

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

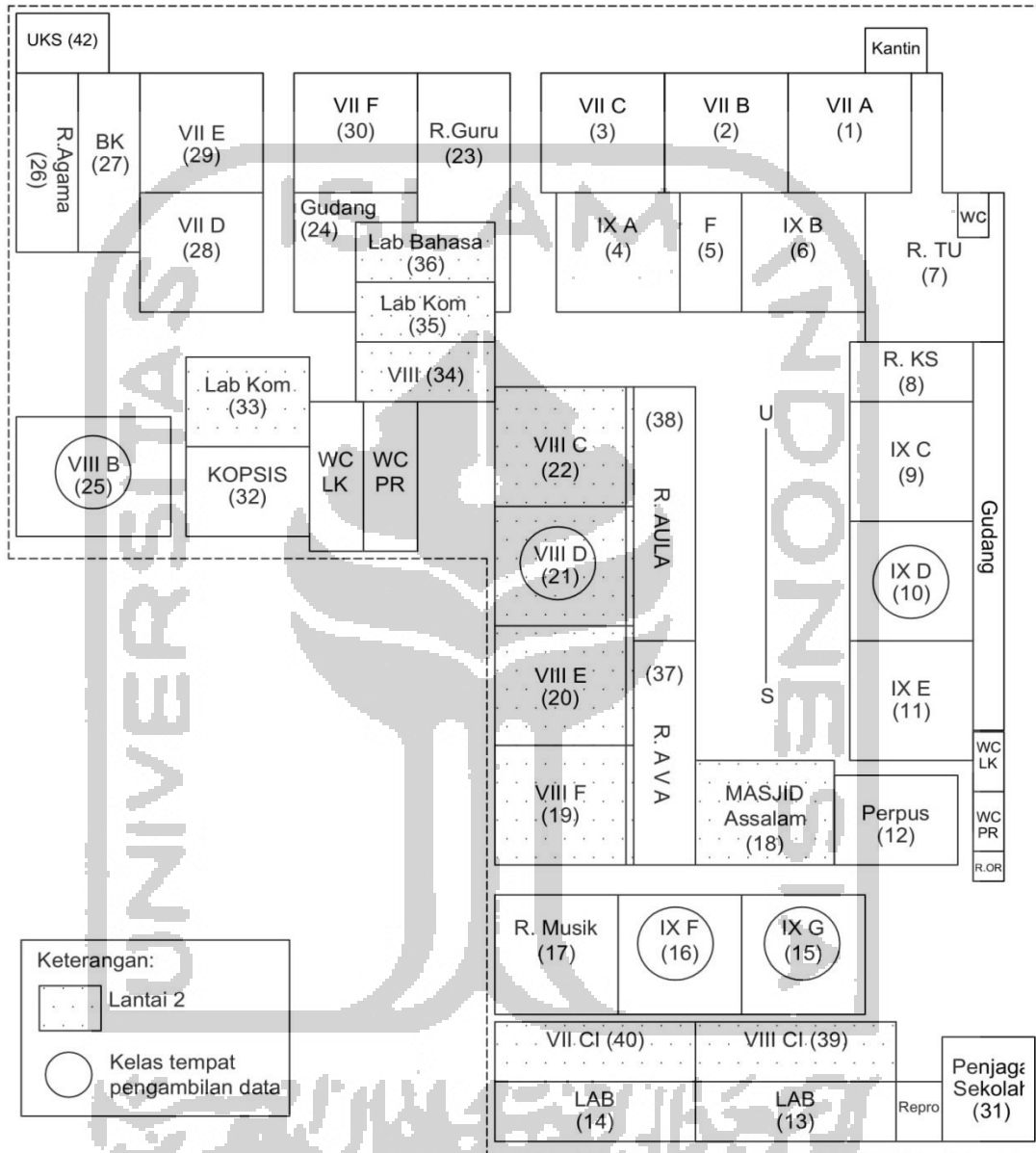
4.1 Gambaran Umum Penelitian

Bangunan SMP Negeri 2 Yogyakarta yang tergolong cagar budaya ini secara umum menghadap ke utara. Arsitektural dari bangunan ini memiliki ciri arsitektur Indis yakni tampak pada dimensi bangunan, jendela dan pintu yang relatif besar serta adanya teras. Bangunan secara umum terbagai menjadi ruang-ruang yang dimanfaatkan sebagai ruang kelas serta sejumlah ruang penunjang prasarana pengajaran. Saat ini telah mengalami beberapa penambahan berupa gedung baru yang terletak di arah barat sekolah

Sekolah SMP Negeri 2 Yogyakarta memiliki jumlah murid sekolah sebanyak 714 yang terdiri dari beberapa kelas. Untuk kelas 7 sebanyak 238 murid, kelas 8 sebanyak 238 murid dan kelas 9 sebanyak 238. Pada saat melakukan penelitian responden yang diambil sebanyak 163 dari 714 murid (23% dari total murid disekolah) dimana 31% laki-laki dan 69% perempuan yang berasal dari 5 kelas yang berbeda.

Pakaian yang dipakai oleh murid merupakan pakaian murid SMP pada umumnya yaitu seragam putih biru. Pakaian murid perempuan menggunakan baju lengan panjang dengan rok ringan di bawah dengkul, kaos kaki dan sepatu. Selain itu hampir semua murid perempuan menggunakan kerudung. Pada pakaian murid laki-laki menggunakan baju lengan pendek dengan celana ringan, kaos kaki dan sepatu. Pada hari senin hingga rabu untuk hari Kamis pakaian yang di pakai merupakan batik.

Penelitian di SMP Negeri 2 Yogyakarta dilakukan di beberapa kelas 9F, 9G, 9D, 8B dan 8D. Kelas 9D diambil untuk mewakili kondisi kelas yang di arah timur, kelas 9F dan 9G berada di arah selatan, kelas 8B terletak di arah barat dan kelas 8D terletak di lantai dua sekolah yang berada pada posisi barat. Pengambilan sampel tersebut berdasarkan orientasi arah matahari dimana matahari terbit dari arah timur dan terbenam di arah barat. Lokasi sekolah tempat pengambilan data tersebut dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Lokasi Pengambilan Data

4.2 Kondisi Lingkungan Termal

Berdasarkan data BMKG yang didapatkan data harian kondisi lingkungan saat penelitian didapatkan temperatur di luar ruang sekolah pada hari pertama di temperatur minimum 21.2° , temperatur maksimum 29.8° , temperatur rata-rata 24.8° dengan kelembaban rata-rata 79% dan kecepatan angin 4 m/s. Hari kedua temperatur minimum 20.5° , temperatur maksimum 29.8° , temperatur rata-rata 23.8° dengan kelembaban rata-rata 81% dan kecepatan angin 4 m/s. Hari ke tiga temperatur minimum 18.6° , temperatur maksimum 30.4° , temperatur rata-rata 23.9° dengan kelembaban rata-rata 72% dan kecepatan angin 5 m/s dan hari terakhir temperatur minimum 19.5° , temperatur maksimum 29.4° , temperatur rata-rata 24.2° dengan kelembaban rata-rata 73% dan kecepatan angin 6 m/s.

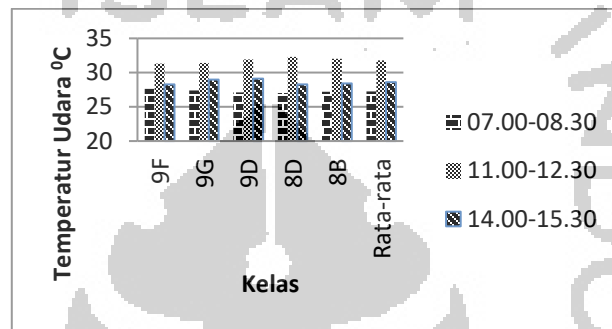
Pada saat melakukan pengukuran kenyamanan termal di pagi hari dalam ruang sekolah didapatkan nilai temperatur udara 27.2°C , kelembaban relatif 65,1%, temperatur radiasi 24°C . Pada siang hari pengukuran kenyamanan termal didapatkan nilai temperatur udara 31.8°C , kelembaban relatif 55%, temperatur radiasi 29.3°C . Untuk sore hari didapatkan nilai temperatur udara 28.6°C , kelembaban relatif 54,1% dan temperatur radiasi 26.3°C .

Pada saat pengukuran di lima ruang kelas dapat dilihat pada temperatur udara mengalami pertambahan secara gradual dari pagi hari sampai menjelang siang hingga sore. Sebaliknya kelembaban relatif mengalami penurunan. Pada pagi hari (07:00 WIB) temperatur rata-rata dalam ruang kelas mencapai 27.2°C , dengan kelembaban relatif 65,1%. Menjelang tengah hari (11:00 WIB) temperatur naik mendekati 31.8°C dan kelembaban relatif turun menjadi 55% dan sore hari (14.00 WIB) temperatur turun kembali menjadi 28.6°C dan kelembaban relatif 58,1%.

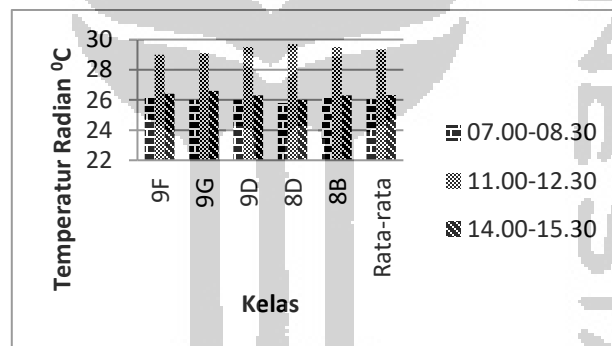
Lama penyinaran matahari dan intensitas radiasi matahari tersebut akan mempengaruhi iklim dan cuaca di suatu daerah, apalagi disaat *solstice* atau posisi semu matahari tepat diatas garis katulistiwa. Perbedaan panjang waktu malam dan siang mencapai maksimum, ketika matahari berada di titik-titik *solstice*, sehingga penyinaran matahari sangat panjang dan terik serta intensitas radiasi matahari yang besar.

4.3 Analisis Kenyamanan Termal

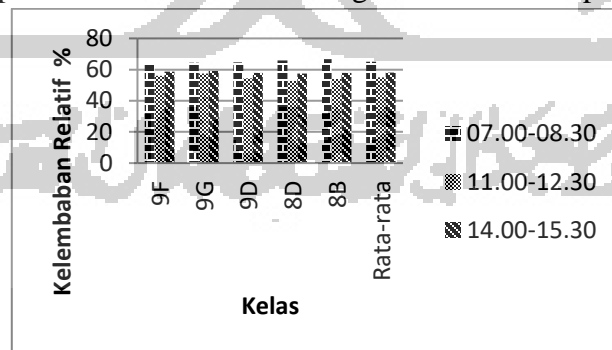
Pada penelitian ini dipilih kelas yang memiliki orientasi Timur, Barat, Utara dan Selatan sesuai dengan arah lintasan cahaya matahari. Pada setiap kelas memiliki fasilitas pendingin ruangan yang sama yaitu menggunakan kipas angin dan hasil dari pengukuran kecepatan angin pada semua ruang kelas didapatkan nilai 0 m/s. Pada Gambar 13-15 menunjukkan hasil pengukuran pada masing-masing kelas di sekolah SMP Negeri 2 Yogyakarta. Detail perhitungan parameter tersebut ada di Lampiran 2.



Gambar 13 Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan Variabel Temperatur Udara.



Gambar 14 Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan Variabel Temperatur Radian.



Gambar 15 Rekapitulasi Data Hasil Perhitungan Variabel Kelembaban Relatif.

Berdasarkan hasil yang didapatkan data harian pada saat melakukan pengukuran didapatkan hasil rekapitulasi data keseluruhan, terlihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Rekapitulasi Data Keseluruhan.

Parameter	Rata-rata	Min	Max
Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	29,1	27,0	32,3
Kelembaban Relatif (%)	59,8	52,8	66,7
Kecepatan angin (m/s)	0,0	0,0	0,0
Operative Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	28,2	26,6	31,0
Temperatur radian pendugaan ($^{\circ}\text{C}$)	27,2	25,8	29,7

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Pengambilan data nilai insulasi pakaian dan metabolisme di SMP Negeri 2 Yogyakarta dilakukan dengan observasi, terlihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Nilai Insulasi Pakaian Individu

Pria		Wanita		
Pakaian dalam	0,05	Pakaian dalam	0,05	
Kemeja ringan, lengan pendek	0,14	Kemeja ringan, lengan panjang	0,22	
Celana ringan	0,26	Rok ringan, di bawah dengkul	0,11	SNI 03-6572-2001
Kaos kaki panjang	0,01	Kaos kaki panjang	0,01	
Sepatu	0,04	Sepatu	0,04	
		Kerudung	0,03	
Total	0,50	Total	0,43	
Clo	0,48	clo	0,38	Hasil Analisis (2019)
Clo max		0,48		
MET (menulis, membaca)		1,0 MET		Susanti & Aulia 2013

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Nilai insulasi pakaian yang digunakan murid didapat dari hasil pengamatan secara langsung di ruangan dengan cara melihat sekilas jenis pakaian yang digunakan berdasarkan standar peraturan. Nilai yang diambil merupakan nilai clo yang tertinggi. Detail perhitungan tersebut ada di Lampiran 3.

Nilai metabolisme murid didapat dari hasil pengamatan secara langsung di ruangan, dengan cara melihat sekilas aktivitas siswa kemudian membandingkan hasil pengamatan dengan standar peraturan yang memuat nilai pada Tabel 16.

Hasil pengukuran kenyamanan termal pada beberapa ruang kelas sekolah dengan nilai *Predicted Mean Vote* (PMV) dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 Hasil Perhitungan PMV Rata-rata di ruang kelas

Kelas	PMV Rata-rata
9F	0,9
9G	0,9
9D	1,0
8D	1,0
8B	1,0
Rata-rata	0,96

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Nilai *Predicted Mean Vote* (PMV) untuk kelas 9D, 8D, 8B sebesar 1,0 dan untuk kelas 9F, 9G sebesar 0,9 dimana nilai PMV dari indeks +1. Menurut skala sensasi termal ASHRAE nilai tersebut masuk kedalam kategori agak panas (*slightly warm*) dalam ruangan kelas. Dalam kondisi tersebut murid akan merasa tidak nyaman saat melaksanakan proses belajar mengajar dengan kondisi gerah maupun berkeringat akibat ruangan yang tidak nyaman.

4.4 Respon Kenyamanan Termal

Respon terhadap kondisi temperatur dalam ruangan kelas di sekolah dilakukan penyebaran kuesioner pada pagi, siang dan sore hari. Nilai *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) tersebut kemudian dikonfirmasi dengan respon kenyamanan termal dan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 Hasil Perhitungan PPD Rata-rata di ruang kelas

Kelas	PPD Rata-rata (%)
9F	22,1
9G	22,1
9D	26,1
8D	26,1
8B	26,1
Rata-rata	24,5

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Nilai *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) berkisar 24,5,% yang diduga bahwa hanya 24,5% murid merasa tidak nyaman dengan kondisi ruangan dan dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan termal di ruang sekolah SMP Negeri 2 Yogyakarta agak panas.

Pada pagi hari di ruang kelas menunjukkan bahwa kebanyakan responden 55% memilih N (netral), diikuti oleh 23% memilih (AP) agak panas, dan 22% memilih (AD) agak dingin, (P) panas dan (SP) sangat panas. Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan responden merasa temperatur di dalam ruang kelas terasa N (netral) dan dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19 Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner Pagi Hari

Kelas	AD	N	AP	P	SP
9F	13%	66%	15%	6%	1%
9G	12%	72%	13%	4%	0%
9D	2%	36%	38%	18%	7%
8D	10%	56%	20%	11%	2%
8B	4%	48%	28%	18%	3%
Rata-rata	8%	55%	23%	11%	3%

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Pada siang hari di ruang kelas menunjukkan bahwa kebanyakan responden 40% P (panas) diikuti oleh 28% memilih AP (agak panas), dan 32% memilih AD (agak dingin), N (netral) dan SP (sangat panas). Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan responden merasa temperatur di dalam ruang kelas terasa (P) panas dan dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20 Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner Siang Hari

Kelas	AD	N	AP	P	SP
9F	0%	19%	31%	42%	8%
9G	1%	18%	22%	48%	11%
9D	0%	14%	25%	33%	28%
8D	0%	21%	24%	40%	15%
8B	0%	17%	35%	38%	10%
Rata-rata	0%	18%	28%	40%	14%

Sumber: Hasil Analisis (2019)

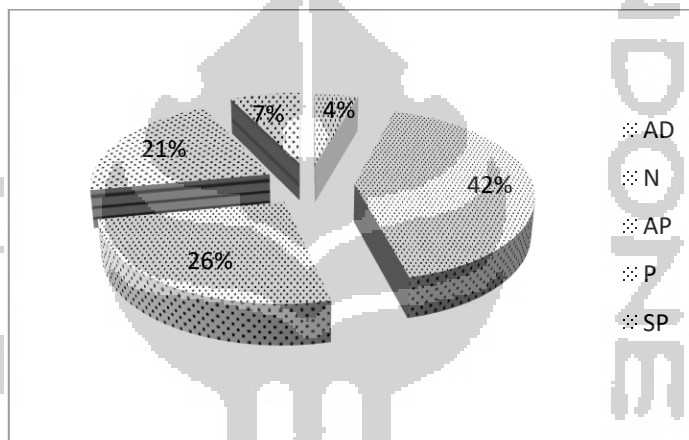
Pada sore hari di ruang kelas menunjukkan bahwa kebanyakan responden 52% memilih N (netral), diikuti oleh 27% memilih AP (agak panas), dan 25% memilih (AD) agak dingin, P (panas) dan SP (sangat panas). Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan responden merasa temperatur di dalam ruang kelas terasa N (netral) dan dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 11 Rekapitulasi Data Hasil Kuesioner Sore Hari

Kelas	AD	N	AP	P	SP
9F	3%	53%	29%	9%	6%
9G	4%	59%	26%	8%	3%
9D	9%	40%	32%	13%	5%
8D	5%	53%	25%	15%	2%
8B	6%	54%	25%	8%	7%
Rata-rata	5%	52%	27%	11%	5%

Sumber: Hasil Analisis (2019)

Hasil dari rekapitulasi keseluruhan data di pagi, siang dan sore hari dapat dilihat pada pada Gambar 16.

**Gambar 16** Kuesioner Kenyamanan Termal

Hasil nilai kuesioner menunjukkan paling banyak N (Netral) 42% disusul oleh AP (Agak Panas) 26%. Dalam hal ini kondisi diluar N (terbanyak AP) menyatakan kondisi tidak puas. Standard Amerika (ASHRAE) mendefinisikan kenyamanan termal sebagai perasaan dalam pikiran manusia yang mengekspresikan kepuasan terhadap lingkungan termalnya. Dalam standard ini juga disyaratkan bahwa suatu kondisi dinyatakan nyaman apabila tidak kurang dari 90% responden yang diukur menyatakan nyaman secara termal. Hal ini sesuai nilai PPD hasil kalkulator dimana 24,5% merasa tidak nyaman secara termal. Menurut dari ASHRAE Standart 55–2004 nilai PPD yang termasuk dalam tingkat nyaman adalah dengan nilai PPD kurang dari 10%.


4.5 Rekayasa Termal Bangunan

4.5.1 Kondisi Eksisting

Kenyamanan termal sangat dibutuhkan tubuh agar manusia dapat beraktifitas dengan baik di rumah, sekolah ataupun di kantor. Pada kondisi disekolah tersebut telah dilakukan beberapa penerapan dalam pengupayaan meningkatkan kondisi termal disekitar sekolah tersebut pada Tabel 22.

Dalam upaya peningkatan pengondisian udara di SMP Negeri 2 Yogyakarta dapat dilakukan dengan merekayasa penutup tanah pada Tabel 23.

Tabel 22 Kondisi Eksisting

Aspek	Kondisi Eksisting	Keterangan
Ventilasi		Penerapan ventilasi terbuka pada bangunan sekolah tersebut telah sesuai Berdasarkan SNI 03-6572-2001. Dimana Luas bukaan sudah memenuhi yaitu minimal 5% dari luas lantai.
Aspek Bangunan		Penggunaan warna muda pada bangunan pada warna putih memiliki angka serapan kalor paling sedikit (10%-15%) (Mangunwijaya, 1988)

Lanjutan Tabel 22

Aspek	Kondisi Eksisting	Keterangan
Plafon		Tinggi minimal plafon adalah 2,5m dari lantai. Hal tersebut telah sesuai dengan SNI 03-1733-2004.
Aspek	Kondisi Eksisting	Keterangan
Vegetasi		Pohon dan tanaman dapat dimanfaatkan untuk mengatur aliran udara ke dalam bangunan (Egan, 1975)
Aspek	Kondisi Eksisting	Keterangan
Penutup Tanah		Pada ketinggian 1m di atas permukaan (beton) temperatur yang lebih tinggi sekitar 4°C dibandingkan temperatur pada ketinggian yang sama di atas permukaan rumput (Basaria, 2005)

4.5.2 Peningkatan Rekayasa Termal

Tabel 23 Rekayasa Termal Bangunan

Parameter Pengamatan	Hasil Pengamatan	Potensi Peningkatan		Temperatur		PMV value		Keterangan
				Nilai	Hasil	Nilai	Hasil	
Penutup Tanah	Semen *(0°C) (asumsikan sama dengan beton)	Daun hijau	-4°C	29°C	25°C	1,0	-0,2	Terjadi perubahan pada nilai PMV mendapatkan hasil <i>slightly warm</i> (1,0) turun hingga <i>neutral</i> (-0,2)
		Lapangan rumput	-4°C	29°C	25°C	1,0	-0,2	
		Rumput kering	-4°C	29°C	25°C	1,0	-0,2	

Sumber: Hasil Pengamatan (2019) dan Mangunwijaya (1988)

