

## D140 - KINERJA ENERGI UNTUK KENYAMANAN PADA BANGUNAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN DI MALANG

Imam Alfianto<sup>1</sup>, Mohammad Sulton<sup>1</sup>, Astri Anindya Sari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang  
Jl. Semarang 5 Malang telp 0341-551312  
Email: imam.alfianto.ft@um.ac.id

### Abstrak

*Sebagai salah satu standar dalam pendidikan nasional, sarana dan prasarana berperan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Untuk itu diperlukan manajemen sarana dan prasarana terutama bangunan yang baik agar tujuan pembelajaran dapat diwujudkan. Bangunan di negara beriklim tropis menggunakan energi untuk sistem tata udara sebesar 45-70% dan sistem tata cahaya sebesar 10-20%. Seiring dengan upaya revitalisasi Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) maka bangunan fasilitas pendidikan menengah kejuruan perlu mendapat perhatian terkait dengan kinerja energi terutama kenyamanan suhu dan pencahayaan. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi kriteria dasar sebagai indikator awal untuk melakukan penilaian (assesment) terhadap kinerja energi bangunan. Analisis dan identifikasi kriteria dilakukan dengan menggunakan metode Important Performance Analysis (IPA). Sebanyak 125 orang dari 4 (empat) Sekolah Menengah Kejuruan di Malang yang terdiri dari siswa dan guru sebagai responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 41 kinerja kriteria desain bangunan yang memiliki pengaruh dengan kenyamanan termal terdapat 14 variabel yang dipersepsikan penting oleh pengguna bangunan fasilitas bangunan pendidikan menengah kejuruan yang meliputi kategori: (a) lokasi bangunan, (b) upaya reduksi panas sekitar bangunan, (c) denah bangunan, (d) desain struktural dan selubung bangunan bagi kenyamanan termal, (e) sistem penghawaan dan pencahayaan buatan*

**Kata kunci:** *bangunan; kinerja; pendidikan menengah kejuruan; termal*

### Pendahuluan

Perancangan bangunan mempunyai tujuan utama untuk meningkatkan kualitas hidup manusia. Keberadaan bangunan di dalam konteks lingkungan tidak terlepas dari berbagai pertimbangan dan batasan. Sepanjang sejarah, perkembangan arsitektur bangunan selalu terkait faktor iklim, energi, ketersediaan sumber daya dan upaya untuk menjamin sumber daya tersebut dapat terjamin secara berkelanjutan. Saat ini, pertimbangan penggunaan energi dalam bangunan sudah menjadi suatu kriteria yang diwajibkan di hampir semua negara di dunia.

Bangunan tinggi dan gedung pencakar langit dewasa ini semakin banyak didirikan di Indonesia. Efisiensi penggunaan energi menjadi tuntutan seiring dengan tingginya biaya penggunaannya. Sehingga penerapan Standar Nasional Indonesia guna efisiensi energi menjadi suatu keharusan. Pada umumnya, gedung di negara beriklim tropis termasuk Indonesia paling banyak menggunakan energi untuk sistem tata udara (45-70%), sistem tata cahaya (10-20%), lift dan eskalator (2-7%), serta alat-alat elektronik (2-10%). Priatman (2003) menemukan bahwa penggunaan energi untuk kenyamanan termal berkisar 50%-60%, sedangkan untuk kenyamanan visual berkisar 30%, atau dapat disimpulkan bahwa kualitas termal bangunan dan faktor cuaca menjadi faktor penentu yang dominan dalam penggunaan energi.

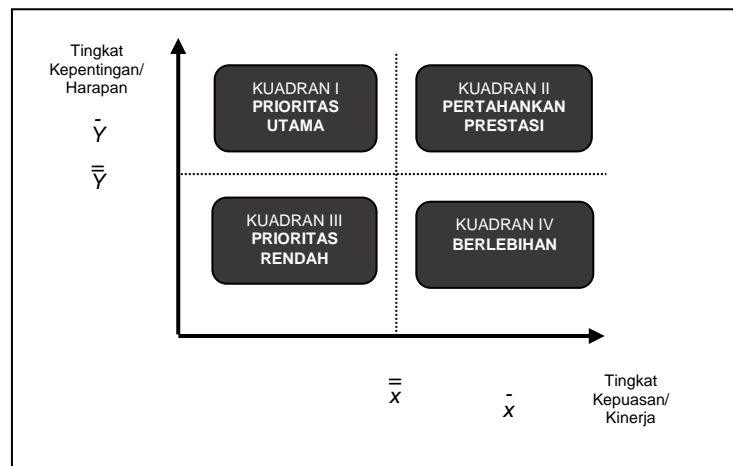
Kondisi lingkungan belajar yang nyaman dan sehat sangat menguntungkan bagi proses pengajaran dan pembelajaran (Amin, dkk, 2015). Untuk menyediakan sarana dan prasarana agar proses belajar dan mengajar dapat berjalan dengan baik memerlukan biaya yang cukup tinggi. Pendidikan kejuruan memerlukan pembiayaan yang cukup tinggi dibandingkan jenis pendidikan lainnya terutama untuk pemenuhan peralatan dan infrastruktur (Hoeckel 2008). Pendidikan menengah kejuruan di Indonesia pada SMK negeri alokasi anggaran untuk biaya investasi lahan, prasarana, sarana menyerap 66%-67% total dana yang berasal dari APBN. (Sugandi, 2012; 201). Biaya yang besar tersebut akan menjadi semakin besar apabila tidak dilakukan upaya penghematan terutama pada penggunaan energi. Untuk mengelola sarana dan prasarana bangunan perlu adanya sistem manajemen agar kinerja bangunan dapat optimal (Hassan, 2013).

Sebagai dasar dari pengembangan standar desain maka perlu dilakukan kajian terhadap faktor-faktor desain bangunan, khususnya faktor-faktor desain yang berpengaruh terhadap kinerja termalnya. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi faktor-faktor desain yang berpengaruh pada kinerja termal bangunan fasilitas pendidikan menengah

kejuruan di Indonesia. Hasil yang diharapkan adalah peringkat kinerja faktor-faktor desain yang mempengaruhi kenyamanan termal bangunan untuk mendukung kenyamanan suhu dan kenyamanan pencahayaan.

### Metode

Analisa yang dilakukan akan memberikan suatu deskripsi tentang kinerja faktor-faktor desain yang berkaitan dengan kenyamanan termal bangunan yakni kenyamanan suhu dan kenyamanan pencahayaan. Identifikasi kriteria dilakukan dengan menggunakan metode *Important Performance Analysis* (IPA), yaitu suatu metode analisis yang mengkombinasikan atribut-atribut tingkat kepentingan dan persepsi terhadap kualitas layanan ke dalam bentuk dua dimensi.



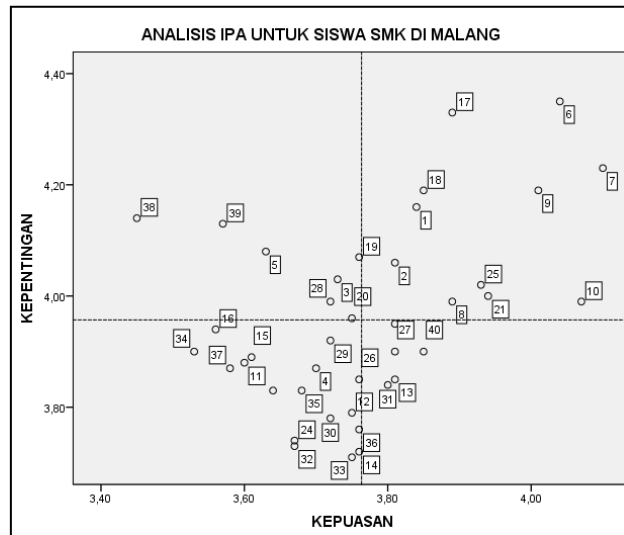
Gambar 1. Kuadran pada diagram kartesius IPA

Penelitian ini dilakukan di Malang ( kota Malang dan kabupaten Malang) yang melibatkan empat Sekolah Menengah Kejuruan Negeri. Sebanyak 125 responden terlibat yang terdiri dari guru dan siswa. Pengambilan data dilakukan pada bulan Agustus s/d September 2017.

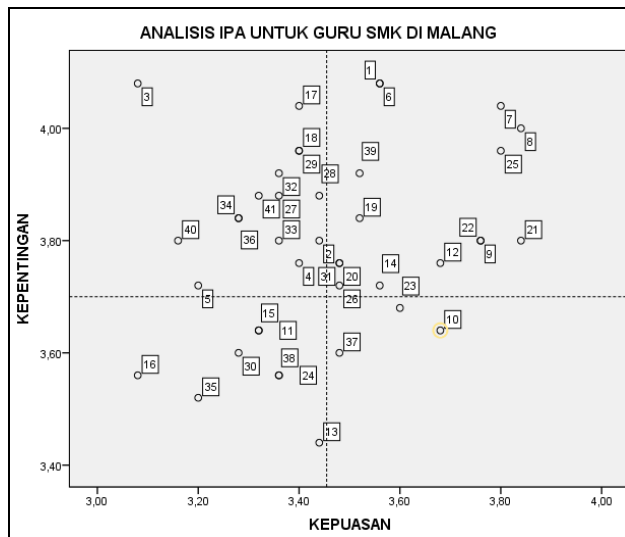
Angket survey meliputi 8 elemen IPA yang terdiri dari indikator lokasi, upaya reduksi panas, tata ruang, bentuk bangunan, struktural dan selubung bangunan terhadap kenyamanan suhu, struktural dan selubung bangunan terhadap kenyamanan pencahayaan, interior ruang, dan sistem pencahayaan dan penghawaan buatan. Elemen IPA tersebut disebar dalam 41 item pernyataan diajukan kepada responden untuk menilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan terkait kondisi lingkungan dan bangunan SMK.

### Hasil dan Pembahasan

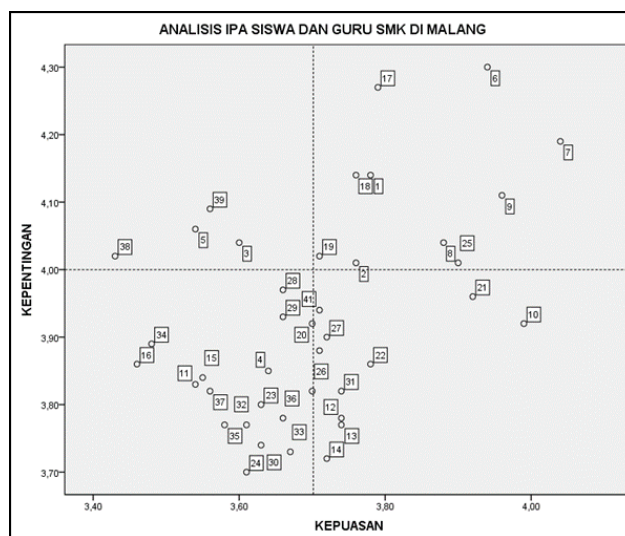
Menurut Evans (1980), keberhasilan bangunan dalam merespon lingkungan termal secara keseluruhan terkait dengan desain aspek-aspek pembentuk kinerja termal (*thermal performance*) bangunan, yaitu antara lain desain atap, plafond, lantai, serta *building envelopes* (dinding luar, jendela / bukaan pencahayaan, dan ventilasi / bukaan udara). Kemampuan bangunan untuk merespon lingkungan termal terkait erat dengan kinerja dari elemen-elemen pembentuknya. Kinerja dari elemen-elemen pembentuknya berupa desain bentuk, material, susunan ruang dan teknologi konstruksi, serta orientasinya.



Gambar 2. Atribut pada diagram kartesius IPA untuk guru SMK di Malang



Gambar 3. Atribut pada diagram kartesius IPA untuk siswa SMK di Malang



Gambar 4. Atribut pada diagram kartesius IPA untuk siswa dan guru SMK di Malang

Berdasarkan analisis tersebut terdapat beberapa atribut yang mempunyai tingkat persepsi tidak terlalu penting, yaitu atribut yang terdapat pada kuadran III dan IV. Atribut pada kuadran III dengan prioritas rendah (*Low Priority*) adalah atribut-atribut yang memiliki tingkat respon atau kinerja aktual yang rendah dan dianggap tidak menjadi prioritas utama dan tidak terlalu diharapkan oleh pengguna bangunan, sehingga tidak perlu memprioritaskan atau terlalu memberikan perhatian pada faktor-faktor tersebut. Atribut pada kuadran IV adalah atribut yang dianggap terlalu berlebih (*Possibly Overkill*). Atribut-atribut tersebut dianggap tidak terlalu diharapkan atau tidak terlalu penting. Hasil pemeringkatan atribut-atribut tersebut seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi atribut IPA berdasarkan status responden

No atribut IPA		SISWA	GURU	SISWA & GURU
A	Lokasi Bangunan			
1	Kondisi cuaca pada lokasi bangunan	II	II	II
2	Arah hadap (orientasi) bangunan	II	I	II
B	Upaya reduksi panas sekitar bangunan			
3	Penggunaan perkerasan keliling bangunan yang tidak memantulkan panas ( <i>Heat Island Effect</i> )	I	I	I
4	Penggunaan vegetasi ( <i>softscape</i> ) yang bebas dari bangunan taman ( <i>hardscape</i> )	III	I	III
5	Penggunaan material atap bangunan di sekitar gedung yang tidak memantulkan panas ( <i>Heat Island Effect</i> )	I	I	I
C	Denah Bangunan			
6	Letak ruangan mendukung kenyamanan suhu dalam ruang	II	II	II
7	Letak ruangan memberikan penerangan alami yang nyaman	II	II	II
8	Luasan ruang mendukung kenyamanan suhu dalam ruang	II	II	II
9	Luasan ruang memberikan penerangan alami yang nyaman	II	II	II
D	Bentuk Arsitektur Bangunan			
10	Bentuk atap	II	IV	IV
11	Material atap mereduksi panas	III	III	III
12	Bentuk/konstruksi dinding luar bangunan	III	II	IV
13	Jenis material dinding luar bangunan yang digunakan	IV	III	IV
14	Warna material dinding luar bangunan yang digunakan	III	II	IV
15	Bentuk elemen penghalang panas	III	III	III
16	Bentuk elemen penghalang silau cahaya	III	III	III
E	Desain struktural dan selubung bangunan yang mempengaruhi kenyamanan suhu			
17	Luas bukaan jendela/pintu atau bukaan udara lain di dinding untuk mendapatkan udara alami (ventilasi)	II	I	II
18	Bentuk atau sistem konstruksi bukaan jendela/pintu atau bukaan udara lain di dinding untuk mendapatkan udara alami (ventilasi)	II	I	II
19	Luas bukaan di atap atau langit-langit untuk mendapatkan udara alami (ventilasi)	I	II	II
20	Bentuk atau sistem konstruksi bukaan di atap atau langit-langit untuk mendapatkan udara alami (ventilasi)	I	II	III
F	Desain struktural dan selubung bangunan yang mempengaruhi kenyamanan pencahayaan			

21	Luas bukaan di dinding (jendela/pintu, <i>bouvenlicht</i> , atau lobang cahaya lain) untuk mendapatkan terpaan sinar matahari (penetrasi dinding)	II	II	IV
22	Bentuk atau sistem konstruksi bukaan untuk mendapatkan terpaan sinar matahari dinding (penetrasi dinding)	IV	II	IV
23	Luas bukaan di atap atau langit-langit untuk mendapatkan terpaan sinar matahari (penetrasi atap)	III	IV	III
24	Bentuk atau sistem konstruksi bukaan untuk mendapatkan terpaan sinar matahari atap (penetrasi atap)	III	III	III
G	Interior Ruang yang berpengaruh pada kenyamanan suhu dan pencahayaan			
25	Bentuk/konstruksi dinding di dalam ruang	II	II	II
26	Jenis material dinding di dalam ruang yang digunakan	III	II	III
27	Warna material dinding di dalam ruang yang digunakan	IV	I	IV
28	Bentuk/konstruksi lantai	I	I	III
29	Jenis material lantai yang digunakan	III	I	III
30	Warna material lantai yang digunakan	III	III	III
31	Bentuk/konstruksi langit-langit (plafon)	IV	II	IV
32	Jenis material langit-langit (plafon) yang digunakan	III	I	III
33	Warna material langit-langit (plafon) yang digunakan	III	I	III
34	Bentuk perabot dalam ruang	III	I	III
35	Bahan material finishing perabot ruang	III	III	III
36	Warna perabot di dalam ruang	III	I	III
37	Penggunaan elemen interior penghalang panas/cahaya dari luar (tirai, blind, dll)	III	IV	III
H	Sistem penghawaan dan pencahayaan buatan			
38	Sistem penghawaan buatan untuk pendinginan ruang yang nyaman	I	III	I
39	Sistem penghawaan buatan untuk pendinginan ruang (AC, kipas angin, dll) yang terintegrasi dengan ventilasi alami	I	II	I
40	Sistem pencahayaan listrik tidak membuat peningkatan panas internal	IV	I	IV
41	Pencahayaan listrik diintegrasikan dengan sinar matahari	IV	I	IV

Berdasarkan hasil analisis maka dari 41 kinerja indikator desain bangunan fasilitas pendidikan menengah kejuruan di Indonesia yang memiliki pengaruh terhadap kenyamanan termal terdapat 19 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan oleh siswa sebagai pengguna bangunan. Sedangkan menurut guru, ada 24 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan. Namun secara keseluruhan (guru dan siswa) terdapat 14 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan dalam merencanakan bangunan guna meningkatkan kinerja energi bangunan sekolah menengah kejuruan. Indikator-indikator tersebut dikelompokkan dalam 8 kategori utama.

#### Lokasi bangunan yang mempengaruhi kenyamanan suhu dan pencahayaan

Persepsi siswa dan guru memberikan pandangan bahwa lokasi bangunan sudah memenuhi kriteria kenyamanan. Hal ini tidak terlepas dari kondisi cuaca di Malang yang nyaman dengan suhu berkisar 23,3°C dan kelembaban udara 77%. Lama penyinaran matahari yang berkisar 44% memberikan penerangan yang cukup terutama saat jam pembelajaran.

Untuk mempertahankan kenyamanan tersebut dapat menggunakan kriteria GreenShip yang dikembangkan di Indonesia (GBCI, 2012), seperti menghindari pembangunan di area *greenfields*, memilih daerah pembangunan dengan ketentuan KLB>3, merevitalisasi dan melakukan pembangunan di atas lahan yang bernilai negatif, memakai material yang dapat menghindari efek *heat island* pada area perkerasan non-atap. Untuk orientasi bangunan dapat menggunakan tolok ukur yang harus dicapai adalah merencanakan arah hadap bidang vertikal bangunan dengan faktor radiasi matahari (SF, W/m<sup>2</sup>) yang terkecil.

### **Upaya reduksi panas sekitar bangunan**

Upaya reduksi panas yang telah dilakukan mendapatkan respon yang baik dari para pengguna baik itu guru maupun siswa. Walaupun pada penggunaan vegetasi belum menjadi prioritas yang tinggi bagi siswa. Penggunaan material perkerasan lingkungan yang tidak memantulkan panas seperti paving dengan kombinasi rumput diapresiasi positif oleh responden. Bahan atap dari genting tanah liat yang mampu mereduksi panas sangat membantu dalam menurunkan suhu.

Upaya reduksi panas melalui kriteria pengadaan vegetasi (*softscape*) yang bebas dari bangunan taman (*hardscape*) merupakan kriteria penting dan memiliki kinerja yang harus diperbaiki. Desain lansekap berupa vegetasi (*softscape*) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari panas akibat radiasi matahari, serta terpaan angin kencang (GBCI, 2012).

### **Denah bangunan yang berpengaruh pada kenyamanan suhu dan pencahayaan**

Pada elemen denah, baik guru maupun siswa menempatkannya dalam kuadran II yang berarti sudah memenuhi kepentingan dan kepuasan pengguna. Bentuk dasar denah bangunan pada Sekolah Menengah Kejuruan adalah persegi/kotak. Bentuk persegi relatif mampu mengakomodir proses belajar mengajar dengan nyaman terutama yang masih menempatkan guru sebagai orientasi. Dengan bentuk persegi, pencahayaan dapat masuk dari 2 (dua) arah yang saling berhadapan. Kenyamanan suhu juga bisa dicapai dengan adanya sistem penghawaan silang.

Kriteria pada kategori ini pada dasarnya meliputi letak dan luas ruangan baik untuk mendukung kenyamanan suhu ataupun untuk kenyamanan pencahayaan. Untuk meningkatkan produktivitas pengguna gedung perlu dipertimbangkan penggunaan ventilasi alami yang optimal untuk menurunkan penggunaan energi dan mendukung desain bangunan agar menerapkan pemakaian ventilasi alami semaksimal mungkin. Penataan ruang yang mengoptimalkan masuknya pencahayaan buatan juga dapat mengurangi penggunaan energi bangunan.

### **Bentuk Arsitektur yang berpengaruh pada kenyamanan suhu dan pencahayaan**

Dari elemen bentuk arsitektur, sebagian besar indikatornya berada pada kuadran tidak penting (kuadran III dan IV). Namun demikian, siswa menganggap bentuk atap merupakan elemen yang perlu dipertahankan dalam bentuk bangunan. Bentuk atap limasan akan memberikan kesan gagah serta secara fungsional akan mencapai kinerjanya yang maksimal. Guru menganggap konstruksi dinding dan warna dinding juga perlu dipertahankan. Dominasi warna krem memberikan kesan bangunan formal serta mampu menetralkan kesan panas udara.

Beberapa indikator bentuk yang dianggap belum memenuhi kenyamanan penghuni adalah material atap, material dinding luar, dan elemen penghalang. Material atap dalam mereduksi panas, kinerjanya belum dianggap memenuhi kenyamanan penghuni. Jenis material dinding luar yang menggunakan dinding bata berlapis spesi serta ditutup dengan cat memberikan kesan yang panas. Bentuk elemen penghalang panas dan penghalang silau dirasakan belum optimal.

### **Desain struktural dan selubung bangunan untuk kenyamanan suhu**

Secara umum responden baik guru maupun siswa memberikan respon yang positif terhadap desain struktural dan selubung bangunan Sekolah Menengah Kejuruan terhadap kenyamanan suhu. Luas bukaan dinding dan bentuk bukaan dinding perlu diprioritaskan untuk ditingkatkan berdasarkan responden siswa, walaupun menurut guru masih layak untuk dipertahankan. Luas bukaan atap/langit-langit dan bentuk bukaan atap/langit-langit berdasarkan responden siswa perlu dipertahankan, walaupun menurut guru perlu untuk ditingkatkan.

Desain struktur dan selubung bangunan untuk kenyamanan suhu pada dasarnya berkaitan dengan sistem, dimensi dan material pada suatu desain ventilasi untuk meningkatkan dan menjaga kualitas udara di dalam ruangan dengan menerapkan masuknya udara luar ruang sesuai dengan kebutuhan laju ventilasi demi kesehatan penghuni bangunan. Dalam GBCI (2012) disebutkan bahwa luas dan sistem konstruksi bukaan di dinding, atap atau langit-langit yang menunjukkan adanya potensi masuknya udara luar harus minimal sesuai dengan standar ASHRAE 62.1-2007 atau standar terbaru.

### **Desain struktural dan selubung bangunan untuk kenyamanan pencahayaan**

Desain struktur dan selubung bangunan untuk kenyamanan pencahayaan adalah untuk mengupayakan pemanfaatan pencahayaan alami seoptimal mungkin agar mengurangi konsumsi energi dan mendukung desain

bangunan. Tolok ukur yang dapat digunakan adalah mendapatkan tingkat pencahayaan (iluminasi) di setiap ruang kerja sesuai dengan kebutuhan. Terjadinya pantulan cahaya yang menimbulkan silau juga harus dihindarkan.

Dari empat indikator terhadap kenyamanan pencahayaan hanya luas bukaan dinding yang dianggap perlu dipertahankan oleh siswa dan guru. Ini berkorelasi positif dengan luasan bukaan untuk pencahayaan. Hal ini dimungkinkan karena antara bukaan dinding untuk pencahayaan dan penghawaan menjadi satu dalam bingkai kusen. Bentuk bukaan pencahayaan di dinding, luas bukaan pencahayaan di atap/langit-langit, dan bentuk pencahayaan di atap masuk dalam kuadran III dan IV. Hal ini menunjukkan bahwa indikator tersebut belum perlu untuk diprioritaskan untuk ditingkatkan. Responden sudah merasa cukup dengan kondisi yang ada.

### **Interior ruang yang berpengaruh pada kenyamanan suhu dan pencahayaan**

Ada 13 indikator untuk interior merupakan upaya untuk memetakan kenyamanan suhu dan cahaya secara lebih detail. Hanya 2 dari 13 indikator yang masuk kategori penting untuk dipertahankan atau ditingkatkan menurut siswa yaitu bentuk konstruksi dinding dan lantai. Sedangkan guru memilih 10 indikator yang perlu dipertahankan/ditingkatkan yaitu konstruksi dinding, material dinding, warna dinding, konstruksi lantai, material lantai, konstruksi langit-langit, material langit-langit, warna langit-langit, bentuk perabot, dan warna perabot. Secara keseluruhan (guru dan siswa) hanya indikator konstruksi lantai yang perlu dipertahankan kinerjanya.

Kriteria yang paling dianggap penting adalah penggunaan jenis material untuk komponen interior yang dapat mereduksi panas, tidak menimbulkan panas pada lingkungannya. Material yang dipasang sesuai SNI 03-6389-2000, dengan pertimbangan: nilai absorbtansi termal ( $\alpha$ ), nilai konduktivitas termal bahan, resistansi lapisan udara luar, resistansi termal bahan, resistansi termal rongga udara, dan resistansi lapisan udara permukaan. Selain itu perlu dipertimbangkan penggunaan warna cat yang lebih terang untuk elemen interior.

### **Sistem penghawaan dan pencahayaan buatan**

Sistem penghawaan buatan hendaknya dapat bekerja dengan optimal dan tidak boros energi tanpa mengurangi persyaratannya. Penghawaan buatan pada siswa berada pada kuadran I yang berarti menganggap sebagai hal yang penting namun kinerjanya belum memuaskan yang diharapkan dapat ditingkatkan. Hal ini dapat disadari karena sebagian kelas belum menggunakan penghawaan buatan namun mereka sudah merasakan penggunaan penghawaan buatan ketika pembelajaran laboratorium. Hal yang berbeda pada guru yang menganggap belum terlalu penting untuk penghawaan buatan. Namun secara keseluruhan (guru dan siswa) berada pada kuadran I yang berarti perlu ditingkatkan peran dari penghawaan buatan.

Penggunaan pencahayaan buatan di ruang kelas pada jam efektif sekolah lebih bersifat sebagai pelengkap. Hal ini terlihat dari posisinya di kuadran IV secara keseluruhan (guru dan siswa). Penerangan buatan masih dibutuhkan terutama untuk ruang kelas yang tidak mendapatkan penerangan alami secara langsung dari kedua sisi maupun pada ruang laboratorium yang memerlukan ketelitian lebih.

Penggunaan penghawaan buatan dan pencahayaan buatan akan memerlukan energi yang cukup besar. Penggunaan energi yang besar berimplikasi pada daya listrik yang tersedia serta biaya yang harus dibayar. Untuk itu dapat menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25°C dan kelembaban relatif 60%, tidak menggunakan *chloro fluoro-carbon* (CFC) sebagai refrigerant. Selain itu tidak perlu memberi penghawaan buatan (*air conditioning*) pada ruang WC, tangga, koridor, dan lobi. Pemasang pada ruang pembelajaran tertentu saja seperti laboratorium atau studio serta memanfaatkan ventilasi alami ataupun mekanik dapat mereduksi pembiayaan. Sedangkan pada ruang kelas cukup dengan memasang kipas angin. Untuk pencahayaan buatan dapat dengan menggunakan lampu dengan tingkat pencahayaan ruang yang seoptimal mungkin atau sesuai dengan SNI 03-6197-2011, pemilihan armatur yang mempunyai efisiensi yang tinggi dan tidak menyebabkan silau atau pantulan yang mengganggu.

### **Kesimpulan**

Persepsi pengguna bangunan sekolah menengah kejuruan di Indonesia khususnya di Malang (kota dan kabupaten) menunjukkan bahwa terdapat 19 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan oleh siswa sebagai pengguna bangunan. Sedangkan menurut guru, ada 24 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan. Namun secara keseluruhan (guru dan siswa) terdapat 14 indikator yang dipersepsikan perlu ditingkatkan atau dipertahankan dalam merencanakan bangunan guna meningkatkan kinerja energi bangunan sekolah menengah kejuruan. Indikator tersebut berkaitan dengan: (a) lokasi, kondisi cuaca dan orientasi bangunan mendukung kenyamanan termal bangunan; (b) reduksi panas, melalui penggunaan material perkerasan dan material atap bangunan dan lingkungan di sekitar gedung yang tidak memantulkan panas (*Heat Island Effect*); (c) denah, letak dan luas ruangan mendukung kenyamanan suhu ataupun untuk kenyamanan pencahayaan; (d) luasan serta bentuk lubang penghawaan sangat mendukung bagi tercapainya kenyamanan suhu; (e) sistem penghawaan buatan yang hemat energi perlu dipertimbangkan untuk diterapkan.

Untuk penelitian selanjutnya perlu melihat seberapa besar peranan pihak manajemen sekolah dalam mengelola sarana prasarana guna mewujudkan konstruksi berkelanjutan.

**Daftar Pustaka**

- \_\_\_\_\_. (2002), *Agenda 21 on Sustainable Construction*, CIB & UNEP-IETC, United Nation Environment Program / UNEP
- \_\_\_\_\_. (2003), *UNEP Publication on Sustainable Building and Construction*, UNEP Industry and Environment, April – September 2003, United Nation Environment Program / UNEP
- Amin, Nor Dina Md. Akasah, Zainal Abidin. & Razzaly, Wahid. (2015), *Architectural evaluation of thermal comfort: Sick building syndrome symptoms in engineering education laboratories*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 204: 19–28.
- Evans, M. (1980), *Housing, Climate and Comfort*, London, The Architectural Press
- GBCI. (2012), *Perangkat Penilaian Greenship: GREENSHIP untuk Gedung Baru*. Departmen Rating Development. Green Building Council Indonesia.
- Hassan, Che Hallimah. (2013), *A Framework for User Requirement Assessment in Technical Education Facility Planning: a Knowledge Engineering Approach*, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 107: 104 – 111.
- Hoeckel, Kathrin. (2008), *Cost and Benefits in Vocational Education and Training*. OECD.
- Moore, F. (1993), *Environmental Control System: Heating, Cooling, Lighting*, US, McGraw-Hill Inc.
- Priatman, Jimmy. (2003), “*Energy Conscious Design*” *Konsepsi Dan Strategi Perancangan Bangunan Di Indonesia*, *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur* Vol. 31, No. 1, Juli 2003: 43-51, Universitas Kristen Petra, Surabaya
- SNI 03 6197-2000 tentang Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan
- SNI 03-6196-2000 tentang Prosedur Audit Energi Pada Bangunan Gedung
- SNI 03-6390-2011 tentang Konservasi Energi pada Sistem Tata Udara Bangunan Gedung.
- Sugandhi, R.M. (2012), *Pola Pendanaan Penyelenggaraan Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan*. Disertasi tidak diterbitkan. Yogyakarta: PPs UNY.
- Supranto, J.M.A. (2001), *Pengukuran Tingkat Kepuasan Pelanggan untuk Menaikkan Pangsa Pasar*. Jakarta: Rineka Cipta
- Szokolay, S.V. (1980), *Environmental Science Handbook for Architects and Builders*, Lancaster, The Contruction Press
- Szokolay, S.V. (1987), *Thermal Design of Buildings*, Canberra, RAIA Education Division
- USGBC. (2008), *The LEED 2009 for Existing Buildings: Operations & Maintenance Rating System*.