



## BAB 2

### PENELUSURAN PERSOALAN PERANCANGAN DAN PEMECAHANNYA

#### 2.1 Konteks kawasan

##### 2.1.1 Lokasi Perancangan

Lokasi perancangan dilakukan di Sukoharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta. Pemilihan lokasi didasari atas lokasi yang tidak jauh dengan pemukiman warga dimana standard lokasi sekolah berada pada jarak  $\frac{3}{4}$  kilometer dan harus bisa dicapai dengan jalan kaki tidak lebih dari 10 menit. Selain itu pemilihan lokasi didasari karena tidak ditemukannya sekolah dengan konsep serupa di sekitar site. Kondisi eksisting site yang juga berdekatan dengan kawasan persawahan juga mendukung tema perancangan yaitu sekolah yang terintegrasi dengan alam.



Gambar 2. 1 Lokasi site

Sumber : Google map yang di redraw, 2018.

- Batas utara : Lahan permukiman
- Batas timur : Sungai dan lahan sawah
- Batas selatan : Lahan sawah
- Batas barat : Lahan permukiman

Lokasi yang berdekatan dengan area persawahan membuat kondisi seperti pergerakan angin tidak terbatas oleh bangunan yang ada di sekitarnya.



Selain itu lahan yang tadinya yang mengandung air cukup banyak akan mempengaruhi desain struktur agar kelembaban tersebut tidak merambat ke elemen bangunan.

### 2.1.2 Aksesibilitas



Gambar 2. 2 Aksesabilitas menuju site

Sumber : Google map yang di redraw, 2018.

Site perancangan berada di Jalan Pasir Luhur, Sukoharjo, Ngaglik, Sleman dimana untuk menuju site pencapaiannya yang cukup mudah karena bisa diakses dari 2 jalan besar yaitu :

1. Jalan Kaliurang

Merupakan jalan dua arah dengan lebar jalan 7 meter dengan kondisi jalan yang cukup ramai pada jam tertentu karena merupakan salah satu jalan penghubung utama Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta.

2. Jalan Besi Jangkang

Merupakan jalan dua arah dengan lebar jalan 6 meter yang cukup lengkung dan merupakan salah satu cabang Jalan Kaliurang di km 13.

### 2.1.3 Kondisi Geografis

Kecamatan Ngaglik memiliki luas 3.852 km<sup>2</sup> dengan 20.374 jiwa/km<sup>2</sup>. Secara topografi, wilayah kecamatan Ngaglik terletak di wilayah lereng terbawah bagian selatan Gunung Merapi, dengan ketinggian 100-499



mdpl, dengan struktur wilayah miring dengan dataran lebih rendah di bagian selatan.

### 2.1.4 Tata Guna Lahan

Ngaglik sebagai kawasan pendidikan, berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Sleman 2011-2013 Pasal 40 Ayat (1) berbunyi “Kecamatan Ngaglik merupakan kawasan peruntukkan pariwisata perkotaan. Berupa wisata pendidikan, ilmu pengetahuan dan belanja”.

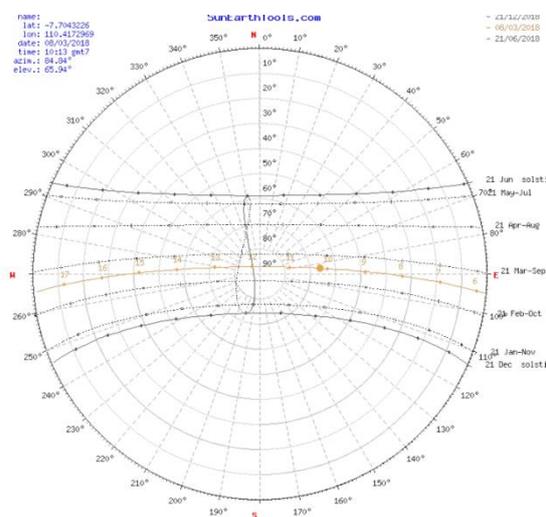
KDB : 40%

KLB : 2

Sempadan Jalan : Setengah lebar jalan

### 2.1.5 Kondisi Klimatologis Tapak

#### 1. Matahari



Gambar 2. 3 Sun Path Ngaglik.

Sumber : sunearthtools.com

Dari data sun path tersebut diketahui bahwa hampir setiap hari matahari selalu berada tepat di atas Kabupaten Sleman karena berada dekat dengan garis khatulistiwa.



## 2. Suhu

Kabupaten Sleman memiliki maksimum yaitu 30.7<sup>0</sup>C dan suhu terendah yaitu 19.6<sup>0</sup>C. Berikut merupakan data suhu tahunan yang ada di Kabupaten Sleman.

**Tabel 2. 1 Data suhu Kabupaten Sleman**

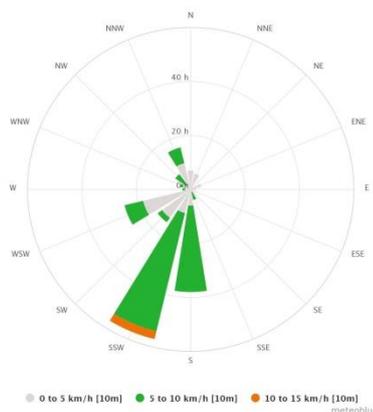
Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Suhu terendah	21.8	21.7	21.8	22	21.7	20.6	19.6	19.7	20.7	21.5	21.8	21.6
Suhu tertinggi	29	29.2	29.5	30.4	30.3	30.2	29.5	30	30.3	30.7	29.8	29.1
Suhu rata-rata	25.4	25.4	25.6	26.2	26	25.4	24.5	24.8	25.5	26.1	25.8	26.3

Sumber : climate-data.org

Dari data tersebut didapatkan bahwa dalam merancang desain bangunan di Sleman harus mampu menurunkan suhu luar ruangan agar mencapai kenyamanan termal di dalam ruangan dimana suhu ruang luar tertinggi adalah 30.7<sup>0</sup>C yang belum sesuai standar kenyamanan termal.

## 3. Angin

Arah angin di Kabupaten Sleman didominasi dari arah dari selatan dan barat daya dengan kecepatan angin 5-10km/h dimana setara dengan 1.38m/s – 2.7 m/s. Dimana menurut Lippsmeier kecepatan angin yang nyaman berkisar 0.25-1.25 m/s



**Gambar 2. 4 Wind Rose pada site.**

Sumber : www.meteoblue.com



Dengan data tersebut bisa diketahui bahwa dalam mendesain tata massa yang mempertimbangkan kecepatan angin agar tidak terlalu besar maupun tidak terlalu kecil dan mampu mencapai standar kenyamanan.

#### 4. Curah Hujan

Curah hujan secara umum di Indonesia cukup tinggi karena merupakan Negara dengan iklim tropis lembab. Adapun data curah hujan di Kabupaten Sleman adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. 2 Data suhu Kabupaten Sleman**

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
Curah Hujan	368	320	361	213	165	91	36	26	48	145	258	314

Sumber :climate-data.org

Dari data diatas Sleman memiliki curah hujan tertinggi di bulan Januari sebesar 361 mm/m<sup>2</sup> dan terendah di Bulan Agustus dengan jumlah 26 mm/m<sup>2</sup>.

## 2.2 Sekolah Alam

### 2.2.1 Definisi Sekolah Alam

Menurut Suhendi dan Murdiani (2012) Sekolah Alam merupakan kegiatan belajar mengajar yang menggunakan alam sebagai bahan ajar utama dan mempunyai ciri khas tersendiri tanpa menyimpang dari kurikulum yang berlaku secara nasional.

### 2.2.2 Konsep Sekolah Alam

Konsep sekolah alam adalah model sekolah yang mampu mengembangkan pendidikan secara alami dan mampu menghargai serta menjaga semua makhluk yang ada di seluruh alam semesta.

Adapun fungsi dari sekolah alam:

- Alam sebagai ruang belajar.
- Alam sebagai media bahan belajar.



c. Alam sebagai objek pembelajaran.

**Dilihat dari konsepnya yang menjadikan alam sebagai media maka dalam perancangannya yang menyangkut tata ruang harus sedekat mungkin dengan elemen alam.**

### **2.2.3 Prinsip Sekolah Alam**

Menurut Nugroho yang dilansir dalam kompasiana.com dalam melangsungkan proses belajar mengajar, sekolah alam memegang teguh prinsip-prinsip sebagai berikut:

1. Alam adalah seluruh bagian semesta yang dapat ditangkap dengan indera.
2. Proses pendidikan tidak dibatasi oleh dinding sekolah.
3. Peserta didik bersentuhan dengan objek belajar sebagai bagian dari permainan.

**Dari penjabaran tersebut diketahui bahwa anak menggunakan panca indera sebagai alat untuk belajar secara langsung sehingga dalam perancangan yang menyangkut ruang tidak sebaiknya terbatas dinding sehingga anak mampu menangkap ilmu yang ada di sekitarnya secara langsung.**

### **2.2.4 Metode Pembelajaran**

#### *1. Spider Web*

Metode belajar spider web merupakan metode yang meningkatkan kepekaan terhadap anak pada suatu permasalahan sekaligus dengan terbuka mampu menyelesaikan permasalahan dan mencari pemecahannya yang total dan menyeluruh.

#### *2. Accelerated Learning*

Merupakan metode yang memacu dalam memanfaatkan potensi dalam diri siswa sehingga mampu memaksimalkan diri.

#### *3. Active Learning*



Merupakan metode belajar mengajar secara interaktif dari berbagai arah oleh semua pelaku pembelajar di sekolah yaitu guru dan siswa.

### **2.2.5 Kegiatan Sekolah Alam**

Penerapan kurikulum yang berbeda dengan sekolah formal pada umumnya membuat sekolah alam memiliki beberapa macam kegiatan utama dan penunjang bagi proses belajar siswanya, diantaranya yaitu:

#### **1. *Market Day* (Magang dan Bisnis)**

Merupakan kegiatan dimana siswa berlatih untuk melakukan transaksi jual beli dari mereka dan untuk mereka.

#### **2. Outbond**

Kegiatan outbond memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan kegiatan fisik diluar ruangan yang bertujuan untuk melatih keberanian, kerjasama, keberanian dan kepemimpinan.

#### **3. Camping**

Merupakan kegiatan yang rutin dilakukan untuk melatih kemandirian siswa dan berinteraksi dengan makhluk hidup lain yang berada di alam.

#### **4. Beternak dan Berkebun**

Dilengkapi dengan fasilitas peternakan, siswa mampu belajar bagaimana memelihara hewan-hewan ternak seperti ayam, itik dan kelinci. Sedangkan kegiatan berkebun merupakan kegiatan yang dapat menambah wawasan siswa mengenai cara menanam tumbuhan organik dan mendapatkan manfaat dari kegiatan tersebut.

#### **5. Audiensi**

Merupakan kegiatan yang bertujuan agar siswa mampu mengembangkan kreatifitasnya dan menambah kepercayaan diri saat tampil di hadapan banyak orang.

**Berdasarkan kegiatan-kegiatan yang terdapat pada sekolah alam tersebut sebagian besar adalah di luar ruangan. Sehingga dalam perancangannya penataan lanskap sangat penting untuk mendukung kegiatan tersebut.**



### **2.2.6 Kenyamanan Belajar**

Sekolah sebagai wadah menuntut ilmu diharapkan mampu memberikan kenyamanan terutama kepada siswa agar proses belajar mampu berjalan dengan efektif. Adapun faktor yang mampu mempengaruhi kenyamanan belajar siswa pada ruang kelas adalah:

#### **1. Pencahayaan dan sirkulasi udara**

Menurut Karwati (2014) kenyamanan belajar yang berkaitan dengan pencahayaan akan mempengaruhi keadaan fisik maupun psikologi siswa. Pencahayaan yang kurang akan membuat siswa kelelahan dan menurunkan konsentrasi belajar. Selain pencahayaan, sirkulasi udara juga mempengaruhi proses belajar siswa, karena apabila siswa tidak nyaman maka akan mengurangi konsentrasi belajar. Pencahayaan dan sirkulasi udara dapat diselesaikan dengan adanya bukaan berupa jendela atau ventilasi yang cukup sehingga mampu memberikan proses belajar yang efektif.

#### **2. Adanya tumbuhan hijau**

Menurut Karwati (2014) sekolah dengan lingkungan yang nyaman adalah yang memiliki pepohonan rindang karena pohon mampu menyuplai oksigen yang dapat meningkatkan konsentrasi belajar siswa. Kurangnya kadar oksigen bisa membuat suplai darah menuju otak menjadi lambat dan menurunkan konsentrasi belajar siswa. Semakin rindang pepohonan maka suplai oksigen yang dihasilkan juga akan lebih banyak dan mampu memenuhi kebutuhan siswa.

#### **3. Jauh dari gangguan kebisingan, polusi dan bau.**

Lingkungan sekolah yang baik adalah lingkungan yang mampu menciptakan kenyamanan bagi siswa. Untuk menciptakan kenyamanan tersebut lingkungan sekolah sebaiknya jauh dari hal yang bisa mengganggu proses belajar mengajar. Kebisingan merupakan salah satu hal yang harus dihindari. Kebisingan sendiri bisa berasal dari dalam maupun luar lingkungan sekolah seperti suara



kendaraan, suara mesin maupun suara manusia. Selain itu ruangan kelas juga harus menghindari adanya kemungkinan polusi maupun bau tidak sedap yang berasal dari lingkungan sekolah seperti polusi kendaraan maupun bau dari sampah atau limbah. Sehingga peletakkan maupun kelas harus mampu menjauhi dan mengurangi kebisingan, polusi dan bau agar konsentrasi siswa tidak terganggu.

#### 4. Penempatan perabotan dan kenyamanan gerak

Penempatan perabotan seperti komponen meja, kursi dan papan tulis sebaiknya tidak terlalu dekat maupun tidak terlalu jauh begitu juga dengan penempatan papan tulis yang sebaiknya tidak terlalu tinggi maupun rendah.

**Dari penjabaran diatas dapat diketahui bahwa untuk mendapatkan kenyamanan saat proses pembelajaran, maka dalam perancangan harus mampu memenuhi kriteria diatas.**

## 2.3 Arsitektur Ekologis

### 2.3.1 Definisi Arsitektur Ekologis

Kata "ekologi" digunakan pertama kali pada tahun 1866 oleh seorang ilmuwan Jerman Ernst Haeckel yang berasal dari bahasa Yunani yaitu 'oikos' yang berarti rumah atau tempat untuk hidup dan 'logos' yang berarti studi atau ilmu.

Konsep arsitektur ekologis menurut Frick (1996) merupakan konsep keseimbangan lingkungan antara alam dan manusia. Perencanaan berkonsep arsitektur ekologis bertujuan mendesain sistem lingkungan dalam bangunan sehingga tidak membebani siklus alami yang akan berdampak pada siklus-siklus di alam. Hal ini dimungkinkan adanya perubahan dan transformasi pada sumber daya alam yang dapat berdampak pada kelangsungan hidup manusia. Pemikiran rancangan arsitektur yang menekankan pada ekologi, ramah terhadap alam, tidak boleh menghasilkan bangunan fisik yang membahayakan siklus-siklus tertutup dari ekosistem sebagai sumber daya yang ada di tanah, air dan udara.



Dalam melakukan pendekatan konsep ekologi pada perancangan arsitektur Yeang (2006), me-definisikannya sebagai: *Ecological design, is bioclimatic design, design with the climate of the locality, and low energy design* yang, menekankan pada : integrasi kondisi ekologi setempat, iklim makro dan mikro, kondisi tapak, program bangunan, konsep design dan sistem yang tanggap pada iklim, penggunaan energi yang rendah, diawali dengan upaya perancangan secara pasif dengan mempertimbangkan bentuk, konfigurasi, fasad, orientasi bangunan, vegetasi, ventilasi alami, warna. Integrasi tersebut dapat tercapai dengan mulus dan ramah, melalui 3 tingkatan; yaitu yang **pertama** integrasi fisik dengan karakterfisik ekologi setempat, meliputi keadaan tanah, topografi, air tanah, vegetasi, iklim dan sebagainya. **Kedua**, integrasi sistem-sistem dengan proses alam, meliputi: cara penggunaan air, pengolahan dan pembuangan limbah cair, sistem pembuangan dari bangunan dan pelepasan panas dari bangunan dan sebagainya. **Ketiga** adalah, integrasi penggunaan sumber daya yang mencakup penggunaan sumber daya alam yang berkelanjutan.

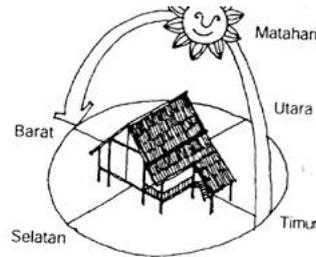
### 2.3.2 Prinsip Pendekatan Arsitektur Ekologis Ekologis

#### 1. Peka terhadap Iklim

Iklim merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam merancang bangunan untuk menciptakan kenyamanan pengguna bangunan. Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis lembab, dimana iklim ini memiliki karakteristik yang dipengaruhi oleh unsur-unsur seperti radiasi matahari, suhu, kecepatan angin dan kelembaban udara.

##### 1.) Radiasi matahari

Matahari merupakan salah satu komponen alam yang sangat penting bagi manusia. Dalam perancangan arsitektur matahari bisa berperan sebagai pencahayaan alami. Pemanfaatan cahaya matahari tentu perlu diperhatikan agar radiasi matahari tidak ikut masuk dan dapat membuat suasana panas dalam bangunan.



Gambar 2. 5 Orientasi bangunan memperhatikan pergerakan matahari.

Sumber : Frick (2007)

Indonesia merupakan negara yang dilewati garis khatulistiwa dimana posisi matahari hampir selalu berada di atas saat siang hari di sepanjang tahun. Suhu di Indonesia yang cukup tinggi membuat radiasi matahari dihindari agar tidak masuk dan meningkatkan suhu ruangan.

a. Suhu

Indonesia merupakan iklim tropis lembab yang mempunyai temperatur udara antara 22 – 35 °C dan kelembapan udara yang tinggi diatas 60%. Sedangkan Lippsmeir (1997) menyebutkan bahwa batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembapan udara 20 – 50%. Untuk menghindari suhu ruangan yang tinggi dilakukan beberapa metode seperti penggunaan vegetasi sebagai peneduh dan desain atap.



Gambar 2. 6 Perlindungan gedung terhadap matahari dengan tanaman peneduh.

Sumber : Frick (2007)

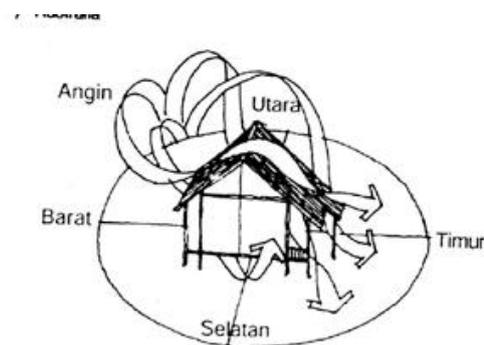
b. Kelembaban udara



Kelembaban udara merupakan jumlah kadar air dalam udara. Dalam mencapai kenyamanan termal, tubuh manusia akan melakukan upaya penurunan suhu tubuh melalui proses evaporasi dimana tubuh akan melepaskan panas dengan cara mengeluarkan keringat. Keringat tersebut kemudian akan menguap apabila terdapat angin yang bergerak melintasi tubuh. Kelembaban udara yang tinggi menyebabkan proses penguapan tersebut akan sulit terjadi karena kadar air dalam udara juga tinggi. Indonesia merupakan negara iklim tropis lembab memiliki kelembaban yang bisa mencapai 80%, sedangkan menurut Lippmeier untuk mencapai kenyamanan termal harus memiliki kelembaban 20-50%.

c. Kecepatan Angin

Seperti yang diketahui dengan karakteristik iklim Indonesia merupakan iklim tropis lembab dengan temperatur udara antara 22 – 35 °C dan kelembaban udara yang tinggi diatas 60%, keberadaan angin menjadi hal yang penting karena dengan adanya pergerakan angin dapat mengurangi kelembaban.



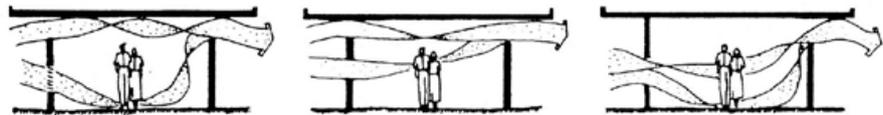
Gambar 2. 7 Perlakuan angin terhadap bangunan.

Sumber : Frick (2007)

Menurut *Lippmeier* (1997) patokan untuk kecepatan angin ialah yang nyaman untuk daerah tropis adalah 0.25 m/s - 1.5 m/s. Sistem penghawaan alami bangunan bisa dipengaruhi beberapa aspek bangunan, yaitu penataan massa bangunan, orientasi masa bangunan dan desain bukaan. Penataan massa yang baik di iklim



tropis lembab adalah dengan bentuk bangunan *single bank* karena selain bisa dibuat ventilasi silang sehingga terjadi pergerakan udara juga menciptakan *wind shadow* yang kecil. Orientasi bangunan yang tepat adalah dimana sisi panjang bangunan menghindari matahari namun tegak lurus terhadap arah datang angin. Sedangkan desain bukaan yang baik adalah bukaan yang mengarahkan angin langsung ke tubuh pengguna sehingga tercapai kenyamanan termal.



Gambar 2. 8 Letak bukaan terhadap pergerakan angin.

Sumber : Frick (2007)

**Diketahui bahwa angin menjadi salah satu faktor kenyamanan termal yang mendukung perancangan arsitektur sehingga dalam perancangannya harus disesuaikan dengan penataan massa dan ruang sehingga komponen tersebut bisa dimanfaatkan dengan maksimal.**

## 2. Hemat Energi

### 1.) Penghawaan Alami

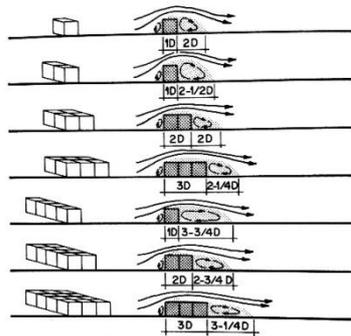
Penghawaan alami merupakan salah satu *passive strategy* untuk mengurangi energi yang digunakan dalam bangunan. Penghawaan alami di pengaruhi oleh beberapa faktor agar mampu dimanfaatkan secara optimal yaitu desain massa bangunan dan desain bukaan.

#### a. Massa bangunan

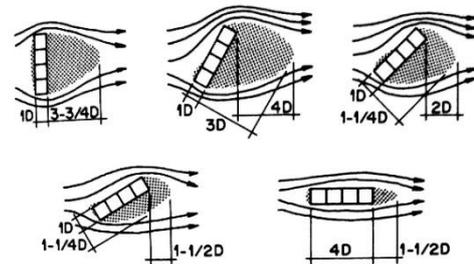
Pada dasarnya angin akan bergerak dari area bertekanan tinggi (positif) ke area bertekanan rendah (negatif). Desain massa bangunan



dapat memungkinkan untuk mengarahkan maupun menghalangi pergerakan angin.



Gambar 2. 10 Besar *wind shadow* pada bangunan.  
Sumber : Boutet (1987).

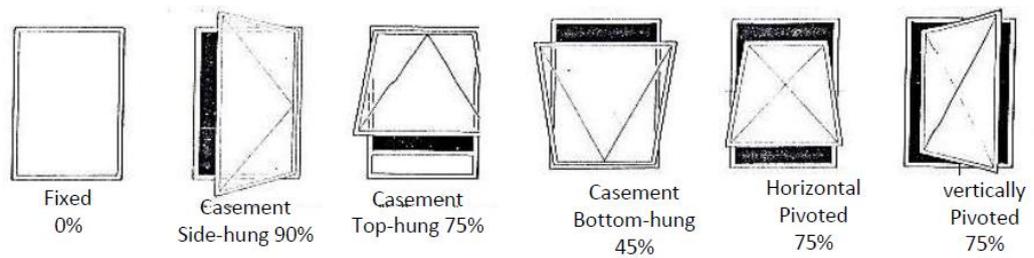


Gambar 2. 9 Besar *wind shadow* bangunan linear pada berbagai orientasi  
Sumber : Boutet (1987).

Massa bangunan dengan bentuk *single banked* memiliki potensi memasukan udara lebih baik dibandingkan dengan *double banked* atau lebih karena angin akan lebih mudah untuk masuk dan keluar tanpa terhalang oleh dinding. Untuk mendapatkan pergerakan angin terbesar maka orientasi bangunan paling baik adalah dengan menghadapkan sisi panjang bangunan tegak lurus dengan arah angin datangnya angin.

#### b. Desain Bukaannya

Peletakan bukaan sebagai fungsi untuk kenyamanan termal sebaiknya mampu mengarahkan masuknya angin hingga mampu mengenai tubuh manusia di dalamnya sehingga terjadi proses *body cooling*. Begitu juga dengan proses *building cooling* dimana udara panas yang cenderung akan naik ke langit-langit bangunan bisa terbawa oleh aliran angin yang masuk.



Gambar 2. 11 Tipe bukaan

Sumber : Beckett (1974).

Tabel 2. 3 Presentase dan arah angin tiap tipe bukaan

Tipe bukaan	Presentase angin yang dimasukkan (%)	Pengarahannya
Fixed	0	Tidak mengarahkan angin.
Casement side-hung	90	Tidak mengarahkan angin secara langsung.
Casement top-hung	75	Pengarahannya angin building cooling.
Casement bottom-hung	45	Pengarahannya angin body cooling.
Horizontal pivoted		
Bagian atas jendela menjorok ke dalam.	75	Pengarahannya angin building cooling.
Bagian atas jendela menjorok ke luar.	75	Pengarahannya angin body cooling.
Vertically pivoted		
Bagian kanan jendela menjorok ke luar.	75	Tidak mengarahkan angin secara langsung.
Bagian kiri jendela menjorok ke luar.	75	Tidak mengarahkan angin secara langsung.

Sumber : Penulis (2018)

Dari beberapa tipe bukaan tersebut tipe bukaan yang paling paling banyak memasukkan angin adalah tipe *casement side-hung* yaitu sebesar 90% sedangkan tipe bukaan yang paling baik dalam mengarahkan angin yang berperan sebagai *body cooling* adalah tipe *casement bottom hung* karena tipe bukaan ini mengarahkan angin secara langsung ke arah dimana aktifitas manusia berlangsung.



## 2.) Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami merupakan salah satu cara untuk menghemat energi yaitu dengan memanfaatkan daylighting sebagai pencahayaan di siang hari agar mampu meminimalkan penggunaan energi lampu. Adapun cara untuk memasukkan cahaya alami berdasarkan massa bangunan adalah:

### a. Orientasi Bangunan

Menurut *lippsmeier* untuk orientasi bangunan dan perlindungan terhadap cahaya matahari, berlaku aturan-aturan dasar berikut :

1. Sebaiknya fasad terbuka menghadap ke selatan atau utara, agar meniadakan radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan konsentrasi tertentu yang menimbulkan panas.
2. Pada daerah iklim tropis basah diperlukan pelindung untuk semua lubang bangunan terhadap cahaya langsung dan tidak langsung, bahkan bila perlu untuk seluruh bidang bangunan, karena bila langit tertutup awan, seluruh bidang langit merupakan sumber cahaya.

### b. Bentuk Bangunan

Bentuk bangunan merupakan salah satu penentu pencahayaan alami. Adapun kriteria bentuk bangunan yang mampu optimal dalam memasukkan cahaya alami yaitu:

#### 1. Bentuk bangunan ramping

Merupakan bentuk bangunan yang *single banked* karena dengan begitu ruangan akan langsung berhubungan dengan ruang luar sehingga bisa mendapatkan cahaya matahari.

#### 2. Penggunaan atrium atau innercourt

Penggunaan atrium atau innercourt berguna untuk memasukkan cahaya di dalam bangunan.



### **3. Material Ramah Lingkungan**

Adapun prinsip-prinsip ekologis dalam penggunaan bahan bangunan:

- Bahan bangunan diproduksi dan dipakai sedemikian rupa sehingga dapat dikembalikan kedalam rantai bahan (didaur ulang).
- Bahan bangunan atau bagian bangunan harus mudah diperbaiki dan diganti.
- Bahan yang dipakai harus kuat dan tahan lama.
- Menggunakan bahan bangunan harus menghindari penggunaan bahan yang berbahaya (logam berat, chlor).

### **4. Energi terbarukan**

Menurut Frick dalam merancang bangunan yang ekologis harus mengutamakan energi terbarukan sebagai pengganti energi bangunan yang bisa didapatkan dari unsur alam itu sendiri. Adapun beberapa teknologi alternatif sebagai strategi untuk mengurangi penggunaan energi didalam bangunan yaitu:

#### **1.) Solar Panel**

Walaupun di ketahui bahwa matahari merupakan hal yang perlu dihindari demi mencapai kenyamanan termal, namun di sisi lain matahari juga dapat berperan sebagai energi alternatif yang mampu menghemat energi listrik berupa sel surya.

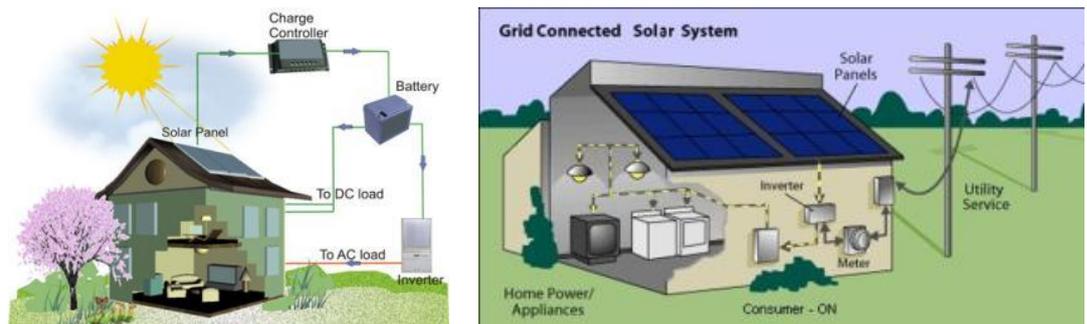


**Gambar 2. 12 Sel surya**

Sumber : [http://www.ahlingkungan.com/rain-harvesting\\_Manfaat-rain-harvesting.php](http://www.ahlingkungan.com/rain-harvesting_Manfaat-rain-harvesting.php)



Solar fotovoltaik atau sel panel/surya merupakan salah satu teknologi dalam rangka menghemat energilistrik. Sel panel terbagi menjadi sistem off-grid dan sistem on-grid. Sistem off-grid atau biasa dikenal dengan Solar Home Sistem yang biasa digunakan untuk daerah yang tidak terjangkau sumber listrik PLN seperti rumah tinggal yang terpencil, kendaraan, kamera dan lain-lain. Sedangkan sistem off-grid bisa dihubungkan dengan sumber listrik seperti PLN atau sumber listrik lain.



Gambar 2. 13 (a) Sistem solar panel *off-grid* (b) Sistem solar panel *on-grid*

Sumber : <http://solarsuryaindonesia.com/info/sistem-off-grid-on-grid-tie>

### a. Jenis-jenis panel surya

#### ▪ *Monocrystalline*

Dengan teknologi seperti ini, akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain di pasaran. Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya.



- ***Polycrystalline***

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16% .

Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya *monocrystalline* di atas. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding *monocrystalline*, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.

- ***Thin Film Solar Cell (TFSC)***

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).

**b. Hal yang perlu diperhatikan pemasangan sel panel**

- **Lokasi Pemasangan**

Lokasi menentukan menghadap ke sisi mana panel yang akan di pasang. Yogyakarta merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang berada di sisi selatan garis khatulistiwa maka idealnya memasang panel menghadap ke utara. **Dalam perancangan, hal ini akan mempengaruhi orientasi massa agar mampu mendapatkan matahari secara maksimal.**

- **Luasan Atap**

Sel panel banyak dipasang di atap selain karena sisi paling tinggi bangunan, sel panel juga mampu membantu mengurangi potensi kebocoran saat hujan. Luas atap berpengaruh terhadap



kapasitas yang akan di hasilkan oleh solar panel. Idealnya untuk 1 kWp solar panel mampu memproduksi 1kWh sumber listrik dibutuhkan luasan sebesar 2.5m<sup>2</sup>.

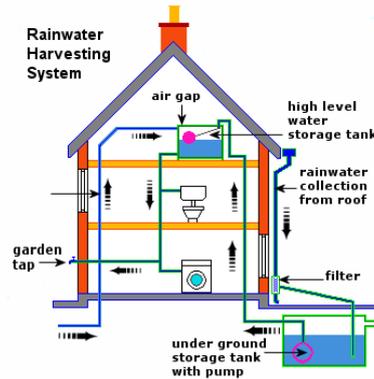
- **Kemiringan Atap**

Umumnya di Indonesia rata-rata memiliki kemiringan atap sebesar 30-40°. Sedangkan panel surya dapat menangkap sinar matahari minimal pada kemiringan 10°. Semakin miring atap, maka efisiensi panel surya berkurang. **Berdasarkan luasan dan kemiringan atap maka dalam perancangan akan mempengaruhi bentuk atap yang akan digunakan agar mampu memanfaatkan energi matahari tersebut secara maksimal.**

## 2.) *Rain water harvesting*

Diketahui bahwa air dan perairan adalah pembentuk kehidupan di bumi dan permukaan air lebih besar dibandingkan dengan daratan. Air merupakan komponen yang penting dan tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan hidup manusia. Walaupun begitu keberadaan air di bumi sebagian besar adalah air asin yaitu sebesar 97.4% dan sedangkan air tawar hanya sebesar 2.6%.

Peggunaan air yang terus menerus tersebut tentu akan membuat sumber daya air bersih akan berkurang. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mencegah penggunaan air bersih yang berlebihan adalah rainwater harvesting. Rainwater harvesting merupakan metode sistem penampungan air hujan agar bisa digunakan kembali seperti menyiram tanaman, minum hewan ternak dan *flushing water*. Metode ini dianggap tepat digunakan di Indonesia karena curah hujan yang cukup tinggi yaitu rata-rata 2000-3000 mm/tahun atau 150-300 mm/bulan.



Gambar 2. 14 Rain water harvesting.

Sumber : <http://www.lowenergyhouse.com>

Air hujan di tampung di tangki-tangki air baik di atas tanah maupun di bawah tanah. Hal yang perlu diperhatikan adalah air hujan rentan terhadap tumbuhnya alga dan bakteri sehingga dalam penyimpanannya harus terlindung dari sinar matahari.

**Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan ruang untuk penampungan air hujan yang terlindung dari sinar matahari dan bak penampungan di bagian atas apabila menggunakan sistem downfeed.**

## 2.4 Kajian Preseden

### 1. *Green School, Bali*



Gambar 2. 15 *Green School*

Sumber : <https://www.greenschool.org/>



*Green school* pertama dirintis pada tahun 2007 oleh seorang pengusaha perhiasan dan barang mewah dari Kanada yaitu John Hardy yang telah membuka usahanya di Bali sejak tahun 1970-an.. *Green school* berlokasi di hutan dan lahan pertanian dengan luas 8 ha yang menampung siswa dari jenjang KB, TK, SD, SMP dan SMA. Walaupun lokasinya yang berdekatan dengan pemukiman warga, namun *Green School* memiliki akses yang sulit dijangkau oleh kendaraan pribadi sehingga akan tersedia lahan asrama bagi siswanya.

Adapun implementasi arsitektural yang ada demi mengukung sustainability dan green architecture pada Green School Bali ini adalah :

- Dalam mendapatkan suasana yang lebih kondusif dan interaksi yang lebih baik antara guru dan siswa, kelas di desain tanpa adanya dinding pembatas.
- Penggunaan penghawaan berupa kincir angin yang berada di terowongan bawah tanah yang memanfaatkan potensi tapak karena berada di kontur dan berada di lokasi dekat sungai dan hutan.
- Tenaga listrik lainnya juga dengan menggunakan panel surya, sehingga tidak banyak boros dalam membutuhkan sumber energi elektrikal.
- Adanya tambak udang dan peternakan sapi, mendukung adanya sumber energi alami dan bahan bakar (biogas) yang bisa digunakan tanpa polusi terlalu besar.

## 2. Sanggar Anak Alam (SALAM)



Gambar 2. 16 Sanggar Anak Alam  
Sumber : Dokumentasi penulis (2017)



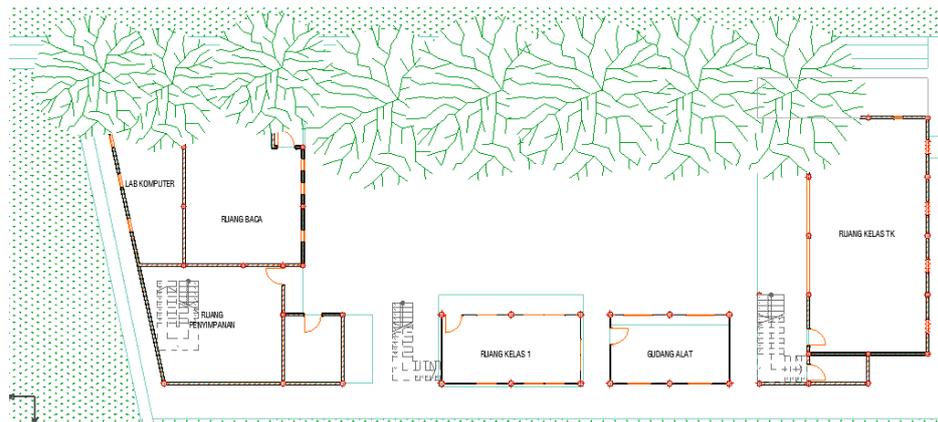
Sanggar Anak Alam (SALAM) berlokasi di Nitiprayan, Kasihan, Bantul. Terdiri dari jenjang pendidikan TK, hingga SMA dimana bangunan TK dan SD berada di satu tempat bangunan utama sedangkan untuk bangunan SMP dan SMA terpisah beberapa meter dari lokasi tersebut. Pada bangunan utama terdapat 7 ruang kelas dengan jumlah siswa TK 20 orang dan siswa SD sebanyak 15 orang per kelas. SALAM berada di tengah kawasan persawahan sehingga siswa harus melewati jalan pembatas irigasi air sebagai akses untuk menuju ke lokasi sekolah. Bangunan ini terdiri dari beberapa massa bangunan yang terpisah dan memiliki 2 lantai pada setiap massa.

**Tabel 2. 4 Data ruang di Sanggar Anak Alam**

Nama Ruang	Jumlah
Ruang Tamu	1
Ruang Sekretariat	1
Ruang Pengurus	1
Ruang Belajar Teori	9
Ruang Praktik Keterampilan	2
Ruang Usaha/ Produksi	1
Ruang Perpustakaan/Taman	1

Sumber : Nidyawati (2017)

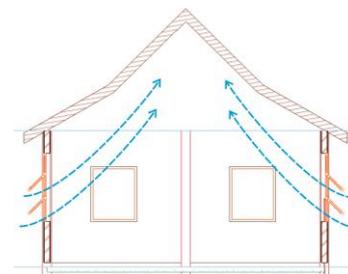
Bangunan SALAM didominasi dengan material lokal yaitu batako dan bambu sebagai dinding dan seng sebagai penutup atap. Orientasi bangunan Sanggar Anak Alam untuk ruang kelas TK, kelas 3, kelas 4, kelas 5 dan kelas 6 untuk sisi panjang nya menghadap ke arah barat-timur. Sedangkan untuk ruang kelas 1 dan kelas 2 memiliki sisi panjang ke arah selatan-utara. Arah angin berasal dari arah barat daya sehingga hampir semua masa bangunan mendapatkan pergerakan angin.



Gambar 2. 17 Siteplan sanggar anak alam.

Sumber : Melinda (2017)

Menurut Melinda (2017) ditinjau dari sisi penghawaan, bangunan ini belum nyaman secara termal yang dikarenakan suhu ruang luar yang tinggi dan desain bukaan yang tidak mengarahkan angin langsung ke pengguna bangunan.



Gambar 2. 18 Desain bukaan tidak mengarahkan angin ke pengguna bangunan.

Sumber : Melinda (2017)

Tipe bukaan yang diaplikasikan pada beberapa kelas di SALAM berupa *casement top-hung* dimana bukaan tipe tersebut mampu mendistribusikan angin sebesar 75% namun tidak mengarahkan angin ke pengguna bangunan sebagai *body cooling* namun justru mengarah ke atas sebagai *building cooling*. Hal tersebut belum menciptakan kenyamanan termal bagi pengguna bangunan.



### 3. School of Universe (SoU)



Gambar 2. 19 School of Universe

Sumber : <http://school-of-universe.com/>

Berawal dari pendirian Sekolah Alam Ciganjur pada tahun 1998 oleh Konseptor Sekolah Alam : Lendo Novo, School of Universe didirikan pada tahun 2004 di Parung, Bogor, Jawa Barat School of Universe sendiri adalah sekolah lanjutan dari tingkatan pendidikan dasar di Sekolah Alam Ciganjur, yakni Sekolah Menengah (SM) yang berusaha berinovasi menciptakan pengusaha muda berakhlak mulia, dengan logika berfikir yang baik, dan kepemimpinan yang hebat. Walaupun begitu saat ini SoU telah menampung siswa untuk tingkat PG, TK dan SD.

Konsep pembelajaran yang terdapat pada SoU adalah menggunakan sistem *spider web* yaitu sistem yang akan membuat siswa didik peka, sekaligus terbuka dalam menyimak permasalahan dan mencari pemecahannya yang total dan menyeluruh. Kurikulum di SoU dibagi menjadi 4 bagian pokok yaitu Akhlak, Kepemimpinan, Logika dan Bisnis dengan pola belajar SoU yaitu 70:30 dimana 70% aktivitas siswa berada di luar kelas dalam kegiatan belajar mengajarnya sedangkan 30% aktifitas berada di dalam kelas.



Ciri khas dari ruang-ruang di sekolah ini adalah ruang menerus. Suara, cahaya, aneka warna serta hawa atau udara diteruskan dari ruang luar ke ruang dalam, demikian juga sebaliknya. Bangunan-bangunan sekolah di desain dengan sistem rangka, sehingga suasana ruang sekolah yang terbentuk bernuansa terbuka. Material utama bangunan adalah bata dan kayu. Bata dipasang dengan susunan rapat dan renggang untuk mendapatkan variasi tekstur dan gradasi warna. Begitu juga material kayu dipasang berjarak atau renggang untuk mendapatkan bidang transparan dan pasangan rapat untuk bidang masif. Pasangan bata juga dipergunakan untuk pengerasan jalur pedestrian penghubung antar bangunan. Pasangan bata *exposed* berwarna orange pada bidang-bidang yang besar dimaksudkan untuk menghadirkan kontras pada site yang didominasi oleh warna hijau tetumbuhan.



Gambar 2. 20 School of Universe  
Sumber : <http://school-of-universe.com/>

School of Universe terbagi menjadi tiga zona bagian yaitu zona depan atau zona ekspresi, zona tengah dan zona belakang. Adapun ruang-ruang yang terdapat di School of Universe :

Tabel 2. 5 Daftar ruang yang ada di School of Universe

Zona Depan	Zona Tengah	Zona Belakang
- Masjid -Retail - Gedung Information, Communcation & Technology -Pemancar radio	-Universitas maestro -Kelas SD -Kelas SMP -Kelas SMA -Jungle gym -Ruang Workshop	-Laboratorium biotechnology -Nursoury -Miniatur hutan -Kebun riset -Kelas Playground



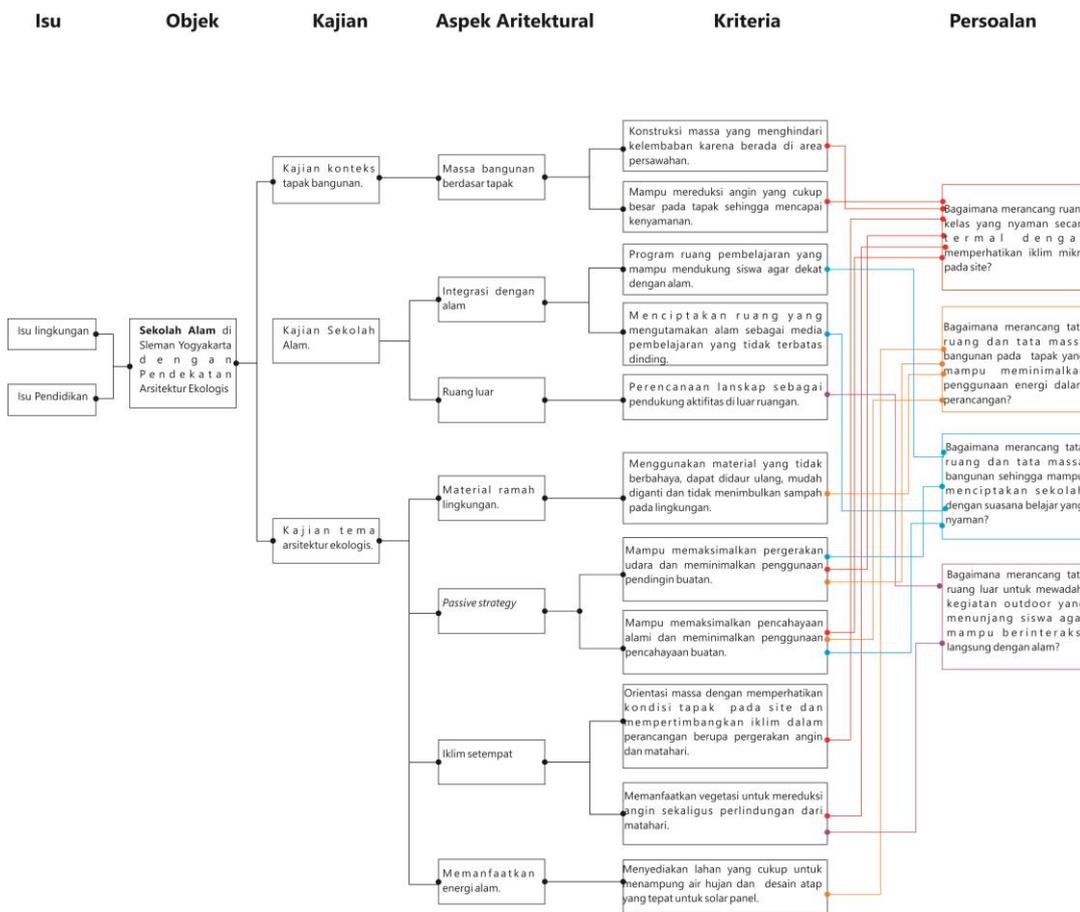
-Studio rekaman -Amphitheter	-Perpustakaan	-Kelas TK -Playground -Roof garden
---------------------------------	---------------	--

Sumber : <http://school-of-universe.com/>

**Dari studi preseden yang sudah dilakukan diatas didapatkan bahwa selain kegiatan banyak dilakukan di luar ruangan agar bisa dekat dengan alam, selain itu sekolah alam juga harus mengimplementasikan konsep ramah terhadap alam melalui desain bangunan. Hal tersebut bisa dicapai melalui respon bangunan terhadap alam dan mampu memanfaatkan alam agar terjadi kesinambungan dan tidak merusak komponen alam itu sendiri.**



## 2.5 Peta Persoalan

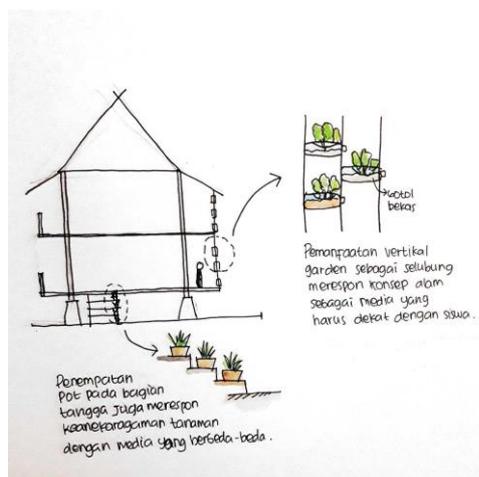


Gambar 2. 21 Peta persoalan.  
Sumber : Penulis (2018)

## 2.6 Analisis fungsi bangunan

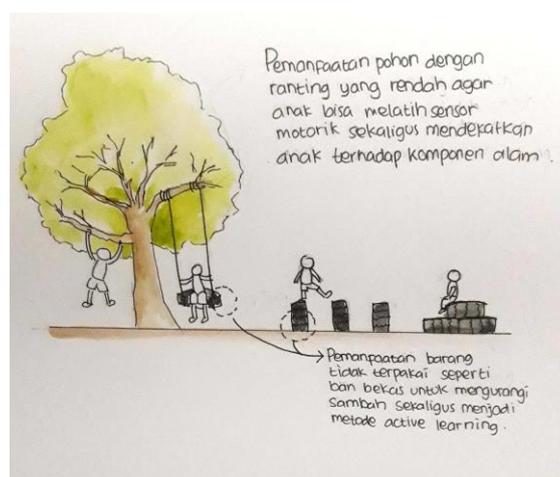
### 2.6.1 Analisis konsep sekolah alam

Seperti yang sudah dijabarkan pada konsep sekolah alam adalah menggunakan alam sebagai media pembelajaran dan harus dekat dengan siswa.



Gambar 2. 23 Peletakan tanaman dekat ruang kelas.

Sumber : Penulis (2018)



Gambar 2. 22 Penggunaan barang bekas untuk media bermain.

Sumber : Penulis (2018)

Penggunaan alam sendiri bukan hanya belajar dan bersentuhan langsung dengan komponen makhluk hidup tetapi juga bagaimana cara agar siswa juga bisa menjaga dan tidak merusaknya. Untuk melatih kepekaan tersebut maka bisa dilakukan cara seperti peletakan tanaman di dekat kelas supaya siswa bisa merawat dengan menyiram tanaman tersebut. Selain itu juga bisa digunakan sarana bermain dengan barang bekas yang masih bisa digunakan seperti penggunaan ban bekas dan botol air minum bekas untuk pot tanaman.

### 2.6.2 Analisis Program Ruang

#### A. Analisis Pelaku Kegiatan

##### 1. Peserta Didik



Merupakan siswa-siswi tingkat sekolah dasar berkisar umur 5-12 tahun. Adapun daya tampung siswa sekolah dasar menurut Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 untuk satuan pendidikan setara SD/MI harus memiliki jumlah 6-24 rombongan belajar dengan jumlah maksimum peserta per rombel adalah 28 siswa.

Dengan demikian pertimbangan daya tampung siswa Sekolah Alam Tingkat Dasar adalah sebagai berikut:

- Jumlah tingkatan kelas : 6
- Jumlah rombongan belajar : 2 setiap kelas
- Kapasitas peserta per rombongan belajar : 20 siswa
- Jumlah total siswa :  $12 \text{ rombel} \times 20 \text{ siswa/rombel} = 240$  siswa

## **2. Staff Pengajar**

a. Kepala Sekolah (1 orang) yang juga menjabat sebagai guru.

b. Pengajar

Guru kelas 2 orang tiap kelas. Ada jumlah 12 kelas guru kelas.

Sehingga total ada 24 guru (sudah termasuk guru mata pelajaran umum, agama dan olah raga.)

d. Penjaga perpustakaan (2 orang)

e. Penjaga UKS ( 1 orang)

f. Staff Tata Usaha (4 orang)

## **3. Pengelola Bangunan**

a. Kemanan (2 orang)

b. Pengelola peternakan (1 orang)

c. Pengelola perkebunan (1 orang)

d. Penjaga sekolah sekaligus kantin sekolah (1 keluarga asumsi  $\pm 4$  orang )

e. Pengelola utilitas bangunan (1 orang)

## **4. Pengunjung**

- Wali murid
- Tamu, dll



**Tabel 2. 6 Pelaku dan Kegiatan**

No.	Pelaku	Kegiatan	Ruang
1.	Peserta Didik	Drop off/parkir sepeda	Hall/tempat parkir
		Meletakkan tas	Loker
		Belajar	Kelas
		Beternak	Peternakan
		Berkebun	Kebun
		Audiensi	Amphiteater
		Belajar komputer	Lab komputer
		Belajar ipa	Lab sains
		Workshop	Ruang serbaguna
		Outbound/camping	Open space
		Olahraga	Lapangan
		Istirahat	Kantin/playground
		BAK/BAB	Toilet
		Beribadah (sholat)	Mushola
		Pulang	Parkir
2.	Pengelola administratif	Datang/parkir	Parkir
		Presensi	Ruang guru
		Menyiapkan materi	Ruang guru
		Mengajar	Kelas
		Rapat, diskusi	Ruang rapat
		Seminar/ workshop	R. workshop
		Mengurus administrasi	R. Tata usaha
		Mengurus arsip	Ruang guru
		Mengurus kurikulum	Ruang guru
		Menjaga perpustakaan	Perpustakaan
		Menjaga UKS	UKS
		Menjaga perpustakaan	Perpustakaan
		Istirahat	Kantin
BAB/ BAK	Lavatory		

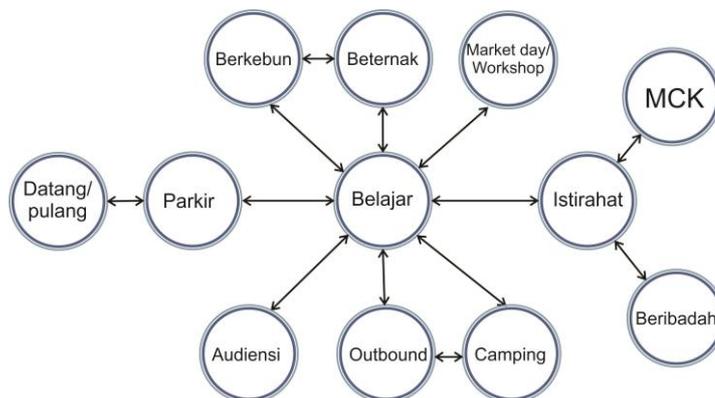


		Beribadah (sholat)	Mushola
		Pulang	Parkir
3.	Pengelola bangunan	Datang/ parkir	Parkir/drop off
		Menjaga keamanan	Pos keamanan
		Mengurus kebun	Kebun
		Mengurus peternakan	Peternakan
		Merawat oprasional bangunan	Ruang operasional/ MEE
		Mengelola kantin	Kantin
		Membersihkan interior dan lingkungan kawasan	Keseluruhan site
		Merawat fisik bangunan	Bangunan
		Istirahat	Ruang pengelola/ kantin
		Buang air	Lavatory
		Beribadah (sholat)	Mushola
		Pulang	Parkir
4.	Pengunjung	Datang/ parkir	Parkir
		Kegiatan kesiswaan (mengantar/menjemput, penerimaan raport, informasi sekolah, dll)	Ruang kelas, ruang guru
		Kegiatan pendidikan	R.workshop, kebun, peternakan, kelas
		Kegiatan penelitian	R.workshop, kebun, peternakan,
		Sharing/ rapat/ diskusi	Ruang rapat
		Seminar	Ruang serbaguna
		Istirahat	Kantin
		Buang Air	Lavatory
		Beribadah	Mushola
		Pulang	Parkir

Sumber : Penulis (2018)

### 2.6.3 Analisis Pola Kegiatan

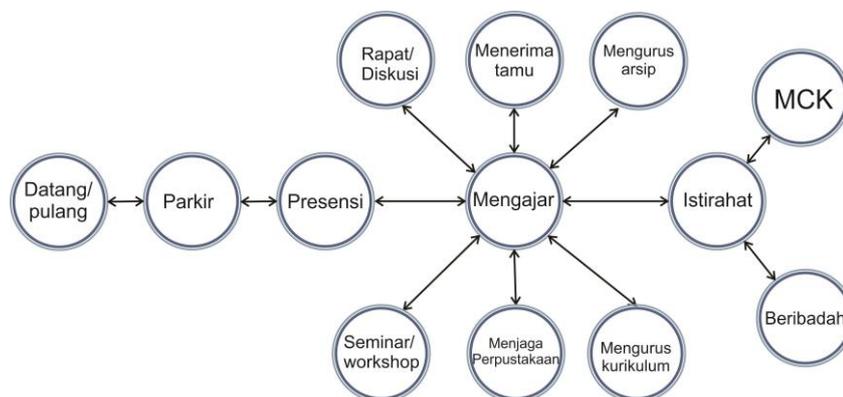
#### 1. Peserta didik



Gambar 2. 24 Analisis pola kegiatan peserta didik

Sumber : Penulis (2018)

#### 2. Pengelola administratif

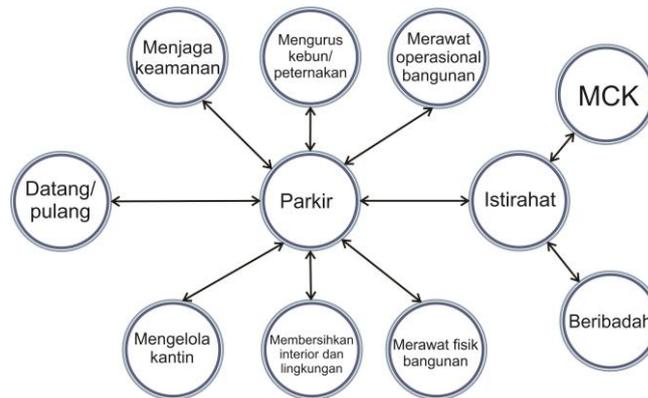


Gambar 2. 25 Analisis pola kegiatan pengelola administratif.

Sumber : Penulis (2018)



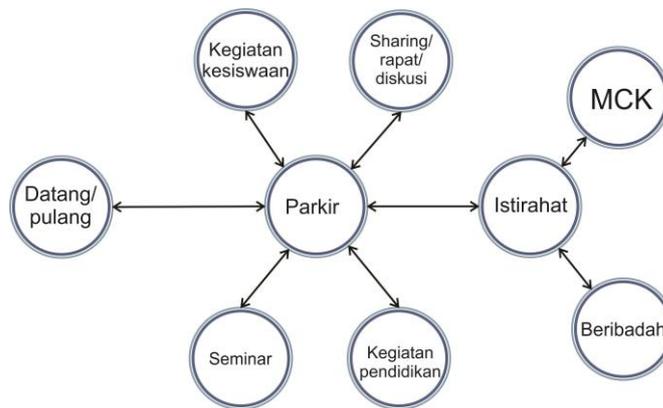
### 3. Pengelola bangunan



Gambar 2. 26 Analisis pola kegiatan pengelola bangunan

Sumber : Penulis (2018)

### 4. Pengunjung



Gambar 2. 27 Analisis pola kegiatan pengunjung

Sumber : Penulis (2018)

## 2.6.4 Kebutuhan Ruang

### 1. Unit Kesiswaan

- Ruang Kelas 1-6
- Lavatory
- Ruang serbaguna
- Lab komputer
- Lab sains

### 2. Ruang Pengelola

- Ruang Kepala Sekolah
- Ruang guru
- Ruang rapat



- d. Lavatory
  - e. Ruang menerima tamu
  - f. Ruang tata usaha
  - g. Ruang Informasi
- 3. Ruang Penunjang Umum**
- a. Mushola
  - b. Perpustakaan
  - c. Kantin
  - d. UKS (Unit Kesehatan Sekolah)
- 4. Ruang penunjang Khusus**
- a. Kebun
  - b. Peternakan
  - c. Tempat olah pupuk
  - d. Amphitheater (audiensi)
  - e. Area outbond & camping
- 5. Ruang Servis**
- a. Parkir
  - b. Gudang
  - c. Ruang MEE
  - d. Pos keamanan
  - e. Water treatment
  - f. Lavatory
  - g. Rumah penjaga

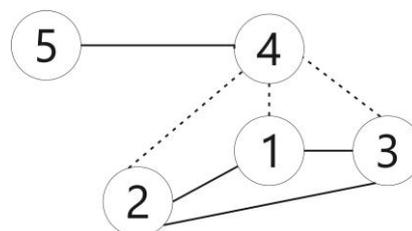
### 2.6.5 Organisasi Ruang

- a. Organisasi Ruang Makro

Tabel 2. 7 Organisasi ruang makro

1	Unit Kesiswaan
2	Ruang pengelola
3	Ruang Penunjang Umum
4	Ruang Penunjang Khusus
5	Ruang Servis

Sumber: Penulis (2018).



Gambar 2. 28 Organisasi ruang makro

Sumber: Penulis (2018).



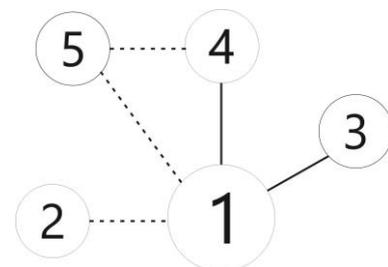
b. Organisasi Ruang Mikro

1.) Unit Kesiswaan

Tabel 2. 8 Organisasi ruang

1	Ruang Kelas 1-6
2	Lavatory
3	Ruang Serbaguna
4	Lab. Komputer
5	Lab Sains

Sumber: Penulis (2018).



Gambar 2. 29 Organisasi ruang mikro unit kesiswaan.

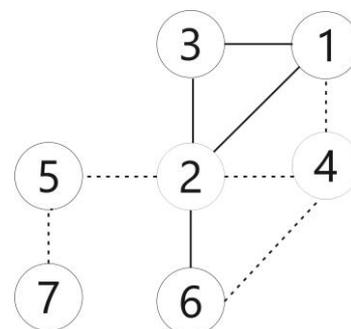
Sumber: Penulis (2018).

2.) Ruang pengelola

Tabel 2. 9 Organisasi ruang

1	Ruang kepala sekolah
2	Ruang guru
3	Ruang rapat
4	Lavatory
5	Ruang menerima tamu
6	Ruang tata usaha
7	Ruang Informasi

Sumber: Penulis (2018).



Gambar 2. 30 Organisasi ruang mikro ruang pengelola.

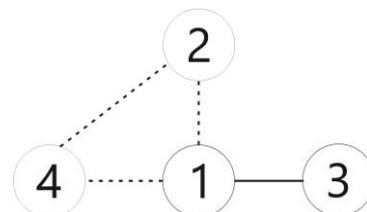
Sumber: Penulis (2018).

3.) Ruang Penunjang Umum

Tabel 2. 10 Organisasi ruang

1	Mushola
2	Perpustakaan
3	Kantin
4	UKS

Sumber: Penulis (2018).



Gambar 2. 31 Organisasi ruang mikro ruang penunjang umum.

Sumber: Penulis (2018).

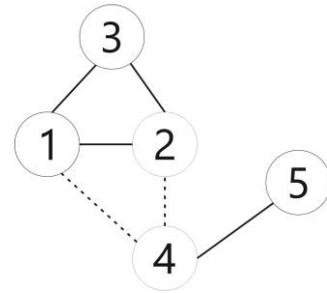


#### 4.) Ruang Penunjang Khusus

**Tabel 2. 11 Organisasi ruang**

1	Kebun (greenhouse)
2	Peternakan (kandang)
3	Tempat olah pupuk
4	Stage (amphitheater)
5	Area outbound

Sumber: Penulis (2018).



**Gambar 2. 32 Organisasi ruang mikro ruang penunjang khusus.**

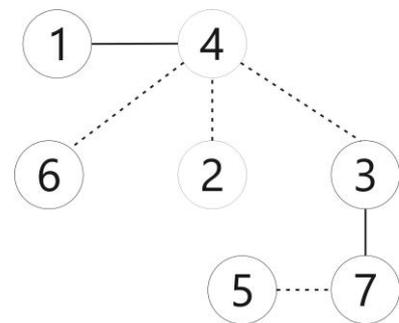
Sumber: Penulis (2018).

#### 5.) Ruang Servis

**Tabel 2. 12 Organisasi ruang**

1	Parkir
2	Gudang
3	Ruang MEE
4	Pos keamanan
5	Water treatment
6	Lavatory
7	Rumah Penjaga

Sumber: Penulis (2018).



**Gambar 2. 33 Organisasi ruang mikro ruang servis.**

Sumber: Penulis (2018).



**Tabel 2. 13** Kebutuhan pencahayaan alami dan penghawaan alami

No.	Jenis ruang	Nama ruang	Matahari/ pencahayaan alami	Angin/ penghawaan alami
1.	Unit kesiswaan	Ruang Kelas 1-6	vv	vvv
		Lavatory	v	v
		Ruang Serbaguna	vv	vv
		Lab. Komputer	v	vv
		Lab Sains	vv	vv
2.	Ruang pengelola	Ruang kepala sekolah	vv	vv
		R. wakil kepala sekolah	vv	vv
		Ruang guru	vv	vv
		Ruang rapat	vv	vv
		Lavatory	v	v
		Ruang menerima tamu	vv	vv
		Ruang tata usaha	vv	vv
		Ruang Informasi	v	v
3.	Ruang penunjang umum	Mushola	vv	vv
		Perpustakaan	vv	vv
		Kantin	vvv	vvv
		UKS	vv	vv
4.	Ruang penunjang khusus	Kebun	vvv	vv
		Peternakan	vv	vv
		Tempat olah pupuk	vv	vv
		Stage	vvv	vvv
		Area outbound & camping	vvv	vvv
5.	Ruang servis	Parkir	v	v
		Gudang	vv	v
		Ruang MEE	vv	v
		Pos keamanan	vv	vv
		Water treatment	v	v
		Lavatory	v	v
		Rumah Penjaga	vv	vv

Sumber : Penulis (2018)

v : sedikit  
 vv : sedang  
 vvv : banyak



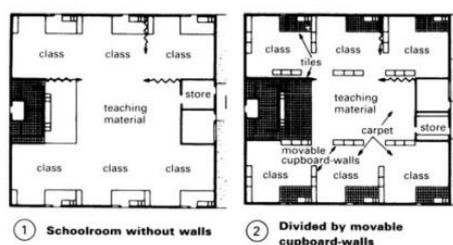
## 2.6.5 Besaran Ruang

### 1. Unit kesiswaan

#### a. Ruang kelas

Ruang kelas digunakan sebagai tempat belajar mengajar bagi guru dan siswa. Ruang kelas terdiri dari space untuk guru, space untuk siswa dan space untuk peralatan seperti loker dan papan tulis.

- o Besaran ruang kelas untuk tipe open-plan school adalah  $3.4 \text{ m}^2$ /siswa. Daya tampung per kelas adalah 20 siswa, dengan jumlah total 12 kelas.



Main advantage: flexibility → ① + ②. Team teaching in groups of up to 100 pupils. Space per pupil (not incl. core)  $3.4 \text{ m}^2$ – $4 \text{ m}^2$ .

Besaran :  $3.4 \text{ m}^2 \times 20 \text{ siswa} = 68 \text{ m}^2$

- o Besaran ruang untuk guru

Besaran :  $1.5 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m}^2 = 2.25 \text{ m}^2 \times 2 \text{ orang} = 4.5 \text{ m}^2$

- o Ruang peralatan

Besaran : Loker:  $1 \times 2 = 3 \text{ m}^2$

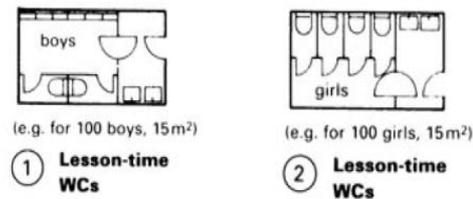
- o Luas kelas keseluruhan :

Luas 1 kelas :  $68 \text{ m}^2 + 4.5 \text{ m}^2 + 3 \text{ m}^2 = 75.5 \text{ m}^2$ / kelas

Total 12 kelas :  $75.5 \text{ m}^2 \times 12 = 906 \text{ m}^2$

#### b. Lavatory Siswa

Total keseluruhan siswa adalah 240 siswa dengan asumsi perbandingan siswa laki-laki : siswa perempuan adalah 1:1 setara dengan 120 siswa : 120 siswi.



Menurut data arsitek setiap 100 siswa laki-laki membutuhkan 2 bilik kloset, 6 urinoir dan 2 wastafel dengan luas standar  $15\text{m}^2$  dan setiap 100 siswi perempuan membutuhkan 4 bilik kloset dan 2 wastafel dengan luasan  $15\text{m}^2$ .

Karena terdapat 120 siswa maka bisa diambil asumsi

$$15 \text{ m}^2/100 \text{ siswa} = \text{Kebutuhan luasan toilet}/120 \text{ siswa}$$

$$\Rightarrow \text{Kebutuhan luasan toilet adalah } 18 \text{ m}^2/ 120 \text{ siswa}$$

Luas lavatory =  $18\text{m}^2$  setiap 120 siswa dengan asumsi ditambah 1 bilik per lavatory.

- Total luasan lavatory:  $18\text{m}^2 \times 2 = \mathbf{36\text{m}^2}$

c. Ruang serbaguna

Merupakan ruang untuk berbagai macam kegiatan seperti seminar, market day, work shop dan lain lain dengan kapasitas yang mampu memuat 300 orang.

- Tempat duduk  $300 \times 0.85 \times 0.8 = 204$

- Tempat panggung =  $10 \times 2 = 20$

- Total luasan =  $\mathbf{224 \text{ m}^2}$

d. Lab Komputer

Laboratorium komputer terdiri dari 20 siswa dan 2 guru dengan kebutuhan ruang untuk siswa, guru, tempat lcd dan papan tulis, gudang penyimpanan. Setiap 1 pengguna komputer membutuhkan 1 meja komputer dan 1 kursi dengan ukuran  $1.2\text{m} \times 1.2\text{m} = 1.44 \text{ m}^2$

- Ruang siswa :  $1.44 \times 20 = 28.8 \text{ m}^2$

- Ruang guru :  $1.44 \times 2 = 2.88 \text{ m}^2$

- Tempat LCD dan papan tulis :  $6 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m}^2 = 6 \text{ m}^2$

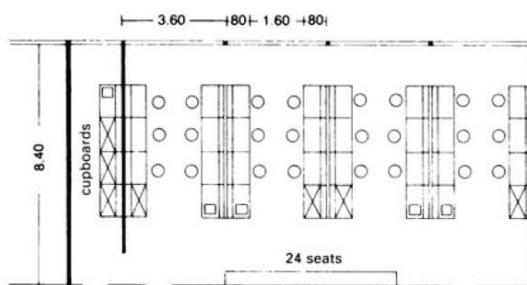
- Tempat penyimpanan :  $3 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m}^2 = 6 \text{ m}^2$



- Total luasan lab :  $28.8 \text{ m}^2 + 2.88 \text{ m}^2 + 6 \text{ m}^2 + 6 \text{ m}^2 = 43.68 \text{ m}^2$  dibulatkan menjadi **45 m<sup>2</sup>**.

e. Lab Sains

Lab sains mampu meampung 20 siswa 1 guru dan satu pengelola dengan kebutuhan ruang siswa dan guru, serta 1 tempat penyimpanan yang berisi lemari.



Menurut data arsitek kebutuhan luasan lab sains untuk:

- Ruang siswa dengan kapasitas 24 tempat duduk adalah  $8.4 \text{ m}^2 \times 6.8 \text{ m}^2 = 57.12 \text{ m}^2$
- Ruang penyimpanan sebesar  $1.6 \text{ m}^2 \times 8.4 \text{ m}^2 = 13.44 \text{ m}^2$
- Total luasan lab sains :  $57.12 \text{ m}^2 + 13.44 \text{ m}^2 = 70.56 \text{ m}^2$  dibulatkan **72 m<sup>2</sup>**.

## 2. Ruang Pengelola

a. Ruang kepala sekolah

Terdiri 1 meja+ 1 kursi, lemari, satu set sofa =  $3\text{m} \times 4 \text{m} = 12 \text{ m}^2$

b. Ruang guru

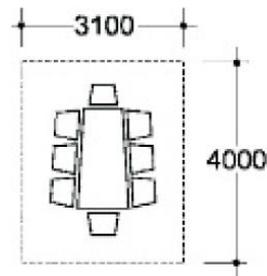
Jumlah total guru adalah 24 orang. Dengan asumsi space untuk 1 guru terdiri dari 1 meja, 1 kursi dengan luas  $2\text{m} \times 2\text{m} = 4 \text{ m}^2$  dan ruang lemari arsip dengan

- Total ruang guru :  $24 \times 4 = 96 \text{ m}^2$
- Ruang lemari arsip :  $5 \times 0.6\text{m} \times 1.2 = 3.6 \text{ m}^2$
- Total ruang guru :  $96 + 3.6 \text{ m}^2 = 99.6 \text{ m}^2$  dibulatkan **99.6 m<sup>2</sup>**

c. Ruang rapat



Ruang rapat diasumsikan mampu menampung 30 guru+1 kepala +1 wakil+ 6 staff adalah 38 orang.

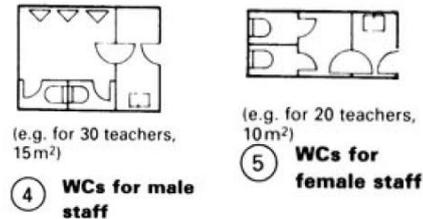


Pada standar tersebut terdiri dari 8 kursi sedangkan membutuhkan 38 guru, sehingga:

- Total luasan ruang rapat  $3.1\text{m} \times 4\text{m} \times 5 = 62\text{ m}^2$

d. Lavatory

Lavatory ini mampu menampung staff dan guru total 38 orang dengan asumsi 19 orang guru pria dan 19 guru wanita.



Menurut standar dibutuhkan luasan  $15\text{m}^2$  lavatory pria untuk 30 guru pria dan luasan  $10\text{ m}^2$  untuk 20 guru wanita. Jumlah guru yang ada masih memenuhi standar sehingga ruang yang dibutuhkan :

Lavatory staff pria =  $15\text{m}^2$

Lavatory staff wanita =  $10\text{m}^2$

Total lavatory staff :  $25\text{m}^2$

e. Ruang menerima tamu

Terdiri dari 1 set sofa =  $3\text{ m} \times 4\text{ m} = 12\text{ m}^2$

f. Ruang tata usaha

Terdiri dari 4 lemari, 2 meja, 2 kursi =  $20\text{m}^2$

g. Ruang informasi



Terdiri dari 1 meja dan satu kursi =  $2 \text{ m}^2$

### 3. Ruang Penunjang Umum

#### a. Mushola

Mushola diasumsikan mampu menampung setengah dari jumlah penghuni bangunan yaitu 150 orang pada sekali waktu sholat. Mushola terdiri dari tempat sholat, mimbar, serambi, tempat wudhu.

#### o Tempat sholat

Standar luasan sholat untuk 1 orang =  $0.6\text{m} \times 1.2\text{m} = 7.2 \text{ m}^2$



① Pada saat sholat

Standar luasan sholat 150 orang :  $7.2\text{m} \times 150 = 108 \text{ m}^2$

#### o Mimbar : $2.5\text{m} \times 2.5\text{m} = 6.25 \text{ m}^2$

#### o Tempat wudhu : $0.8 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 12 \text{ buah kran} = 19.2 \text{ m}^2$

#### o Serambi : $12 \text{ m}^2$

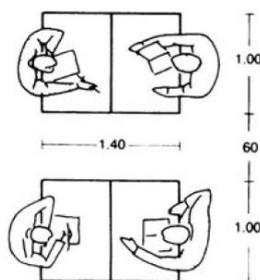
#### o Total Luasan : $108+6.25+19.2+12 = 145.5 \text{ m}^2$ dibulatkan **$150 \text{ m}^2$**

#### b. Perpustakaan

Terdiri dari ruang penjaga 2 orang, ruang baca dan rak buku.

#### o Ruang penjaga : 2 kursi dan 1 meja panjang : $3 \times 1.5 = 4.5 \text{ m}^2$

#### o Ruang baca : diasumsikan mampu untuk 2 kelas dengan 40 siswa :

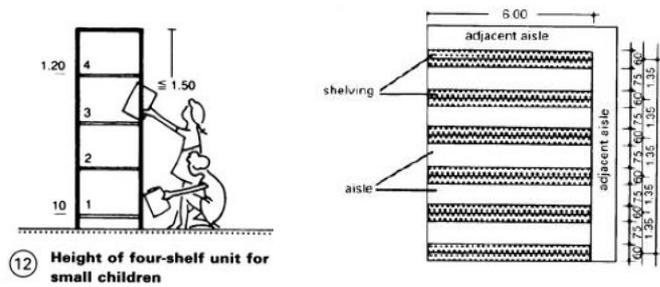


Setiap 4 siswa membutuhkan ruang sebesar 3.64 maka untuk 40 siswa

$$3.64 \times 10 = 36.4$$



- o Rak buku :

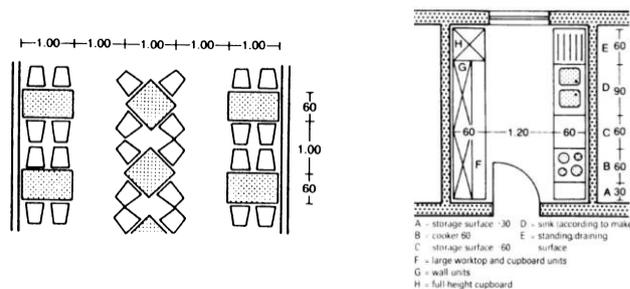


Standar koleksi buku tingkat SD adalah pengayaan 60% Non Fiksi dan 40% Fiksi dengan jumlah buku 700-1500 buku untuk 7-12 rombongan belajar. Standar luasan rak buku untuk 7-12 rombongan belajar adalah 84m<sup>2</sup>

- o Total luas perpustakaan : 4.4m<sup>2</sup> + 36.4 m<sup>2</sup>+ 84 m<sup>2</sup> = **124 m<sup>2</sup>**

c. Kantin

Kantin terdiri dari dapur dan tempat makan siswa dan dapur ntuk memasak.



- o Tempat makan untuk kapasitas 240 siswa : 1.6m<sup>2</sup> setiap 4 siswa maka untuk 240 siswa adalah 60x 1.6 = 96
- o Ruang dapur : 3m x 2.4m = 7.2m<sup>2</sup>

d. UKS

Terdiri dari ruang penjaga UKS, lemari obat dan peralatan, ruang perawatan terdiri dari 4 kasur.

- o Ruang penjaga : 1 kursi, 1 meja = 1.5 m x 1.2 m = 1.8 m<sup>2</sup>
- o Ruang peralatan: 2 lemari, tempat alat = 2 m+4 m = 6 m<sup>2</sup>
- o Ruang perawatan : 4 kasur = 1.5 m x 2.5 m x 4 = 15 m<sup>2</sup>

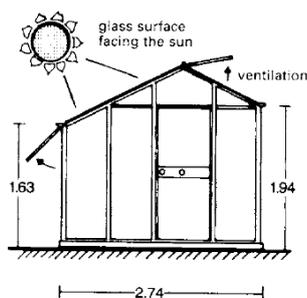


- Total luasan UKS :  $1.8 \text{ m}^2 + 6 \text{ m}^2 + 15 \text{ m}^2 = 22.8 \text{ m}^2$  dibulatkan **23 m<sup>2</sup>**

#### 4. Ruang Penunjang Khusus

##### a. Kebun

Merupakan kebun untuk tipe tanaman hortikultural dengan tanaman jangka pendek sehingga bisa dimanfaatkan secara langsung. Kebun yang digunakan adalah tipe solar-greenhouse dimana bagian atap nya bisa dimanfaatkan sebagai peletakan solar panel.

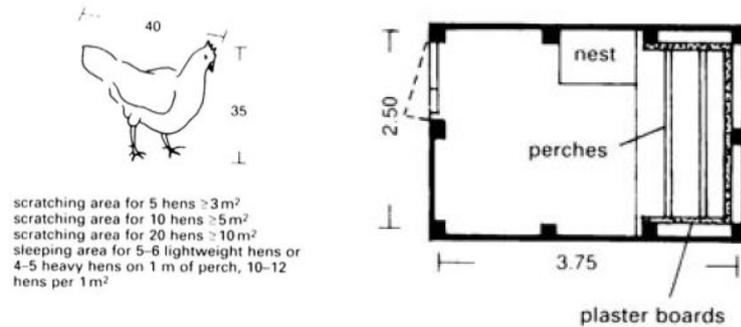


Luasan kebun solar green house : 2.74 m dengan panjang menyesuaikan kebutuhan. Karena akan dijadikan tempat untuk meletakkan solar panel maka ukuran menyesuaikan solar panel. Adapun tipe yang akan digunakan adalah solar panel sun power E20/435 dengan dimensi solar panel yang digunakan adalah panjang 2.067m dan lebar 1.046m.

- Jumlah modul 17 buah =>  $17 \times 1.046 = 17.782 = 18 \text{ m}$
- Sehingga ukuran kebun hortikultur :  $3 \text{ m} \times 18 \text{ m} = \mathbf{54 \text{ m}^2}$

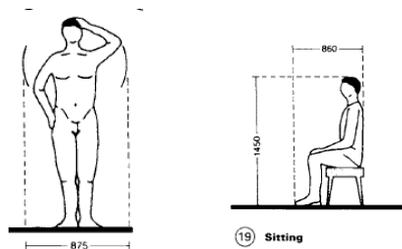
##### b. Peternakan

Peternakan yang digunakan di sekolah alam ini adalah ayam karena selain karena banyak yang bisa dimanfaatkan, daging dan telurnya diketahui bahwa kotoran ayam bisa digunakan sebagai pupuk dengan kualitas yang baik terutama untuk tanaman hortikultur seperti sayur-sayuran dan buah-buahan. Adapun kebutuhan ruang peternakan ruang adalah *scratching area*, *sleeping area* dan ruang alat dengan daya tampung jumlah 20 ekor ayam.



- Tempat kandang :
  - Straching area : 20 ekor  $\geq 10\text{m}^2$  asumsi  $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$
  - Sleeping area : 5 ekor  $= 1\text{m}^2 \Rightarrow 20 \text{ ekor} = 4\text{m}^2$
- Ruang peralatan :  $1 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2$
- Total luasan peternakan :  $15 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 = 23 \text{ m}^2$
- c. Tempat olah pupuk :  $3\text{m} \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$
- d. Amphitheater

Digunakan sebagai kegiatan rutin yaitu audiensi untuk meningkatkan kepercayaan diri dan kreatifitas siswa. Terdiri dari bagian penonton dan panggung. Daya tampung penonton 150 orang terdiri dari wali siswa dan maksimal 20 orang untuk panggung. Luasan untuk orang duduk adalah  $0.86 \text{ m}$  dengan lebar  $0.6 \text{ m}$  dan luasan panggung atau orang berdiri adalah  $0.875 \times 0.875$ .



- Luasan panggung :  $0.875 \text{ m} \times 0.875 \text{ m} \times 20 = 15.3 \text{ m}^2$
- Luasan penonton :  $0.86 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 200 = 129 \text{ m}^2$
- Total luasan amphitheater =  $15.3\text{m}^2 + 129 \text{ m}^2 = 144.3 \text{ m}^2$  dibulatkan  **$150 \text{ m}^2$**
- e. Area outbound dan camping



Berupa area lahan terbuka untuk camping 10 tenda dengan ukuran 10m<sup>2</sup> satu tenda dan lahan untuk kegiatan outbound.

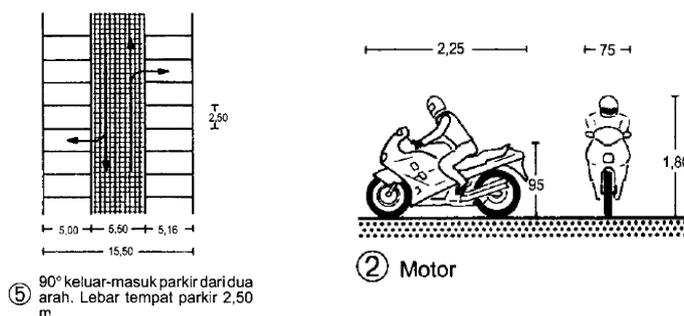
- Area camping :  $10 \times 10 \text{ m}^2 = 100 \text{ m}^2$
- Area kegiatan lain :  $400 \text{ m}^2$
- **Total luasan :  $500 \text{ m}^2$**

## 5. Ruang Servis

### a. Parkir

Daya tampung pada kendaraan wali murid 5 mobil 40 dengan asumsi kendaraan wali murid adalah kendaraan pengelola 2 mobil : 32 motor.

Jumlah keseluruhan adalah 64 mobil dan 114 motor.



- Luasan parkir mobil :  $24 \times 5\text{m} \times 2.5\text{m} = 500 \text{ m}^2$
- Luasan parkir motor :  $94 \times 2.25\text{m} \times 0.75\text{m} = 193 \text{ m}^2$
- Luasan total :  $500 \text{ m}^2 + 193 \text{ m}^2 = \mathbf{693 \text{ m}^2}$

### b. Gudang

Merupakan tempat penyimpanan barang-barang maupun peralatan dengan ukuran  $4\text{m} \times 5\text{m} = \mathbf{20 \text{ m}^2}$

### c. Ruang MEE

- Ruang elektrik :  $4 \times 4 = 16\text{m}^2$
- Total =  $\mathbf{16\text{m}^2}$

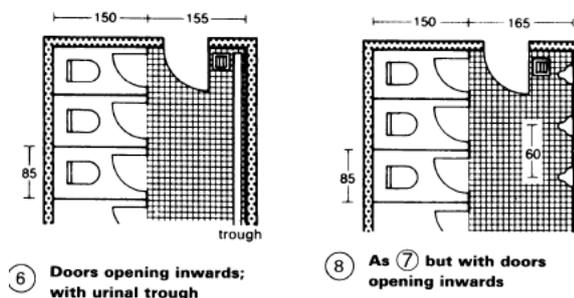
### d. Pos Keamanan

Terdiri dari 1 meja 1 kursi =  $2\text{m} \times 3\text{m} = \mathbf{6 \text{ m}^2}$

e. Water treatment

Berupa bak penampung air hujan 3m x4m = **12 m<sup>2</sup>**

f. Lavatory (umum)



○ Lavatory wanita : 4 toilet = 3.4 m x 3.1m = 10.54 m<sup>2</sup>

○ Lavatory pria : 4 toilet = 3.4 m x 3.1m = 10.54 m<sup>2</sup>

○ Total lavatory umum = 9 m<sup>2</sup> +9 m<sup>2</sup> = **21.8 m<sup>2</sup>**

g. Rumah penjaga

Diasumsikan 1 keluarga berisi 4 orang dengan luasan **45 m<sup>2</sup>**

### 2.6.6 Property Size

Tabel 2. 14 Property size

No.	Kebutuhan Ruang	Property Size	Jumlah	Luasan
<b>Unit kesiswaan</b>				
1.	Ruang kelas	75.5	12	906
2.	Lavatory	18	2	36
3.	Ruang sebagian	224	1	224
3.	Lab komputer	45	1	45
4.	Lab Sains	72	1	72
5.	Lapangan	240	1	240
<b>Total luasan</b>				<b>1523</b>
<b>Ruang pengelola administrative</b>				
1.	R. Kepala sekolah	12	1	12
3.	Ruang guru	24x4 + (3.6)	1	99.6
4.	Ruang rapat	62	1	62



5.	Lavatory	25	1	25
6.	Ruang menerima tamu	12	1	12
7.	R. tata usaha	20	1	20
8.	R. Informasi	2	1	2
<b>Total Luasan</b>				<b>232.6</b>
<b>Ruang penunjang umum</b>				
1.	Mushola	150	1	150
2.	Perpustakaan	124	1	124
3.	Kantin	72	1	72
4.	UKS	23	1	23
<b>Total Luasan</b>				<b>369</b>
<b>Ruang penunjang khusus</b>				
1.	Kebun	54	1	54
2.	Peternakan	23	1	23
3.	Tempat olah pupuk	12	1	12
4.	Stage (audiensi)	500	1	150
5.	Area outbound +camping	500	1	500
<b>Total Luasan</b>				<b>739</b>
<b>Ruang servis</b>				
1.	Parkir	993	1	693
2.	Gudang	20	1	20
3.	R. MEE	16	1	16
4.	Pos keamanan	6	1	6
5.	Water harvesting	12	1	12
6.	Lavatory	10.54	2	22
<b>Total Luasan</b>				<b>769</b>
<b>Total keseluruhan luasan</b>				<b>3417</b>
<b>Total lantai bangunan (dikurangi area outbound)</b>				<b>3417-500 = 2917</b>
<b>Sirkulasi 30%</b>				<b>875.1</b>
<b>Total lantai bangunan</b>				<b>4292.1</b>

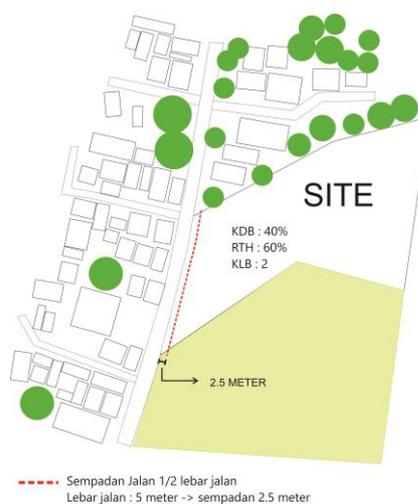
Sumber : Penulis (2018)



## 2.7 Analisis Tapak

### 2.7.1 Analisis Konteks

Regulasi untuk bangunan pendidikan adalah KLB sebesar 40% dengan RTH 60%, KLB sebesar 2 dan sempadan jalan yaitu setengah lebar jalan. Adapun jalan yang bersampingan langsung dengan site adalah jalan pasir luhur dengan lebar 5 meter, sehingga garis sempadan jalan site adalah 2.5 meter.



Gambar 2. 34 Analisis pola kegiatan pengunjung

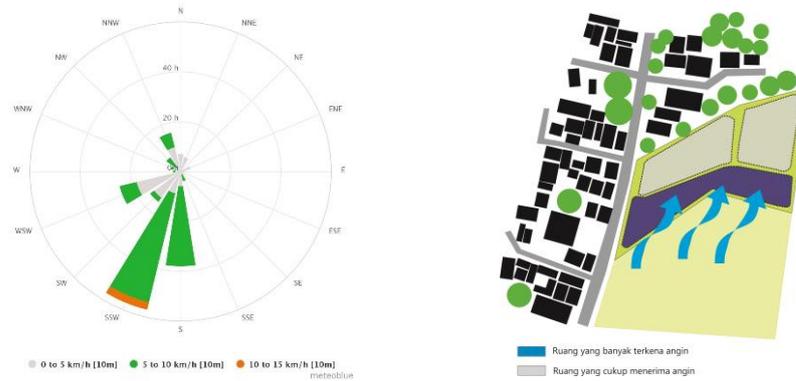
Sumber : Penulis (2018)

Adapun luas lantai bangunan yang didapat kan dari analisis fungsi ruang adalah sebesar 4292.1 sedangkan dengan luas site sebesar 7728 m<sup>2</sup> dengan KDB adalah 3091.2 sehingga bangunan akan memiliki 2 lantai. Hal tersebut sudah mampu memenuhi regulasi bangunan yang ada.



### 2.7.2 Analisis Pergerakan Angin

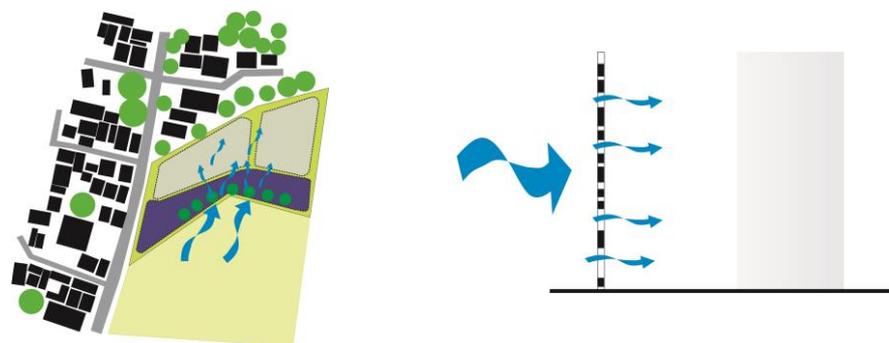
Analisis angin dilakukan dengan menggunakan wind rose yang diletakkan pada site.



Gambar 2. 35 Arah datang angin

Sumber : Penulis (2018)

Pergerakan angin pada tapak paling besar berasal dari arah selatan dengan kecepatan maksimal 5-10 km/h atau setara 1.3-2.7 m/s dan barat daya dengan kecepatan maksimal 10-15km/h atau setara 2.7- 4.1 m/s. Untuk memaksimalkan penghawaan alami dalam bangunan maka orientasi massa paling tepat adalah menghadap ke arah datang angin yaitu barat daya. Karena batas kenyamanan termal ditinjau dari kecepatan angin adalah 1.5 m/s maka untuk mengatasinya bisa dengan peletakan vegetasi atau barrier angin untuk mereduksi kecepatan angin.



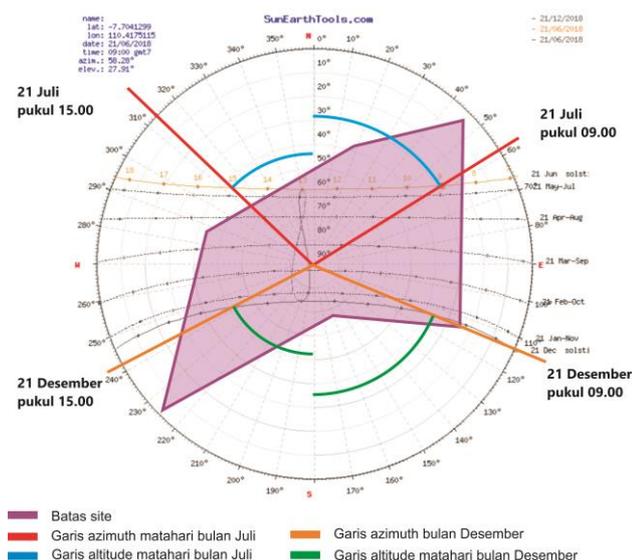
Gambar 2. 36 Analisis barrier angin

Sumber : Penulis (2018)

Angin memiliki prinsip yang fleksibel sehingga dapat diarahkan. Vegetasi merupakan komponen yang mampu mengarahkan dan mengurangi kecepatan angin sehingga mampu mereduksi angin yang terlalu besar pada site. Selain menggunakan vegetasi juga bisa menggunakan kisi-kisi atau secondary skin sebagai barrier angin agar angin tidak terlalu besar.

### 2.7.3 Analisis Matahari

Analisis matahari dilakukan dengan menggunakan sun chart untuk dapat mengetahui sudut jatuh matahari terhadap bangunan. Pada umumnya matahari paling banyak adalah pada sisi timur dan barat sehingga orientasi bangunan akan menghindari arah tersebut sehingga dihadapkan ke arah utara atau selatan. Analisis matahari ini menggunakan sun chart pada bulan dan jam kritis yaitu bulan Juni pukul 09.00 dan pukul 15.00 dan bulan Desember pukul 09.00 dan pukul 15.00.



Gambar 2. 37 Analisis sun path

Sumber : Penulis (2018)

Berdasarkan diagram diatas dapat diketahui bahwa pada bulan Juli dan Desember memiliki azimuth dan altitude sebesar:



Tabel 2. 15 Sudut kritis matahari

No	Tanggal	Jam	Azimuth	Altitude
1	21 Juli	09.00	58.28°	27.91°
		15.00 des pagi	313.26°	43.76°
2	21 Desember	09.00	113.43°	35.96°
		15.00	241.32°	52.15°

Sumber : Penulis (2018).

Dari data tersebut diketahui bahwa pada tanggal 21 Juli pukul 9.00 memiliki dan sudut azimuth sebesar 58.28 ° dan altitude sebesar 27.91 sedangkan pada pukul 17.00 memiliki sudut azimuth sebesar 313.26 ° dan altitude sebesar 43.76 ° Pada tanggal 21 Desember pukul 9.00 memiliki dan sudut azimuth sebesar 113.43 ° dan altitude sebesar 35.96 ° sedangkan pada pukul 17.00 memiliki sudut azimuth sebesar 241.32 ° dan altitude sebesar 52.15°.



Gambar 2. 38 Analisis pola kegiatan pengunjung

Sumber : Penulis (2018)

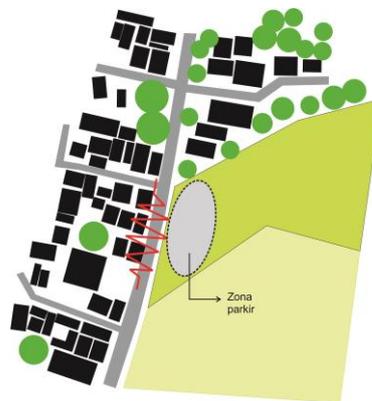
Berdasarkan hasil tersebut bisa diketahui bahwa pada sisi timur dan barat mendapatkan sinar matahari paling banyak sehingga digunakan bagi ruang-ruang yang membutuhkan cahaya matahari seperti area kebun maupun ruang yang jarang diakses seperti area mushola dan area parkir. Sedangkan untuk sisi utara dan selatan bisa digunakan untuk ruang yang menghindari



cahaya matahari secara langsung yaitu ruang kelas, ruang pengelola, perpustakaan, lab sains, lab komputer dan ruang serbaguna. Selain dengan zonasi massa pencegahan matahari langsung bisa dengan menggunakan elemen vegetasi dan elemen sun shading.

#### **2.7.4 Analisis Kebisingan**

Site tapak pada sisi barat berbatasan langsung dengan jalan pasir luhur yang biasa dilintasi kendaraan warga pada permukiman sekitar site maupun sebagai jalan pintas.



**Gambar 2. 39 Analisis pola kegiatan pengunjung**

**Sumber : Penulis (2018)**

Hal tersebut membuat tingkat kebisingan paling tinggi berada pada sisi barat site. Adapun jumlah kendaraan yang melintas adalah pada intensitas sedang. Untuk menanggapi hal tersebut zona massa pada sisi barat site bisa digunakan sebagai area parkir karena selain zona dengan kebisingan tertinggi pada site juga untuk memudahkan akses kendaraan agar tidak perlu jauh memarkirkan kendaraan.



## 2.8 Analisis arsitektur ekologis

### 2.8.1 Pencahayaan alami

Dalam menggunakan pencahayaan alami matahari tidak boleh masuk secara langsung melainkan di pantulkan terlebih dahulu, sehingga akan menggunakan elemen shading.

### 2.8.2 Penghawaan alami

Berdasarkan kajian yang sudah dilakukan dalam mencapai kenyamanan termal pengguna bangunan, maka pergerakan angin diharapkan mampu mengenai tubuh pengguna atau *body cooling*. Berdasarkan data diatas bisa didapatkan bahwa tipe bukaan yang mengarahkan angin untuk proses body cooling adalah casement bottom-hung dan horizontal pivoted dimana bagian atas jendela menjorok ke luar. Tipe casement bottom hung mampu memasukkan angin sebesar 45% sedangkan tipe horizontal pivoted dimana bagian atas jendela menjorok ke luar mampu memasukkan angin sebesar 75%.

**Sehingga dalam perancangan ini penulis menggunakan kombinasi tipe bukaan bottom hung dan tipe horizontal pivoted yaitu tipe reversible window yaitu jendela yang mampu digerakan secara manual utuk mendapatkan bukaan bottom hung maupun horizontal pivoted.**

### 2.8.3 Material ramah lingkungan

Material ramah lingkungan

- Bahan bangunan diproduksi dan dipakai sedemikian rupa sehingga dapat dikembalikan kedalam rantai bahan (didaur ulang).
- Menggunakan bahan bangunan harus menghindari penggunaan bahan yang berbahaya (logam berat, chlor).
- Bahan yang dipakai harus kuat dan tahan lama.
- Bahan bangunan atau bagian bangunan harus mudah diperbaiki dan diganti.



Sebuah bangunan dapat dikatakan menggunakan material ramah lingkungan apabila memenuhi minimal satu prinsip tersebut. Terdapat beberapa material yang dianggap ramah lingkungan karena memenuhi prinsip tersebut dan tepat digunakan sebagai material di sekolah alam yang akan di rancang, yaitu :

**Tabel 2. 16 Penilaian kadar mutu ekologis bahan bangunan**

<b>Material bangunan</b>	<b>Pemasangan, pembangunan, konstruksi</b>	<b>Pemeliharaan dan masa pakai</b>	<b>Pembongkaran dan pembuangan</b>
<b>Batu alam</b>	Mudah dipasang dengan menggunakan perekat. Potongan dan sisa masih bisa dimanfaatkan, tergantung kebutuhan.	Masa pakai sangat panjang. Dapat dicuci dengan air	Dapat digunakan kembali atau dihancurkan menjadi agregat beton
<b>Beton</b>	Menghemat penggunaan air dan menggunakan kembali bekisting.	Tergantung kualitas beton (sampai 100 tahun)	Puing-puing beton meningkatkan volume sebesar $\pm 50\%$ . Jika dihancurkan, kerikil dapat dimanfaatkan untuk landasan jalan atau conblock
<b>Conblock</b>	Sampah dari potongan/ pecahan batu dapat dihancurkan menjadi agregat beton. Bakisting baja tahan lama. Pemotongan dengan mesin mengakibatkan debu.	Tergantung kualitas conblock (sampai 100 tahun). Pemeliharaan yang dibutuhkan adalah sedikit, dapat dilakukan dicuci dengan air.	Puing-puing beton meningkatkan volume sebesar $\pm 50\%$ . Jika dihancurkan, kerikil dapat dimanfaatkan untuk landasan jalan atau conblock kembali.
<b>Batu bata</b>	Sampah dari potongan/pecahan batu bata dapat dihancurkan menjadi semen merah.	Tergantung kualitas batu bata (sampai 100 tahun). Tahan kebakaran	Batu bata bermutu tinggi dapat digunakan kembali
<b>Kayu (balok)</b>	Sampah (serbuk ) dan potongan akan	Masa pakai tergantung pada kualitas kayu dan	Pertumbuhan kembali kayu



	digunakan sebagai bahan bakar. Jika dibuang ke tanah akan membusuk dan menjadi kompos	pemeliharaan/pencegahan terhadap rayap (sampai 100 tahun)	terbatas pada jenis kayu yang tumbuh di daerah tertentu. Pembakaran mencemari udara dengan CO <sub>2</sub>
<b>Kayu (papan)</b>	Papan kayu biasanya dipaku pada konstruksi dasar, serbuk kayu dan potongan digunakan sebagai bahan bakar, jika dibuang di tanah akan membusuk menjadi kompos.	Masa pakai tergantung pada kualitas kayu dan perawatan/pencegahan terhadap rayap (sampai 100 tahun)	Pertumbuhan kayu terbatas pada jenis kayu yang tumbuh di daerah tertentu. Pembakaran mencemari udara dengan CO <sub>2</sub>
<b>Baja (tulangan, profil)</b>	mudah dipasang, dan lebih ringan. Sampah potongan dan sisa dapat didaur ulang yang menghemat 70% energi produksi.	tingkatan kualitas tergantung dari bahan bakunya. kuat, antirarat, antikeropos, antirayap, lentur. Masa pakai tergantung pada pemeliharaan.	Struktur bangunan dari profil baja dapat digunakan kembali dalam keadaan utuh. baja tulangan akan didaur ulang, dileburkan menjadi baja baru.
<b>Kaca</b>	Kaca terdapat dalam berbagai tebalnya, ukuran dan mudah dipotong	Masa pakai hampir tidak terbatas (lebih dari 100 tahun) jika tidak dipecah. Dapat dicuci dengan air	Dapat digunakan kembali (dipotong sesuai ukuran baru). Sisa pecahannya dapat di daur ulang menjadi kaca dengan kualitas lebih rendah
<b>Genteng tanah liat</b>	Genteng ditaruh atau dipaku pada reng, sampah dari potongan/pecahan dapat dihancurkan menjadi semen merah.	Masa pakai tergantung kualitas genteng. Tahan kebakaran	Genting bermutu tinggi dapat digunakan kembali atau dihancurkan menjadi semen merah
<b>Ubin keramik</b>	Mudah dipasang dengan menggunakan perekat. Potongan dan sisa dapat dimanfaatkan sabungan	Masa pakai cukup lama tergantung kualitas glasir. Dapat dicuci dengan air	Tidak dapat di daur ulang, dapat dijadikan timbunan atau dibuang ke TPA



<b>Bambu</b>	Bambu biasanya dipaku atau di tali dengan ijuk pada konstruksi dasar, serbuk bambu dan potongan digunakan sebagai bahan bakar, jika dibuang di tanah akan membusuk menjadi kompos.	Umumnya berumur pendek (5 tahun untuk atap rumah, namun dapat menjadi 100 tahun) serta perlu pengawetan intensif dan bambu juga tidak mudah kering total.	Pertumbuhan bambu cepat, kurang lebih 3 tahunan dan material lokal. Pembakaran mencemari udara dengan CO <sub>2</sub> .
<b>Kusen aluminium</b>	Mudah dipasang, dan lebih ringan.	kuat, tahan lama, antirarat, tidak perlu diganti sama sekali hanya karet pengganjal saja.	Aluminium memiliki keunggulan dapat didaur ulang (digunakan ulang)

Sumber : Frick (2016)

## 2.8.4 Energi terbarukan

### 1. Sel surya

#### a. Analisis kebutuhan listrik

Menurut standar SNI pencahayaan buatan maksimum pada bangunan sekolah adalah 30 w/m. Perhitungan pencahayaan dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = A \cdot P_m \cdot x$$

P : Daya listrik (watt)

A : Luasan ruang (m<sup>2</sup>)

P<sub>m</sub> : Daya maksimal ruang per meter persegi (w/m<sup>2</sup>) → standar sekolah adalah 30 w/m

x : koefisien jenis lampu yang digunakan ( koef: 1 untuk lampu konvensional) → pada perancangan akan menggunakan lampu LED dengan koefisien 1/7 dari penggunaan konvensional.

Luasan total ruang : 5.192 m<sup>2</sup> (berdasarkan property size program ruang), maka perhitungannya adalah :

$$P = A \cdot P_m \cdot x = 5192 \times 30 \times 1/7 = 22.300 \text{ watt}$$

Daya yang dibutuhkan adalah 22.300 watt per hari (jam). Dalam 1 hari asumsi akan digunakan selama 5 jam maka total daya listrik yang dibutuhkan adalah:

$$P \text{ total} = 22.300 \text{ watt} \times 5 = 111.500 \text{ wh}$$



**b. Analisis kebutuhan solar panel**

Solar panel yang diaplikasikan akan ditujukan mampu membantu sumber listrik sebesar 30%. Adapun tipe yang akan digunakan adalah solar panel sun power E20/435 yang memiliki efisiensi sebesar 20% dengan daya yang bisa dihasilkan adalah 435W. Daya tersebut dikurangi dengan adanya (Peak Power) karena tidak bekerja secara penuh dalam satu hari. Sehingga daya yang bisa dihasilkan adalah  $435W - 5\%(435W) = 413.25 W$ . Radiasi di Indonesia adalah 4.8 kWh/m per hari sehingga rata-rata tenaga surya yang mampu diserap adalah selama 5 jam.

Jumlah modul panel surya :

Sehingga total listrik dihasilkan dari solar panel adalah :

$$= 30\% \times \text{total kebutuhan listrik}$$

$$= 30\% \times 111.500 \text{ w} = 33.450 \text{ w}$$

$$\text{Jumlah modul yang dibutuhkan} = 33.450 \text{ x /5 jam} = 6.690 \text{ wattpeak}$$

$$= 6.690 \text{ wattpeak /} 413.25 \text{ WP} =$$

$$= 16.2 \text{ modul} \rightarrow 17 \text{ modul}$$

Luas bidang panel tipe E20/435 adalah  $2.067\text{m} \times 1.046\text{m} = 2.2 \text{ m}^2$

Total luasan yang dibutuhkan solar panel adalah

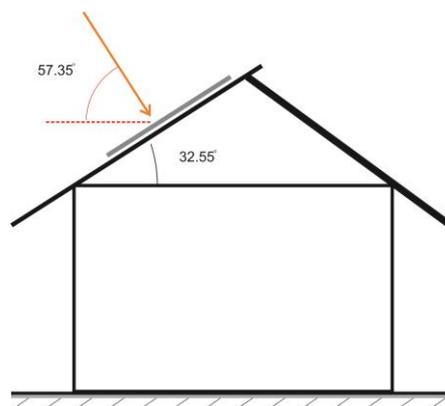
$$= \text{total modul} \times \text{luasan/modul}$$

$$= 17 \times 2.2 = 34.4 \text{ m}^2$$

**Total luasan untuk solar panel adalah 34.4m<sup>2</sup>**

**c. Analisis kemiringan Solar panel**

Pemasangan solar panel akan dipengaruhi oleh kemiringan peletakan agar mampu menangkap tenaga surya dengan maksimal.



Gambar 2. 40 Analisis pola kegiatan pengunjung

Sumber : Penulis (2018)



Lokasi Yogyakarta berada di sisi selatan garis khatulistiwa sehingga pergerakan matahari berada lebih banyak di bagian utara. Sudut kemiringan solar panel maksimal bisa didapat dari diagram sun path. Berdasarkan diagram sun path diketahui bahwa altitude pada tanggal 21 Juli pukul 12 siang sebesar 57.35 maka untuk menentukan kemiringan solar panel adalah  $90 - 57.35 = 32.55$