengan lebar 0.6m dan jarak antar rak buku 1m dan terdapat 7 rak buku</p>

(1kelompok terdiri dari 4 meja)

Terdapat 2 kelompok meja dengan ukuran total 14.1m²

Jadi total luasan perpustakaan mencapai 201.6m²

Kantin



Satu meja makan memiliki lebar 0.4m dan panjang 1.7m

Jarak antara meja 1 m

Dalam kantin terditi dari 20 meja

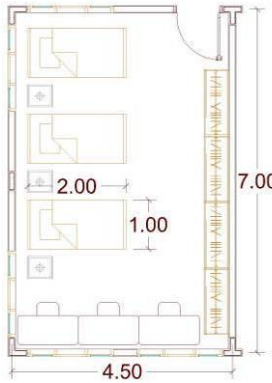
Jadi luasan kantin mencapai 21,6 meter

Koperasi

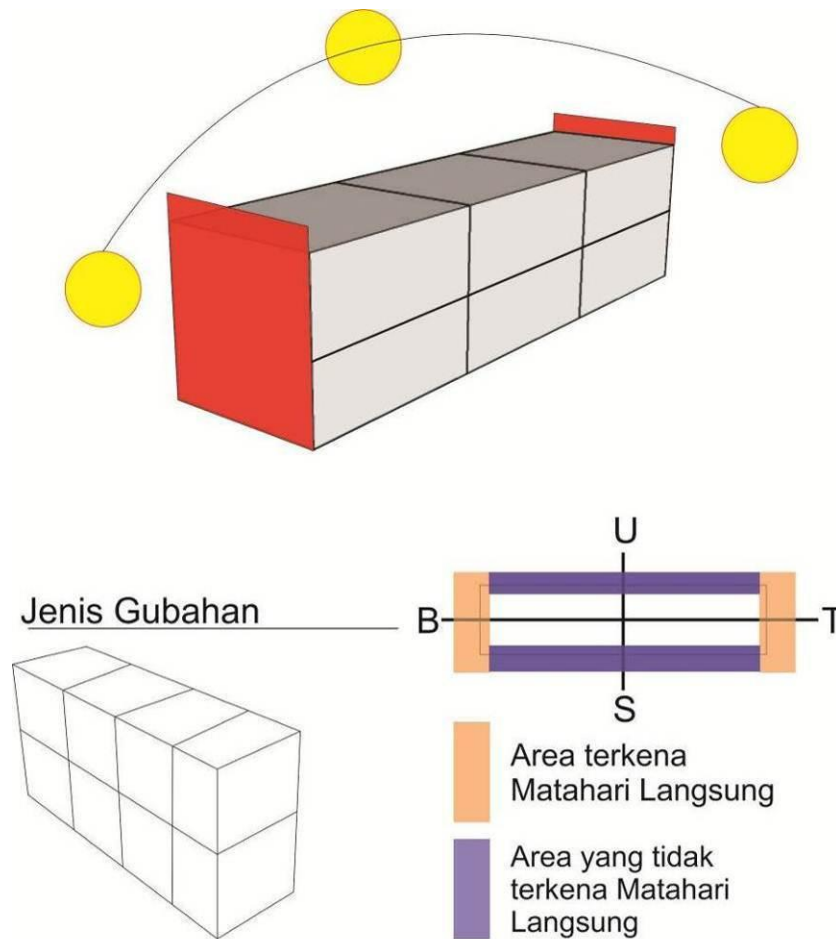
Luasan koperasi mencapai 9m²

	Dengan memiliki 1 meja ukuran 1x1,5m sudah termasuk kursi dan sirkulasi pengguna.
Toilet	<p>1 kamar mandi mempunyai luasan 3m² dengan jumlah mencapai 3 unit.</p> <p>Dan memiliki space untuk washtafel berkisaran 18m².</p> <p>Jadi luas total 1 toilet/lavatory mencapai 27m²</p>

III.2.6. Analisis PROGRAM RUANG ASRAMA

KEBUTUHAN RUANG	UKURAN
Kamar Santri	 <p>Luasan kamar asrama sebesar 31.5 m² dengan jumlah tempat tidur tingkat 2 sebanyak 3 unit dan terdapat meja belajar serta lemari.</p>
Toilet	<p>1 kamar mandi mempunyai luasan 3m² dengan jumlah mencapai 3 unit.</p> <p>Dan memiliki space untuk washtafel berkisaran 18m².</p> <p>Jadi luas total 1 toilet/lavatory mencapai 27m²</p>

III.2.7. Analisis Jenis/Bentukan Massa



Memiliki luas tepian 24

Jenis Gubahan Massa
seperti ini di rekomendasikan
untuk iklim tropis lembab

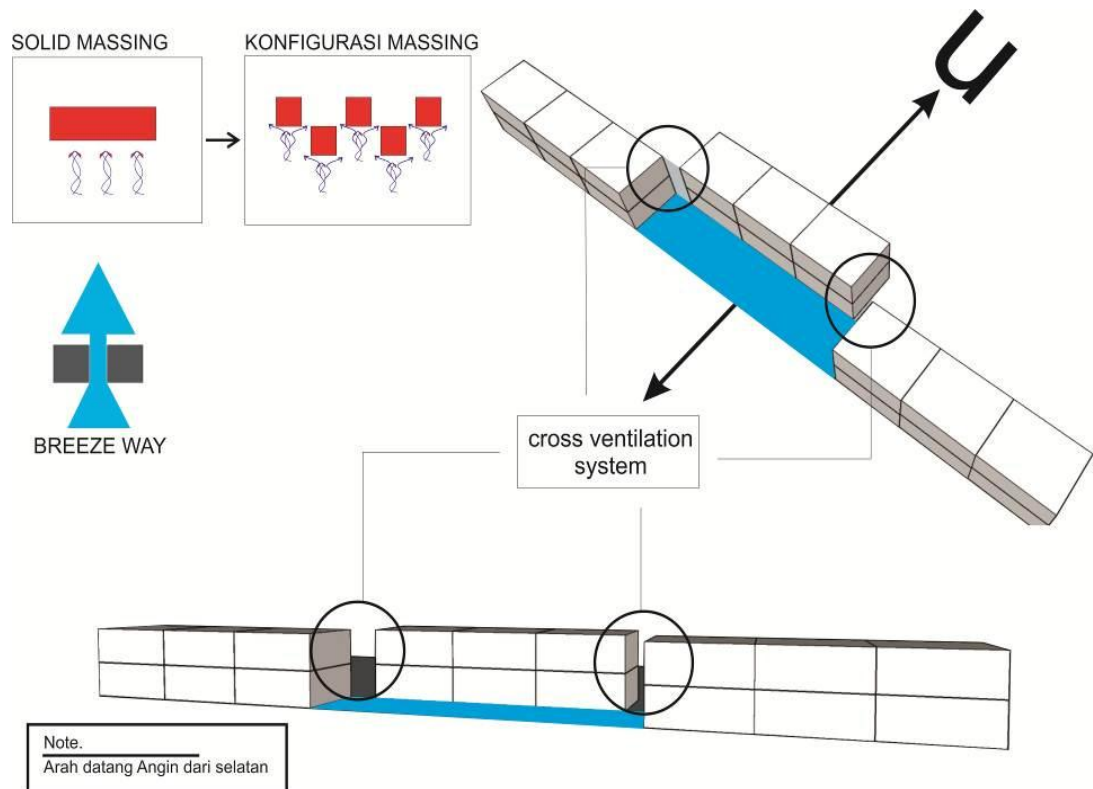
Gambar; III.9 Bentuk gubahan massa

(sumber; Pnulis,2017)

Jenis gubahan massa pada Boarding School ini merupakan persegi panjang, dimana pada sisi utara dan selatan mempunyai bukaan yang lebih luas dari bagian timur dan barat. Hal ini merupakan respon terhadap kondisi site dimana matahari terbit dari timur ke barat. Selain itu, jenis gubahan ini memiliki luasan tepian 24 sehingga di rekomendasikan untuk iklim tropis lembab. Seperti yang terlihat pada gambar III.9 tersebut.

III.2.8. Analisis Tata Massa

Arah datang angin pada kawasan Boarding School dari arah Selatan sehingga untuk menangkap angin, gubahan massa pada bagian utara dan selatan di buat memanjang dari timur ke barat seperti gambar berikut.

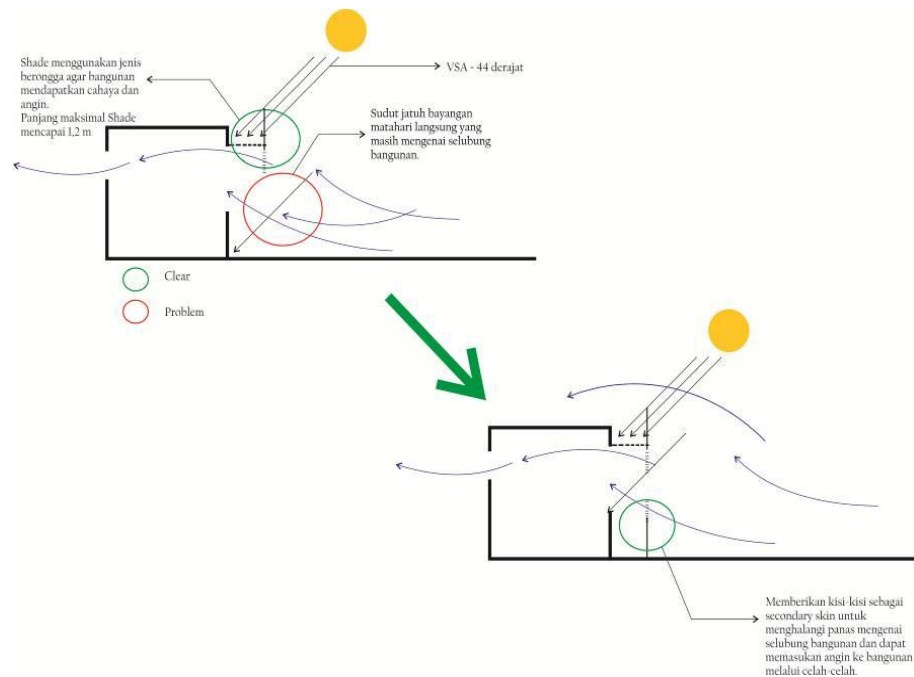


Gambar; III.10 Bentuk gubahan massa

(sumber; Pnulis,2017)

Gubahan massa di letakan menyilang untuk menciptakan Cross Ventilation yang bertujuan agar semua bangunan mendapatkan angin seperti yang di tunjukan pada gambar III.10. Sehingga, mempercepat proses pelepasan panas pada setiap massa.

III.2.9. Analisis Bukaam dan Shading



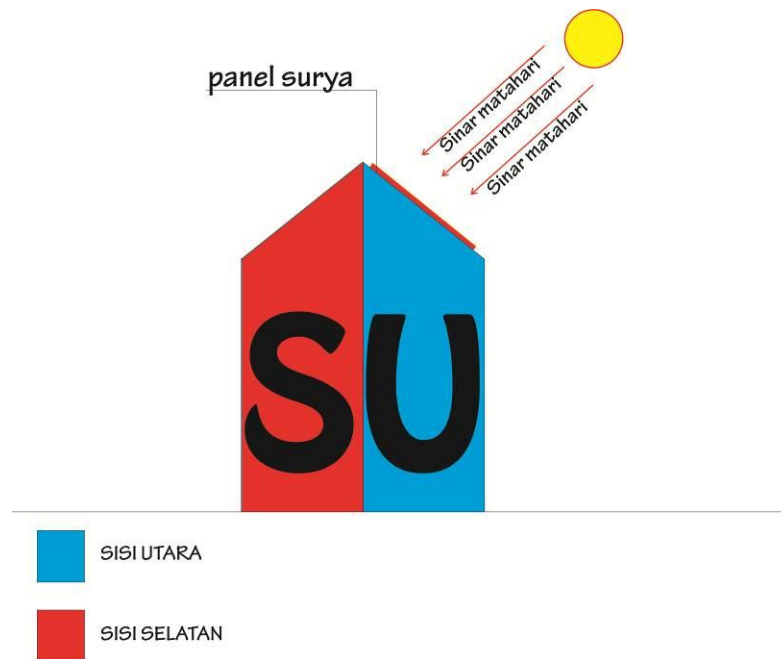
Gambar; III.11 Bukaam dan shading terhadap Angin dan Matahari

(sumber; Pnulis,2017)

Bukaan dan pemberian shade bangunan pada Boarding school, berdasarkan arah angina dan sudut jatuh matahari seperti pada gambar III.11 dima VSA Yogyakarta menurut analisi Angga Widyastama,2015. Mempunyai sudut sebesar 44 derajat. Dengan tinggi selubung bangunan mencapai 7,5 meter, maka panjang shade berukuran 1 meter dan diberikan kisi-kisi sebagai solusi dari cahaya yang masih mengenai selubung bangunan. Jenis shade yang digunakan merupakan overhang louvers horizontal. Dikarenakan jenis ini baik untuk mendapatkan cahaya alami dan angin masuk ke dalam bangunan.

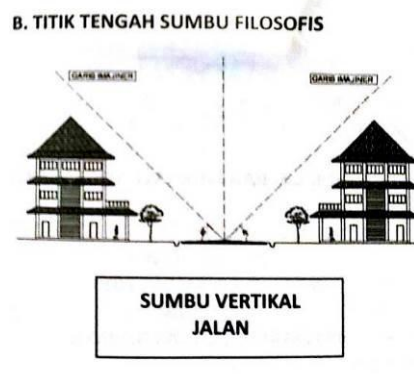
III.2.10. Analisis Foto Voltek

Foto Voltek ataua panel surya diletakan pada sisi atap bangunan yang menghadap ke Utara. Di karenakan jalur orbit matahari berada 8drajat lintang Utara.



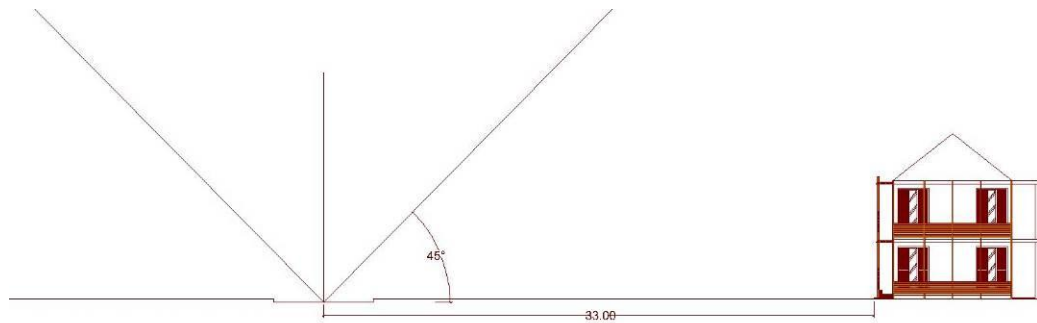
Gambar; III.12 Penempatan Foto Voltek
(sumber; Pnulis,2017)

III.2.11. Ketinggian Bangunan



Gambar; III.13 Sumbu Vertikal Jalan
(sumber; Himpunan peraturan daerah Yogyakarta)

Berdasarkan pasal 23 ayat 2(b) tentang mendirikan bangunan pada sumbu filosofis cagar budaya, ketinggian bangunan berdasarkan sudut 45 derajat dari sumbu jalan.



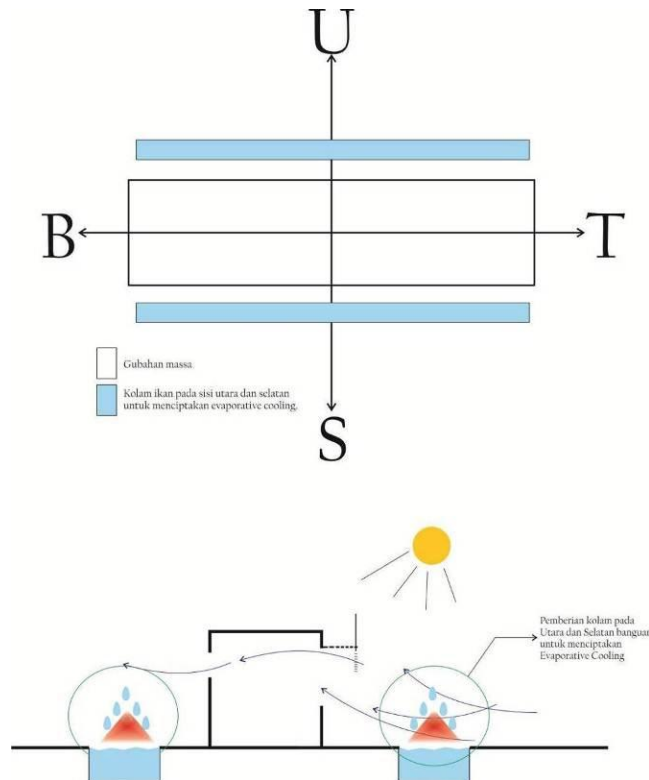
Gambar; III.14 Sumbu Vertikal Jalan terhadap boarding school

(sumber; Pnulis,2017)

Bangunan Boarding School memiliki ketinggian manecapai 10 meter dan berjarak 33 meter dari titik tengah akses jalan. Seperti yang terlihat pada gambar III.13 bahwasanya ketinggian bangunan ini memenuhi kriteria berdasarkan peraturan tersebut.

III.2.12. Analisis Evaporative Cooling

Pemberian elemen air pada kawasan ini bertujuan untuk menciptakan evaporative cooling pada bangunan. Dengan cara kerja seperti gambar berikut.



Gambar; III.15 Pemberian kolam Pada sisi bangunan

(sumber; Pnulis,2017)

Pada gambar III.14 menjelaskan fungsi dan kinerja dari evaporative cooling dengan memanfaatkan arah angin dan panas matahari.

Panas matahari menciptakan uap air yang dibawa angin menuju bangunan sehingga dapat menurunkan panas pada bangunan.

III.2.13. Analisis Penggunaan Listrik dan Kebutuhan Panel Surya

Dimensi 1 panel surya type 120Wp = 1 M² menghasilkan 600 watt

1. Asrama

Asrama Boarding School memiliki 35 gubahan massa yang terdiri dari :
240 kamar, 2 dapur dan ruang makan, 2 MCK dan 1 Aula.

- **Kebutuhan listrik 1 kamar**

Memiliki 3 komputer dan 2 lampu

1 komputer = 100watt/jam

1 lampu = 15 watt/jam

Total penggunaan 3 komputer per hari = 300 x 3 jam
= 900 watt

Total penggunaan 2 lampu per hari = 30 x 10 jam
= 300 watt

Jadi, total penggunaan listrik per kamar = 900 + 300
= **1.200 watt**

Kebutuhan Panel kamar

1 panel = 600 watt
= 1.200/600
= **2 panel/kamar**

- **Kebutuhan Listrik Dapur**

1 Rice cooker = 300 watt

1 kulkas = 100 watt

10 lampu 15 watt = 150 watt

Waktu pemakaian rice cooker per hari = 300 x 10 jam
= 3.000 watt

Waktu pemakaian kulkas per hari = 100 x 24 jam
= 2.400 watt

Jadi, total penggunaan listrik dapur = 3.000 + 2400

Waktu pemakaian lampu per hari = 150×10 jam
 = 1.500 watt
 = **7.900 watt**

Kebutuhan Panel dapur

1 panel = 600 watt
 = $7.900/600$
 = **14 panel**

- **Kebutuhan listrik Aula**

1 set sound system = 3.000w watt
 20 lampu 15 watt = 300 watt
 Waktu pemakaian sound system per hari = 3.000×3 jam
 = 9.000 watt
 Waktu pemakaian lampu per hari = 300×10 jam
 = 3.000 watt
 Jadi, total penggunaan listrik Aula = $9.000 + 3000$
 = **12.000 watt**

Kebutuhan Panel Aula

1 panel = 600 watt
 = $12.000/600$
 = **20 panel**

- **Kebutuhan listrik MCK**

30 lampu 10 watt = 300 watt
 Pompa air = 150 watt
 Penggunaan lampu per hari = 300×10 jam
 = 3.000 watt
 Penggunaan pompa air per hari = 150×5 jam
 = 750 watt
 Jadi, total penggunaan listrik MCK = $3.000 + 750$
 = **3.750 watt**

Kebutuhan Panel MCK

$$\begin{aligned}
 1 \text{ panel} &= 600 \text{ watt} \\
 &= 3.750/600 \\
 &= \mathbf{7 \text{ panel}}
 \end{aligned}$$

2. SMAIT

SMAIT memiliki 11 gubaham massa yang terdiri dari

27 R.Kelas, Lab komputer, Lab sains, Lab bahasa, Perpustakaan, R.Guru, R.Kepsek, R.Rapat, kantor TU, Koperasi, kantin dan MCK

- Kebutuhan Listrik Lab. Komputer**

$$\begin{aligned}
 30 \text{ komputer } 100 \text{ watt} &= 3000 \text{ watt} \\
 \text{Penggunaan Komputer per hari} &= 3000 \times 6 \text{ jam} \\
 &= 18.000 \text{ watt} \\
 \text{Jadi penggunaan listrik Lab. Komputer} &= \mathbf{18.000 \text{ watt}}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan Panel Lab. Komputer

$$\begin{aligned}
 1 \text{ panel} &= 600 \text{ watt} \\
 &= 18.000/600 \\
 &= \mathbf{30 \text{ panel}}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan Listrik Lab. Bahasa**

$$\begin{aligned}
 30 \text{ set headphone per hari} &= 450 \times 6 \text{ jam} \\
 &= 2.700 \text{ watt} \\
 30 \text{ komputer per hari} &= 3.000 \times 6 \text{ jam} \\
 &= 18.000 \text{ watt} \\
 \text{Jadi, total penggunaan listrik Lab. Bahasa} &= 20.700 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan Panel Lab. Bahasa

$$\begin{aligned}
 1 \text{ panel} &= 600 \text{ watt} \\
 &= 20.700/600 \\
 &= \mathbf{35 \text{ panel}}
 \end{aligned}$$

- **Kebutuhan listrik Kantor kepala sekolah**

1 dispenser	= 150 watt
Penggunaan dispenser perhari	= 150 x 24 jam
	= 3.600 watt
Jadi penggunaan listrik Kantor KEPSEK	= 3.600 watt

Kebutuhan Panel Kantor KEPSEK

1 panel	= 600 watt
	= 3.600/600
	= 6 panel
- **Kebutuhan listrik Ruang Rapat**

1 set Sound System	= 3.000 watt
Penggunaan sound system per hari	= 3.000 x 4 jam
	= 12.000 watt
Viewer	= 150 watt
Penggunaan viewer per hari	= 150 x 4
	= 600 watt
4 Lampu 15 watt	= 60 watt
Penggunaan lampu per hari	= 60 x 4 jam
	= 240 watt
Jadi total penggunaan listrik Ruang rapat	= 2.040 watt

Kebutuhan Panel Ruang Rapat

1 panel	= 600 watt
	= 2.040/600
	= 4 panel
- **Kebutuhan Listrik Kantin**

1 Rice cooker	= 300 watt
1 kulkas	= 100 watt
10 lampu 15 watt	= 150 watt
Waktu pemakaian rice cooker per hari	= 300 x 8 jam
	= 2.400 watt
Waktu pemakaian kulkas per hari	= 100 x 24 jam
	= 2.400 watt
Jadi, total penggunaan kantin	= 4.800 watt

Kebutuhan Panel Kantin

1 panel = 600 watt
 = 4.800/600
 = **8 panel**

- **Kebutuhan Listrik Ruang TU**

6 komputer 100 watt = 600 watt
 Penggunaan Komputer per hari = 600 x 8 jam
 = 4.800 watt

1 dispenser = 150 watt
 Penggunaan dispenser perhari = 150 x 24 jam
 = 3.600 watt

Jadi penggunaan listrik Ruang TU = 8.400 watt

Kebutuhan Panel Ruang TU

1 panel = 600 watt
 = 8.400/600
 = **14 panel**

- **Kebutuhan Listrik Perpustakaan**

3 komputer 100 watt = 300 watt
 Penggunaan Komputer per hari = 300 x 8 jam
 = 2.400 watt

12 lampu 15 watt = 180 watt
 Waktu pemakaian lampu per hari = 180 x 8 jam
 = 1.440 watt

Jadi penggunaan listrik Perpustakaan per hari = 3.840 watt

Kebutuhan Panel PERPUS

1 panel = 600 watt
 $= 3.840/600$
= 7 panel

- Kebutuhan Listrik Koperasi**

1 komputer = 100 watt
 Penggunaan Komputer per hari = 100×8 jam
 $= 800$ watt
 Waktu pemakaian kulkas per hari = 100×24 jam
 $= 2.400$ watt
 1 mesin foto copy = 300 watt
 Penggunaan mesin foto copy per hari = 300×8 jam
 $= 2.400$ watt
 Jadi penggunaan listrik koperasi = 5.600 watt

Kebutuhan Panel KOPERASI

1 panel = 600 watt
 $= 5.600/600$
= 10 panel

BAB IV

PERANCANGAN

IV.1 Rancangan Kawasan

Luasan siteplan Boarding School Bokoharjo mencapai 6,33ha yang terdiri dari asrama dan sekolahan. Asrama dan Sekolahan ini terletak terpisah bertujuan untuk psikologi siswa agar merasakan sensasi berangkat sekolah dan juga memungkinkan terjadinya cross ventilation pada site.

Vegetasi pada site disusun menyerong kearah boarding school bertujuan untuk mengarahkan angin ke bangunan boarding.

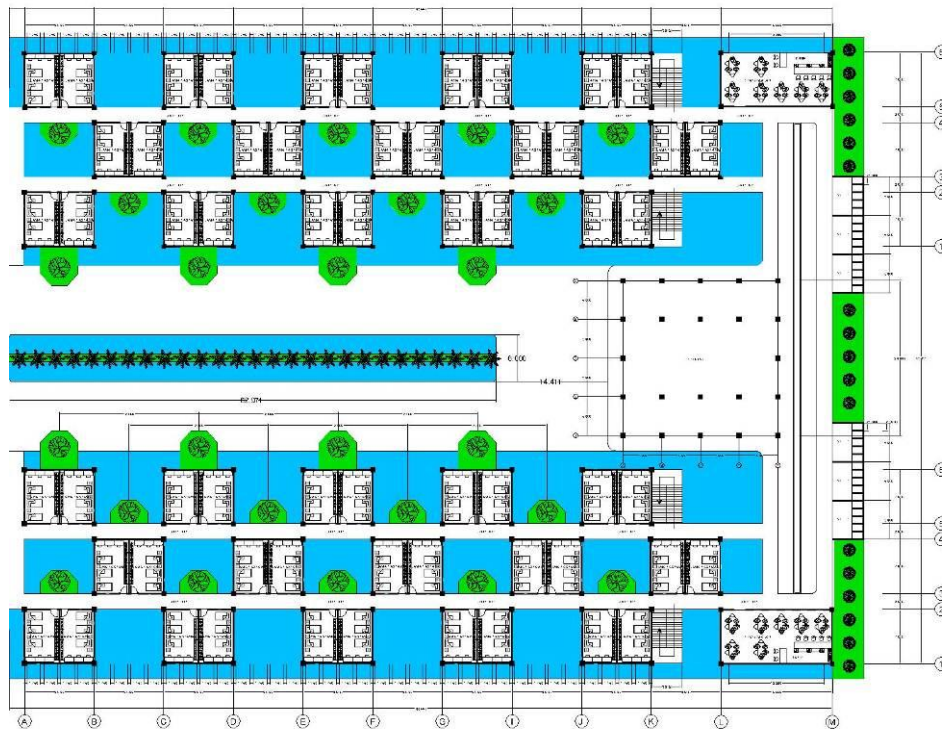


Gambar; IV.1 Siteplan

(sumber; Penulis, 2017)

IV.2 Rancangan Denah Bangunan

Dari hasil analisis maka didapatkan denah bangunan sebagai berikut:



Gambar; IV.2 site asrama

(sumber; Penulis, 2017)



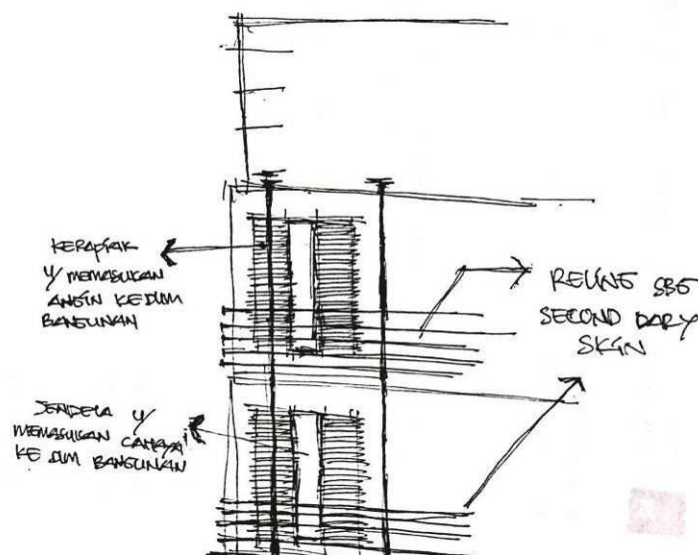
Gambar; IV.3 site SMAIT

(sumber; Penulis, 2017)

Dari gambar IV.2 dan IV.3 yang memiliki orientasi bangunan menghadap ke utara dan selatan untuk menghindari matahari langsung masuk ke bangunan dan juga pada sisi utara atap bangunan di berikan panel surya untuk menyerap matahari dan menghasilkan energy listrik bangunan.

IV.3 Rancangan Cross Ventilation

Bangunan asrama dibuat menyilang untuk mendapatkan cross ventilation, selain itu pada selubung bangunan diberikan kisi-kisi sebagai secondary skin untuk menghalangi cahaya matahari pada sisi barat masuk langsung ke dalam bangunan.



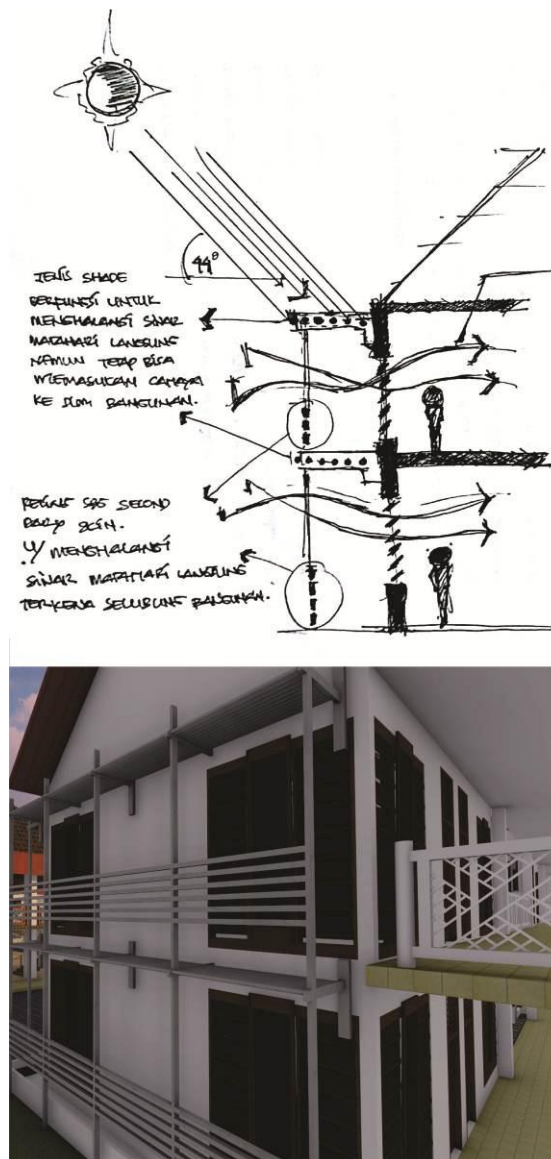
Gambar; IV.4 Asrama

(sumber; Penulis, 2017)

Dengan adanya bukaan bias mengurangi dan meniadakan penggunaan AC, sehingga dapat menghemat penggunaan energy yang dibutuhkan bangunan.

IV.4 Rancangan Bukaannya dan Shading

Untuk mendapatkan angin serta sinar matahari sebagai pencahayaan alami, pada bangunan asrama dan sekolahan memberikan ventilasi berupa kisi-kisi serta jendela kaca yang dapat di buka.



Gambar; IV.5 Bukaannya

(sumber; Penulis, 2017)

Selain itu, pada bangunan diberikan shade yang berjenis overhang louvers untuk mendapatkan cahaya matahari tetapi menghalau sinar matahari langsung masuk ke dalam ruangan. Sehingga, dapat mengurangi penggunaan lampu pada waktu siang hari dan mampu mengurangi penggunaan energy listrik.

IV.5 Rancangan Solar Panel

Solar panel di letakan pada atap sisi utara bangunan dikarenakan matahari pada wilayah Yogyakarta lebih dominan ke utara 8 derajat. Seperti yang terlihat pada gambar berikut.



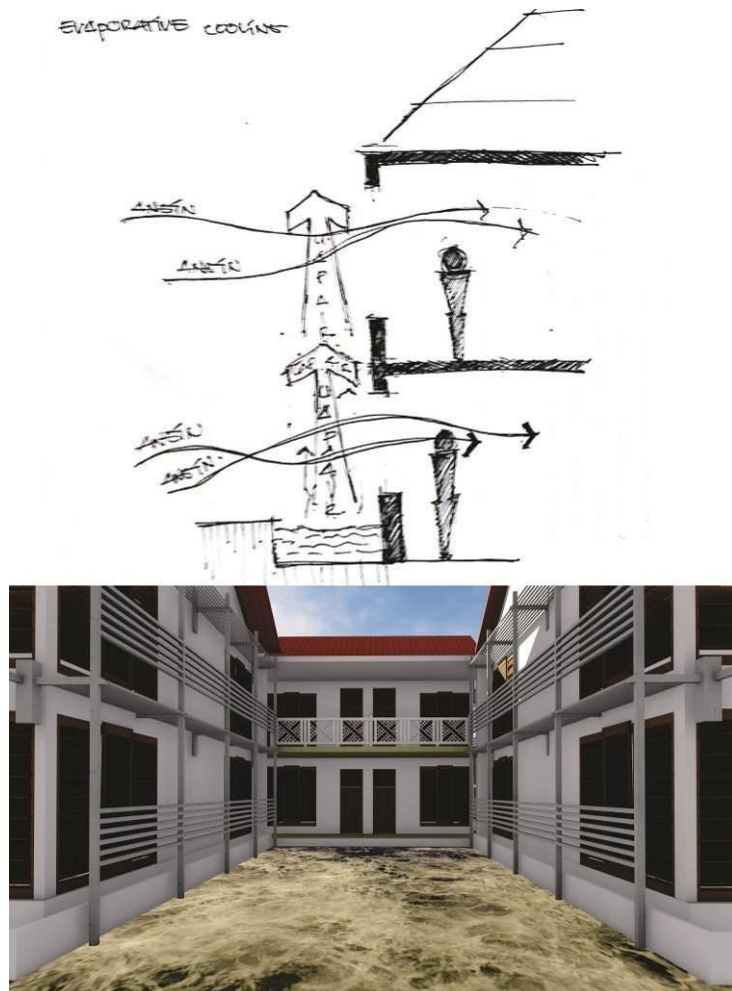
Gambar; IV.6 Solar Panel

(sumber; Penulis, 2017)

Gambar diatas menunjukkan sinar matahari menuju dan diserap langsung oleh solar panel untuk menghasilkan listrik pada bangunan. Solar panel di letakan pada setiap gubahan masa pada bagian utara atap dari bangunan.

IV.6 Rancangan Evaporative Cooling

Evaporative cooling diberikan pada sisi selatan dan utara bangunan berfungsi sebagai building cooling. Dengan cara kerja memanfaatkan uap air yang di tiup angin mengenai dan masuk ke dalam bangunan, sehingga menurunkan suhu bangunan.



Gambar; IV.7 Evaporative cooling

(sumber; Penulis, 2017)

Evaporative cooling selain berfungsi sebagai pendingin bangunan, juga mampu meniadakan penggunaan AC pada bangunan.

IV.7 Rancangan Vegetasi

Vegetasi yang berjenis peneduh untuk menghalangi matahari mengenai selubung bangunan.



Gambar; IV.8 Vegetasi
(sumber; Penulis, 2017)

IV.8 Rancangan Selubung Bangunan



Gambar; IV.9 Selubung Bangunan
(sumber; Penulis, 2017)

Selubung bangunan diberikan secondary skin untuk menghambat sinar matahari langsung masuk ke dalam bangunan. Sehingga mampu meminimalisir panas pada selubung bangunan dan meniadakan penggunaan pendingin bangunan.

IV.9 Rancangan Interior



Gambar; IV.10 Interior Asrama

(sumber; Penulis, 2017)

Interior bangunan diberikan wallpaper yang cerah berfungsi untuk estetika, selain itu penggunaan jendela yang memiliki krapyak untuk sirkulasi udara dalam bangunan.



Gambar; IV.11 Interior Ruang Kelas

(sumber; Penulis, 2017)

Interior ruang kelas terdapat bukaan yang berfungsi sebagai ventilasi dan pendingin ruangan.

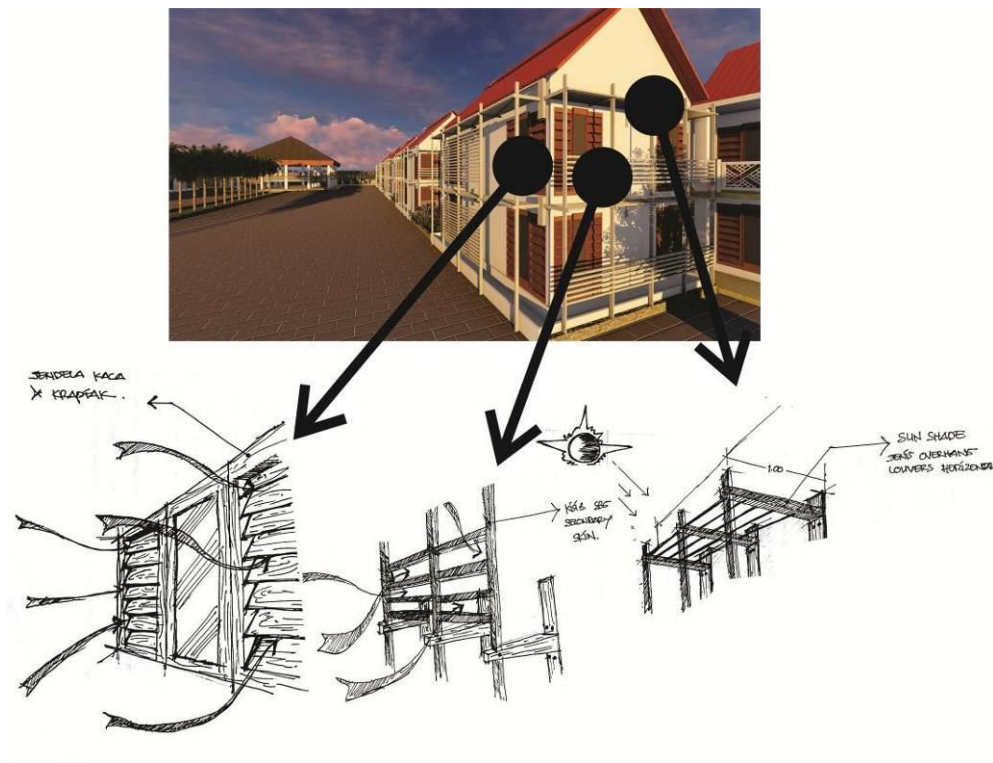


Gambar; IV.12 Interior Ruang Makan

(sumber; Penulis, 2017)

Interior kantin terdapat bukaan yang berfungsi sebagai ventilasi dan pendingin ruangan.

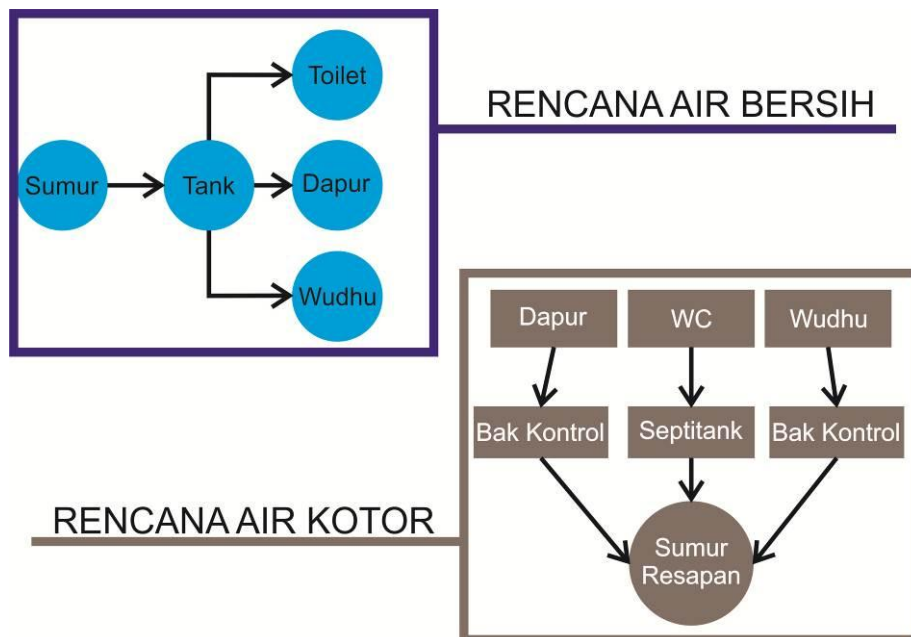
IV.10 Rancangan Detail Arsitektural



Gambar; IV.13 Detail Arsitektur

(sumber; Penulis, 2017)

IV.11 Rencana Utilitas

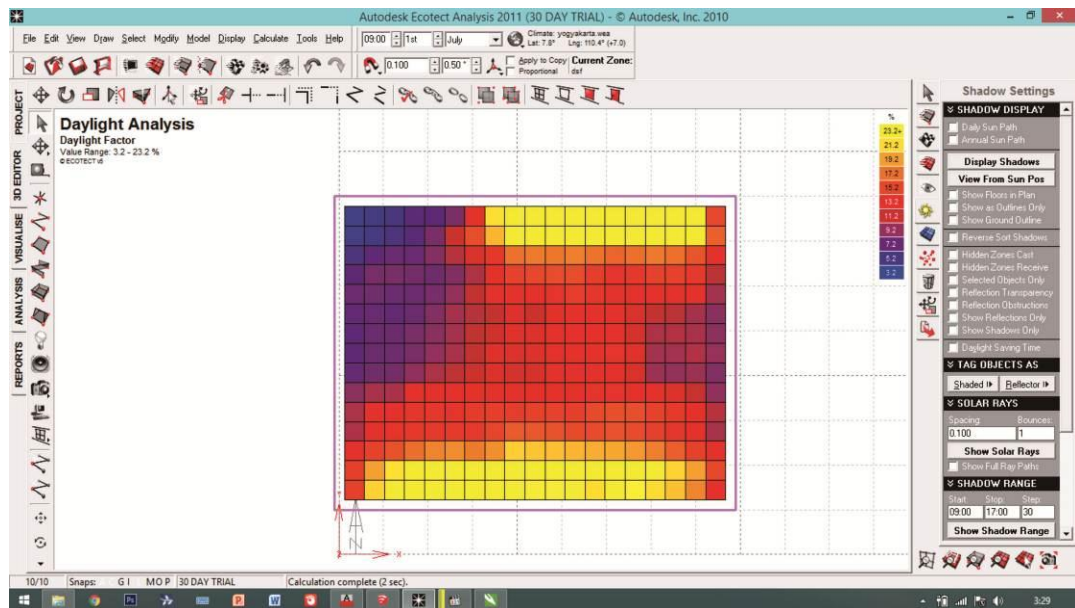


Gambar; IV.14 Rencana Utilitas

(sumber; Penulis, 2017)

IV.12 Uji Disain

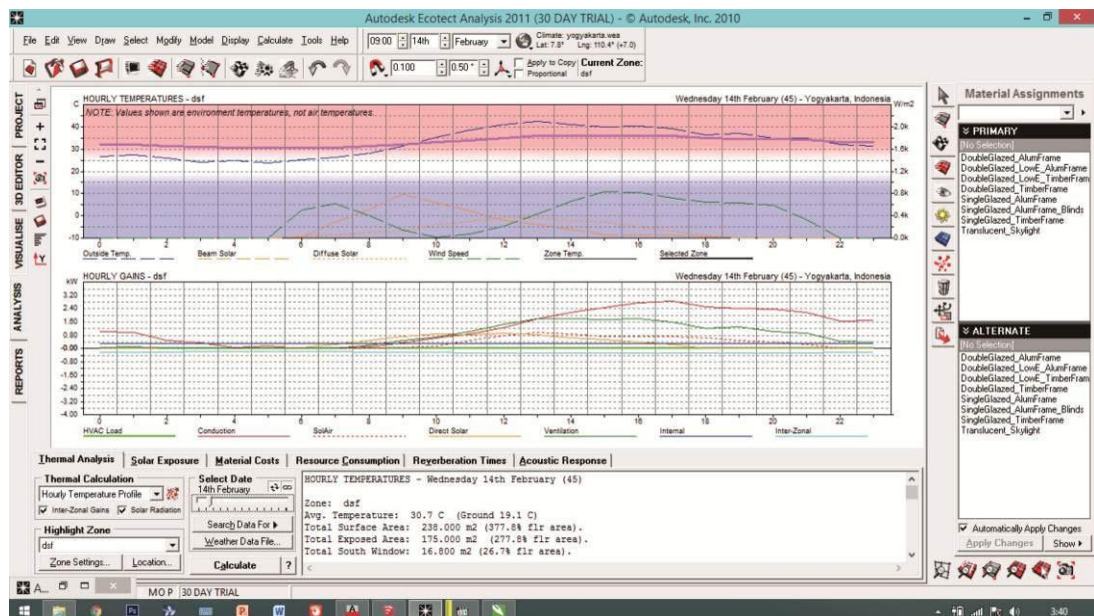
1. Pencahayaan alami dan Kenyamanan Thermal



Gambar; IV.15 pencahayaan alami

(sumber; Penulis, 2017)

Dari hasil uji disain yagn di lakukan pada ruang kelas yaitu uji pencahayaan, maka pencahayaan pada ruangan ini sudah cukup baik hanya memerlukan 1 titik lampu pada susut ruangan.



Gambar; IV.16 kenyamanan termal

2. (sumber; Penulis, 2017)

3. Kebutuhan Solar Panel

1. Asrama

- **Kebutuhan listrik 1 kamar**

Total penggunaan listrik per kamar = **1.200 watt**

Kebutuhan Panel kamar

1 panel = 600 watt
 $= 1.200/600$
= 2 panel/kamar

- **Kebutuhan Listrik Dapur**

Total penggunaan listrik dapur = **7.900 watt**

Kebutuhan Panel dapur

1 panel = 600 watt
 $= 7.900/600$
= 14 panel

- **Kebutuhan listrik Aula**

Total penggunaan listrik Aula = **12.000 watt**

Kebutuhan Panel Aula

1 panel = 600 watt
 $= 12.000/600$
= 20 panel

- **Kebutuhan listrik MCK**

Total penggunaan listrik MCK = **3.750 watt**

Kebutuhan Panel MCK

1 panel = 600 watt
 $= 3.750/600$
= 7 panel

2. SMAIT

- **Kebutuhan Listrik Lab. Komputer**

Total penggunaan listrik Lab. Komputer = **18.000 watt**

Kebutuhan Panel Lab. Komputer

1 panel = 600 watt
 $= 18.000/600$
= 30 panel

- **Kebutuhan Listrik Lab. Bahasa**

Total penggunaan listrik Lab. Bahasa = **20.700 watt**

Kebutuhan Panel Lab. Bahasa

1 panel = 600 watt
 $= 20.700/600$
= 35 panel

- **Kebutuhan listrik Kantor kepala sekolah**

Total penggunaan listrik Kantor KEPSEK = 3.600 watt

Kebutuhan Panel kantor KEPSEK

1 panel = 600 watt
 $= 3.600/600$
= 6 panel

- **Kebutuhan listrik Ruang Rapat**

Total penggunaan listrik Ruang rapat = **2.040 watt**

Kebutuhan Panel Ruang Rapat

1 panel = 600 watt
 $= 2.040/600$
= 4 panel

- **Kebutuhan Listrik Kantin**
 Total penggunaan Kantin = **4.800 watt**
Kebutuhan Panel Kantin
 1 panel = 600 watt

$$= 4.800/600$$

= 8 panel

- **Kebutuhan Listrik Ruang TU**
 Total penggunaan listrik Ruang TU = **8.400 watt**
Kebutuhan Panel Ruang TU
 1 panel = 600 watt

$$= 8.400/600$$

= 14 panel

- **Kebutuhan Listrik Perpustakaan**
 Jadi penggunaan listrik Perpustakaan per hari = 3.840 watt
Kebutuhan Panel PERPUS
 1 panel = 600 watt

$$= 3.840/600$$

= 7 panel

- **Kebutuhan Listrik Koperasi**
 Total penggunaan listrik koperasi = **5.600 watt**
Kebutuhan Panel Koperasi
 1 panel = 600 watt

$$= 5.600/600$$

= 10 panel

