BAB 5

KAJIAN TEORI

5.1. Kajian teori penekanan desain

5.1.1. uraian interpretasi dan elaborasi tema desain

Balai latihan kerja industri ini merupakan proyek yang bergerak dalam bidang pelatihan kerja dibidang industri yang sesuai dengan pasar kerja di Jawa Tengah. Penyelesaian arsitektural harus memperhatikan kenyamanan dan keamanan bagi pelakunya. Selain itu, melihat fungsi dari BLKI ini penyelesaian arsitekturalnya juga harus dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan, karena balai pelatihan kerja yang identik dengan peggunaan energi dengan jumlah besar terutama energi listrik untuk pengoprasian alat-alat pelatihan, serta karena lokasi BLKI yang berada disalah satu kabupaten dengan kawasan industri terbesar yang menghasilkan jumlah polusi udara cukup tinggi. Berdasarkan latar belakang tersebut maka tema desain yang dimungkinkan untuk diterapkan adalah *Green architecture*. Green arsitektur ini dapat meciptakan desain yang dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan dan manusia untuk kenyaman aktivitas pada pelatihan kerja.

5.1.2. Pengertian *Green architecture*

Awal mula munculnya *green architecture* adalah karena isu kerusakan alam dan pemanasan global yang semakin memperihatinkan. Seperti yang didikatakan oleh *Departement of Envinrpmental Services of US* bahwa proses dan pembangunan

bangunan merupakan penyumbang terbesar dalam kerusakan lingkungan karena bangunan menghasilkan lebih dari 30% emisi global karbondioksida. Oleh karena itu *green architecture* atau yang dikenal juga dengan bangunan hemat energi hadir untuk mengurangi dampak lingkungan yang kurang baik, meningkatkan kenyamanan manusia dengan pemakaian lahan, pengelolaan sampah yang efektif dan yang terutama penekanan pada efisiensi dan pengurangan penggunaan sumber daya energi dalam tatanan arsitektur.

Pengertian dari green architecture sendiri adalah sebuah perencanaan pembangunan yang sebisa mungkin meminimalisasi berbagai pengaruh yang membahayakan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, untuk menciptakan keselarasan antara lingkungan dengan kepentingan manusia penghuninya. Asitektur hijau tentunya lebih dari sekedar menanam rumput atau menambah tanaman lebih banyak di sebuah gedung, tapi lebih luas dari itu, misalnya memberdayakan arsitektur atau bangunan agar lebih bermanfaat bagi lingkungannya.

5.1.3. Prinsip *green architecture*

Menurut Brenda dan Robert Vale dalam bukunya "*Green Architecture : Design for a Sustainable Future*" terdapat enam prinsip dasar dalam perencanaan Green Architecture, yaitu :

- ✓ *Conserving energy*, yaitu pengoperasian bangunan yang harus meminimalkan penggunaan bahan bakan atau energi listrik dengan memaksimalkan energi alam sekitar lokasi bangunan.

- ✓ *Working with climate,* yaitu mendesain bangunan yang harus berdasarkan iklim yang berlaku di lokasi tapak bangunan berada.
- ✓ *Minimizing new resources,* yaitu mendesain dengan meminimalisir kebutuhan sumber daya yang tidak dapat terbarukan, agar sumberdaya tersebut tidak habis dan dapat digunakan di masa mendatang.
- ✓ *Respect for life,* yaitu desain bangunan yang dibangun jangan sampai merusak kondisi tapak aslinya, dengan perubahan tapak seminimal mungkin, serta memperhatikan efisiensi penggunaan lahan dengan cara mengolah lahan secara proposional agar tersedia ruang luar yang memadai untuk penyerapan air, terjadinya ventilasi dan pencahayaan alami.
- ✓ *Respect for user,* memperhatikan semua pengguna bangunan dan memenuhi semua kebutuhannya, termasuk dalam aspek keamanan, kenyamanan dan kesehatan penggunan didalamnya. Salah satunya dengan memperhatikan kualitas udara. Mengurang pencemaran udara yang ada dengan mencuci atau mengikat udara. Tanaman memiliki sifat mengikat debu pada permukaan daunnya. Pada lahan hijau (semak perdu dan pohon) tanaman – tanaman dapat menyaring 85% udara yang ada.

Sedangkan menurut Vezolli dan Manzini dalam bukunya "*Design for Enviromental Sustainability*" terdapat beberapa prinsip perancangan bangunan dan lingkungan yang mendukung perwujudan lingkungan yang berkelanjutan, yaitu :

- ✓ *Minimize material consumption*, meminimalisasi konsumsi terhadap material seperti efisiensi penggunaan, mengurangi sampah/sisa, menghindari penggunaan kemasan serta perancangan yang hemat energi.
- ✓ *Minimising energy consumption,* yaitu meminimalisasi penggunaan energi pada proses produksi, transportasi dan penyimpanan material.
- ✓ *Minimising toxic emissions,* yaitu pemilihan bahan / material dan sumber daya yang tidak beracun.
- ✓ *Renewable and bio-compatble resources,* yaitu pemilihan material dan sumber daya energi yang terbarukan.
- ✓ *Optimisation of product lifespan,* yaitu optimalisasi usia/umur produk melalui perancangan yang handal dan adaptif
- ✓ *Improve lifespan of material,* yaitu memilih material yang efisien dan terbarukan.

5.1.4. Standarisasi Perancangan *Green architecture*

Dari beberapa kriteria perancangan green architecture yang telah disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa prinsip utama untuk mewujudkan green arcitecture/ arsitektur hijau ini yaitu adalah hemat dan efisiensi penggunaan energi dan sumber daya alam dengan meminimalkan sebisa mungkin dalam perusakan lingkungan.

Terdapat standar / tolak ukur yang digunakan sebagai panduan dalam merancang sebuah bangunan sehingga bangunan tersebut dapat dikatakan green architecure. Standar ini merupakan pengakuan

dari hasil penilaian yang diterbitkan oleh penerbit sertifikat hijau bagi bangunan yang lulus penilaian, terdapat beberapa sistem standar yang berbeda-beda di setiap negara, diantaranya yaitu :

- ✓ BREEAM (*Building Research Establishment's enviromental Assesment Method*) – Inggris. Memiliki aspek penilaian yang meliputi energi, manajemen, kesehatan dan kualitas hidup, Transportasi, air, material, tata guna lahan, polusi, ekologi dan limbah. Dengan tingkat/rating penilaian pass, good, very good, exvellent dan outstanding.
- ✓ LEED (*Leadership in Energy and Enviromental Design*) – Amerika Serikat. Memiliki aspek penilaian yang meliputi tapak/lokasi yang berkelanjutan, efisiensi air, energi dan atmosfir, material dan sumber daya, kualitas lingkungan ruang, inovasi perancangan, dan prioritas regional. Dengan tingkat/rating penilaian certified (40-49 points), Silver (50-59 points), gold (60-79 points) dan platinum (80 points keatas).
- ✓ GREEN STAR – Australia. Memiliki aspek penilaian yang meliputi manajemen konstruksi dan pengoprasian, energy, efisiensi air, efisiensi penggunaan lahan, utilitas bangunan, Transportasi, material, dan emissions/konstrol terhadap polusi. Dengan tingkat/rating penialaian, one star (10-19 points), two star (20-29 points), three star (30-44 points), four star (45-59 points), five star (60-74 points), six star (75 points keatas).

Di Indonesia sendiri, sistem penilaian pada arsitektur hijau berorientasi pada standar penialain GBC (*Green Building Council*) yang berpusat di Tronoto, Kanada. Indonesia mendirikan Asosiasi penerbit sertifikat untuk arsitektur hijau pada tahun 2009 yaitu *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dengan standar sertifikasi yang sesuai dengan standar GBC. GBCI memiliki standar penilaian yang terdiri dari aspek – aspek ; tepat guna lahan, efisiensi energi, konservasi air, sumber dan siklus material, kualitas udara dan kenyaman udara, serta manajemen lingkungan bangunan. Tingkat / rating yang menjadi penilaian untuk suatu bangunan hijau menurut GBCI yaitu :

- Bronze 35 point
- Silver 47 point
- Gold 58 point, dan
- Platinum 74 point.

5.1.5. Kriteria penilaian Bangunan baru *Green Architerture*

Penilaian untuk bangunan baru berkatagori green architecture memiliki dua jenis yang berbeda yaitu, 1) **Kriteria prasyarat** adalah kriteria yang ada disetiap kategoti dan harus dipenuhi sebelum dilakukannya penilaian lebih lanjut. Apabila salah satu prasyarat tidak dipenuhi, maka kriteria kredit dan kriteria bonus dalam kategori yang sama dari gedung tersebut tidak dapat dinilai. Kriteria prasyarat ini tidak memiliki nilai seperti kriteria lainnya. 2) **Kriteria kredit** adalah kriteria yang ada disetiap kategori dan tidak harus dipenuhi.

Pemenuhan kriteria ini tentunya disesuaikan dengan kemampuan gedung tersebut. Bila kriteria ini dipenuhi, gefung yang bersangkutan mendapat nilai dan apabila tidak dipenuhi, gedung bersangkutan tidak mendapatkan nilai. Kategori penilaian berdasarkan *Green Building Council Indonesia* (GBCI), memiliki kriteria sebagai berikut ;

a. Tepat guna lahan (*appropriate Site Development/ASD*) dengan total nilai **17 points**, memiliki kriteria :
   - ✓ Area dasar hijau (*Basic green area*)
   - ✓ Pemilihan tapak (*site selectiion*)
   - ✓ Aksesbilitas komunitas (*community Accesbility*)
   - ✓ Transportasi umum (*public transportation*)
   - ✓ Fasilitas pengguna sepeda (*bicycle fasility*)
   - ✓ Lansekap pada lahan (*site landscaping*)
   - ✓ Iklim mikro (*micro climate*)
   - ✓ Manajemen air limpasan hujan (*stromwater management*)
b. Efisiensi & konservasi energi (energy efficiency & conservation /EEC) dengan total **nilai 26 points**, memiliki kriteria :
   - ✓ Pemasangan Sub meter (*electrical sub metering*)
   - ✓ Perhitungan OOTV (*OOTV calculation*)
   - ✓ Langkah penghematan energi (*energy efficiency measures*)
   - ✓ Pencahayaan alami (*natural lightning*)
   - ✓ Vetilasi (*ventilation*)
   - ✓ Pengaruh perubahan iklim (*climate change impact*)
   - ✓ Energi terbarukan dalam tapak (*on site renewable energy*)

c. Konservasi air (water conservation / WAC) dengan total **nilai 21 points,** memiliki kriteria :

- ✓ Meteran air (*water metering*)
- ✓ Perhitungan penggunaan air (*water calculation*)
- ✓ Pengurangan penggunaan air (*water use reduction*)
- ✓ Fitur air (water fixtures)
- ✓ Daur ulang air (*water recycling*)
- ✓ Sumber air alternatif (*alternative water resources*)
- ✓ Penampugan air hujan (*rainwater harvesting*)
- ✓ Efisiensi penggunaan air lansekap (*water efficiency landscape*)

d. Sumber dan siklus material (material resources & sysle/MRC) dengan total **nilai 14 points**, memiliki kriteria :

- ✓ Refrigerant fundamental (*fundamental refrigerant*)
- ✓ Penggunaan gedung & material bekas (*building & material reuse)*
- ✓ Material ramah lingkungan (enviromentally friendly material)
- ✓ Penggunaan material tanpa ODP (*non ODP usage*)
- ✓ Kayu bersertifikat *(sertified wood*)
- ✓ Material prafabrikasi *(prefab material*)
- ✓ Material regional (*regional material*)

e. Kesehatan dan kenyaman dalam ruang (indoor health & comfort / IHC) dengan total **nilai 10 points**, memiliki kriteria :

- ✓ Introduksi udara luar (*Outdoor air introduction*)
- ✓ Pemantauan kadar CO_2 (*CO_2 monitoring*)

- ✓ Kendali asap rokok di lingkungan (*environmental tobacco smoke control)*
- ✓ Polutan kimia (*chemical polutant*)
- ✓ Pemandangan ke luar (*outside view*)
- ✓ Kenyamanan visual (*visual comfort*)
- ✓ Kenyamanan termal (*thermal comfort*)
- ✓ Tingkat kebisingan (*acoustic level*)

f. Menajemen lingkungan bangunan (*building&enviroment management* / BEM) dengan total nilai **13 points**, memiliki kriteria

- ✓ Dasar pengelolaan sampah (basic waste management)
- ✓ GP sebagai anggota tim proyek (GP as a member of project team).
- ✓ Polusi dari aktifitas konstruksi (pollution of constructio activity)
- ✓ Pengelolaan sampah tingkat lanjut (advanced waste management)
- ✓ Sistem komisioning yang baik dan benar (proper comissioning)
- ✓ Penyerahan data green building (green building submission data)
- ✓ Kesepakatan dalam melakukan aktivitas fit out (fit out agreement)
- ✓ Survey pengguna gedung (occupant survey)

Kriteria berdasarkan GBCI untuk bangunan *green architecure* yang akan diterapkan pada desain proyek ini yaitu bangunan *green*

architecture untuk bangunan baru kategori **bronze** dengan total point **35 points**, dengan kriteria sebagai berikut :

a. Tepat guna lahan (ASD)

- ✓ Area dasar hijau (basic green area)

  Adanya area lansekap berupa vegetasi (softscape) yang bebas dari struktur bangunan dan struktur sederhana bangunan taman (hardscape) di atas permukaan tanah atau di bawah tanah. Untuk konstruksi baru, luas areanya adalah minimal 10% dari luas total lahan. **Kriteria prasyarat**

- ✓ Pemilihan tapak (site selection)

  Membangun di dalam kawasan perkotaan dilengapi minimal delapan dari 11 prasarana sarana kota. **1 point**

- ✓ Aksesbilitas komunitas (community accesbility)

  Membuka akses pejalan kaki selain ke jalan utama di luar tapak yang menghubungkannya dengan jalan sekunder dan/atau lahan milik orang lain sehingga tersedia akses ke minimal 3 fasilitas umum sejauh 300m jarak pencapaian pejalan kaki. **1point**.

- ✓ Transportasi publik (public transportation)

  Menyediakan *shuttle bus* untuk pengguna tetap gedung dengan jumlah unit minimum untuk 10% pengguna tetap gedung. **1 point**

- ✓ Lansekap pada lahan (site landscaping)

  Adanya area lansekap berupa vegetasi (softscape) yang bebas dari bangunan taman (hardscape) yang terletak di atas

permukaan tanah seluas minimal 40% luas total lahan. Luas area yang diperhitungkan adalah termasuk yang tersebut di prasyarat 1, taman di atas basement, roof garden, terrace garden, dan wall garden, sesuai dengan permen PU no. 5/PRT/M/2008 mengenai ruang terbuka hijau. **2 point**

- ✓ Iklim mikro (micro climate)

  Desain lansekap berupa vegetasi (softscape) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunujukan adanya pelindungan dari [anas akibat radiasi matahari. **1 point**

- ✓ Manajemen air limpasan (Stromwater management)

  Menggunakan teknologi – teknologi yang dapat mengurangi debit limpasan air hujan. **1 point**

b. Efisiensi & konservasi energy (EEC)

- ✓ Pemasangan sub meter (electrical sub metering)

  Memasang kWh meer untuk mengukur konsumsi listrik pada setiap kelompok beban dan sistem peralatan, yang meliputi : sistem tata udara, sistem tata cahaya dan kotak kontak, dan sistem beban lainnya. **Kriteria prasyarat**

- ✓ Langkah pengehematan energu (energy efficiency measures)

  Tiap penurunan 3 W/m^2 dari nilai OOTV 45 W/m^2 (SNI 03-6389-2000). **5 point**

  Menggunakan lampu dengan daya pencahayaan sebesar 30%, yang lebih hemat daripada daya pencahayaan yang tercantim dalam SI 03 6197-2000. **1 point**

Penempatan tombol lampu dalam jarak pencapaian tangan pada saat buka pintu**. 1 point**

- ✓ Pencahayaan alami (natural lighting)

  Penggunaan cahaya alami secara optimal sehingga minimal 30% luas lantai yang digunakan untuk bekerja mendapatkan intensitas cahaya alami minimal 300 lux. Perhitungan dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan software. **2 point**

- ✓ Ventilasi (ventilation)

  Tidak mengkodisiskan (tidak memberi AC) ruang WC, tangga, koridor dan lobi lift, seta melengkapi ruangan tersebut dengan ventilasi alami ataupun mekanik. **1 point**

- ✓ Energi terbarukan dalam tapak (on site renewable energy)

  Menggunakan sumber energi baru dan terbarukan. Setiap 0,5% daya listrik yang dibutuhkan gedung yang dapat dipenuhi oleh sumber energi terbarukan**. 5 point**

c. Konservasi air (WAC)

- ✓ Pemasangan alat meteran air (vollume air) yang ditempatkan di lokasi – lokasi tertentu pada sistem distribusi air, sebagai berikut : 1) satu volume meter disetiap sistem keluaran sumber air bersih seperti sumber PDAM atau air tanah, 2) Satu volume meter untuk memonitor keluaran sistem air daur ulang. 3) satu volume meter dipasang untuk mengukur tambahan keluaran air bersih apabila sistem daur ulang tidak mencukupi. **Kriteria prasyarat**

- ✓ Daur ulang air (water recycling)

  Instalasi daur ulang air dengan kapasitas yang cukup untuk kebutuhan seluruh sistem flushing, irigasi, dan meke up water cooling tower (jika ada). **3 point**

- ✓ Sumber air alternatif (alternative water resource)

  Menggunakan salah satu dari tiga alternatif sebagai berikut : air kondensasi AC, air bekas wudu, atau air hujan. **1 point**

- ✓ Penampungan air hujan (rainwater harvesting)

  Instalas tangki penyimpanan air hujan kapasitas 75% dari jumlah air hujan yang jatuh di atas atap bangunan. **2 point**

- ✓ Efisiensi penggunaan air lansekap (water effinciency landscape)

  Seluruh air yang digunakan untuk irigasi gedung tidak berasal dari sumber air tanah dan/atau PDAM. **1 point**

d. Sumber dan siklus material (MRC)

- ✓ Tidak menggunakan chlorofloura carbon dan CFC sebagai refigeran dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran. **Kriteria prasyarat**

- ✓ Penggunaan material tanpa ODP

  Menggunakan bahan yang tidak memiliki potensi merusak ozon. **2 point**

- ✓ Penggunaan gedung & material bekas (building & material reuse)

  Menggunakan kembali semua material bekas, baik dari banunan lama maupun tempat lain**. 2 point**

- ✓ Material regional (regional material)

  Menggunakan material yang lokasi asal bahan baku utama dan pabrikasinya berada dalam wilayah Republik Indonesia. **1 point**

e. Kesehatan & kenyamanan dalam ruang (IHC)

- ✓ Desain ruangan yang menunjuka adanya potensi introduksi udara minimal sesuai dengan standar ASHARE 62.1-2007 atau ASHARE edisi terbaru. **Kriteria prasyarat**
- ✓ Kendali asap rokok di lingkungan (enviromental tobacco smoke control)

  Memasag tanda dilarang meroko diseluruh area gedung dan tidak menyediakan bangunan/area khusus untuk merokok di dalam gedung. **2 point**
- ✓ Polutan kimia (chemical polutan)

  Menggunakan cat dan coating yang mengandung kadar volatile organic compounds (VOCs) rendah. **1 point**

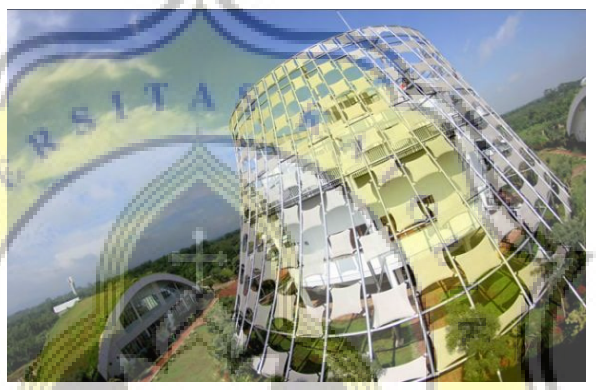
  Apabila 75% net lettable area (NLA) menghadap langsung ke pemandangan luar yang dibatasi bukaan transparan bila ditarik suatu garis. **1 point**
- ✓ Kenyamanan termal (thermal comfort)

  Menetapkan perencanaan kondisi termal ruangan secara umum pada suhu 25°C dan kelembaban relatif 60%. **1 point**

5.1.6. Studi preseden

- Kantor pusat PT. Dahana, Sadawarna, Kecamatan Cibogo, kabupaten Subang, jawa barat.

Gambar 5. 1 Kantor Dahana
Sumber : *knowledgecenter.ptpp.co.id*

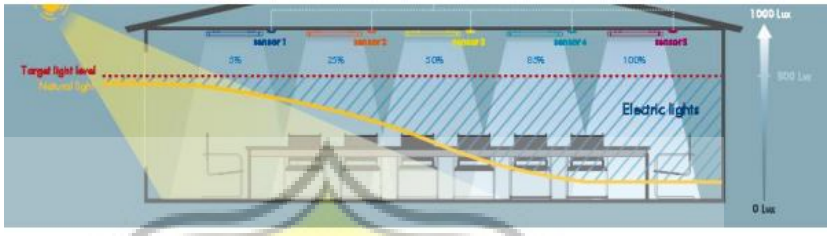


Gambar 5. 2 Auditorium PT. Dahan
Sumber : knowledgecenter.ptpp.co.id

PT. Dahana merupakan fasilitas pegembangan dan produksi bahan peledak untuk keperluan militer, yang merupakan fasilitas terbesar di Asia tenggara, PT yang berdiri sejak tahun 1966 ini berdiri di atas tanah seluas 600 Ha, yang terdiri dari laboratorium, workshop, pabrik, auditorium dan kantor pusat.

Bangunan pada komplek Dahana ini memiliki konsep Green architecture, dan telah mendapat penghargaan sertifikat PLATINUM dari GBC Idonesia. Bagunan ini didesain dengan mengurangi dampak pembangunan terhadap kesehatan menusia dan lingkungannya.

Setiap gedung kantor didesain berbentuk lengkung dengan dua lantai dan atap roof garden. Sedangkan gedung auditoriumnya didesain berbentuk seperti topi yang dikelilingi dengan rangka pipa baja dan ditutup dengan sunshading. Selain itu bangunan ini juga memanfaatkan pencahayaan alami.



Gambar 5. 3 Sistem penchayaan PT. Dahan
Sumber : knowledgecenter.ptpp.co.id

Bentuk dan orientasi bangunan didesain sehingga dapat memasukan cahaya matahari untuk memberikan pencahayaan secara optimal.

5.1.7. Kemungkinan penerapan teori tema desain

- ✓ Penggunaan photovoltaic solar bangunan pada atap atau fasad bangunan sebagai sumber listrik selain dari PLN.
- ✓ Penggunaan material yang mudah didapat.
- ✓ Penggunaan penutup dinding yang dapat memaksimalkan pencahayaan alami, untuk mengurang penggunaan energi.
- ✓ Memaksimalkan ruang terbuka hijau.
- ✓ Penggunaan sumber air bersih lain untuk mengurangi ketergantungan pada air PDAM dengan memnfaatkan air hujan menggunakan rain water harvesting.
- ✓ Penggunaan material lokal yang mudah didapat.

5.2. kajian terori permasalahan dominan

5.2.1. Elaborasi dan kajian teori

Permasalahan dominan yang difokuskan pada proyek Balai Latihan Kerja industri ini adalah optimalisasi kualitas udara dalam workshop perkayuan dan pengelasan dengan sistem penghawaan alami. Isu ini diambil karena salah satu tujuan dari penyelesaian arsitektural pada proyek ini adalah menciptakan lingkungan yang nyaman dan aman bagi seluruh kegiatan di BLKI ini terutama dalam kegitan pelatihan kerja.

Yang dimaksudkan dengan aman dan nyaman salah satunya adalah aspek kesehatan pengguna, karena pengguna terutama peserta pelatihan kerja menghabiskan waktunya selama 6 jam setiap hari di dalam workshop maka aspek kesehatan menjadi faktor yang penting untuk terciptanya lingkungan yang aman dan nyaman bagi pelatihan kerja.

Dalam workshop pengelasan dan perkayuan, aktivitas pelatihan kerjanya menghasilkan polusi udara berupa partikel debu dan zat-zat kimia yang dapat membahayakan kesehatan peserta pelatihan jika dihirup setiap harinya dalam jangka waktu panjang, dari masalah tersebut maka diperlukan penyelesaian desain yang dapat mengatasi masalah tersebut, salah satunya yaitu dengan mengoptimalkan kualitas udara dalam ruangan dengan sistem penghawaan alami, agar polusi

udara dalam workshop pengelasan dan perkayuan dapat diminimalkan.

5.2.2. Kualitas udara dalam ruangan

Kualitas udara dalam ruangan adalah kondisi kandungan udara di dalam ruangan yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan penghuni suatu ruangan . Kualitas udara yang baik dapat tercapai bila ruangan tersebut memiliki pertukran udara yang baik. Baik buruknya pertukaran udara yang terjadi dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu sistem penghawaan. Penerapan perencanaan sistem penghawaan alami yang baik dapat memaksimalkan pertukaran udara dalam ruangan, serta dapat menghemat energi.

Kandungan polusi udara dalam ruangan dinyatakan dengan istilah emisi dan konsentrasi. Emisi berarti banyaknya polutan yang diukur per satuan luas (masa/luas/waktu), dan konsentrasi merupakan banyaknya polutan dihitung per satuan volume, atuan yang digunakan yaitu ppm (*part per million*).

Peneliti cenderung menggunakan konsentrasi CO_2 sebagai indikator untuk mengukur kualitas udara, karena senyawa CO_2 dapat mengukur banyaknya pertukaran udara yang terjadi. Bila sirkulasi udara dalam ruangan baik, maka udara dalam ruangan yang tercemar akan kembali netral jika talah memiliki kandungan CO_2 rendah.

a. Sumber polutan

Polusi udara dalam ruangan terjadi karena adanya proses pelepasan gas atau partikel ke udara dari sumbernya. Di dalam worksop pengelasan dan perkayuan sendiri polutan udara berasal dari proses pengelasan, pengolahan kayu, perabotan dari kayu yang di-press, , dsb. Dari kegiatan tersebut terdapat jenis dan sumber polutan serta efek yang ditimbulkannya, sebagai berikut :

✓ CO_2 (karbon dioksida)

CO_2 merupakan gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, yang dihasilkan dari proses pembakaran logam / besi pada proses pengelasan, selain itu CO_2 juga berasal dari proses respirasi dan metabolisme manusia. Konsentrasi gas CO_2 di dalam ruangan tergantung pada jumlah orang, lama ruangan dipergunkan dan kegiatan dalam ruangan.

Efek yang ditimbulkan jika kadar CO_2 dalam ruangan terlalu tinggi, yaitu dapat menyebabkan sakit kepala, sesak nafas dalam aktivitas ringan, pusing, kejang pada otot hingga ketidaksadaran. Lembaga pemerintahan jerman (2008) menyarankan standard konsentrasi CO_s pada ruangan yaitu 800 ppm – 1000 ppm selama 8 jam.

✓ Debu

Debu merupakan partikel – partikel kecil yang mengikat pada molekul udara yang dihasilkan dari proses pengerjan kayu, seperti mengamplas, gergaji dll.. Debu dibedakan atas debu kasar

dan debu halus. Yang paling bahya adalah partikel debu halus, karena jika terhisap dapat menyebabkan berbagai gangguan pernafasan, kekambuhan akut pada asma, selain itu partikel halus juga dapat masuk ke alveou\lus paru – paru dimana debu bisa bertahan selama bertahun – tahun dan menyebabkan penyakit paru – paru.

5.2.3. Sistem penghawaan alami

Sistem penghawaan alami merupakan media terjadinya pertukaran udara dari luar dan keluarnya polutan dari dalam ruangan. Pertukaran udara terjadi karena adanya laju ventilasi dan perbedaan tekanan suhu dan udara sekitar.

Pada suatu ruangan, umumnya tedapat 2 fungsi bukaan yaitu inlet dan outlet. Bukaan yang berfungsi sebagai inlet, disarankan diletakan pada ketinggian manusia (60-150 cm). Sedangakan bukaan yang berfungsi seagai outlet harus diletakan lebih tinggi dati inlet, agar udara panas dalam ruangan dapat mengalir keluar (Mediastika, 2002).

Secara umum sistem penghawaan alami, terbagi menjadi dua jenis , yaitu ;

- ✓ Ventilasi horizontal, merupakan aliran udara yang terjadi bila terdapat perbedaan suhu udara luar dan dalam bangunan, *seperti Croos ventilation* dan *single-sided ventilation.*
- ✓ Ventilasi Vertikal. Merupaka ventilasi yang terjadi karena perbedaan jenis lapisan udara luar dan dalam bangunan. Udara dengan berat jenis rendah akan mengalir keatas, dan udat\ra luar

yang dingin (berat jenis tinggi), akan mengalir kebawah, atau yang disebut dengan *stack-effect ventilation.*

5.2.4. Studi preseden

- Factory on The earth, Johor, Malaysia

Gambar 5. 4 **Factory on the earth**
Sumber : www.re-thinkingthefuture.com

Gambar 5. 5 **Factory on the earth**
Sumber : www.re-thinkingthefuture.com

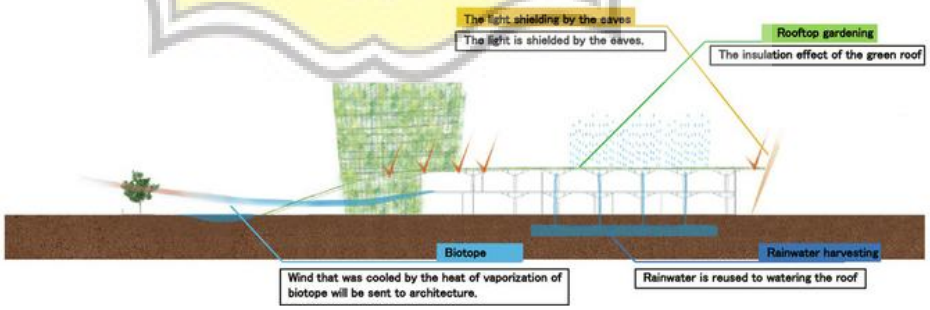
Factory on the earh merupakan salah satu bangunan industri yang ramah lingkungan, bangunan ini dinobatkan sebagai bangunan industrial terbaik di tahun 2006 dengan mendapat award building of the year. Konsep bangunan ini adalah kesadaran dalam merespon lingkungan sekitar dan juga alamnya. Bangunan pabrik ini didesasin dengan memaksimalkan penggunaan air hujan, sinar matahari, angin

dan panas bumi pada bangunannya dalam menyelaraskan bangunan untuk menjaga lingkungan sekitarnya.

***Gambar 5. 6* Selasar pada bangunan**
Sumber : hwww.majalahsketsa.com

Bangunan ini juga menggunakan sistem rain water harvesting dengan penggunaan struktur untuk penyimpanan air hujan. Air hujan yang mengalir dari atap dialirkan ke dalam tangki penyimpanan air tanah melalui pipa – pipa yang tertanam dala kolom, yang selanjutnya air tersebut digunakan sebagai kebutuhan air bersih.

Factory on the earth ini juga merupakan salah sati industri yang menggunakan sistem pengahwaan alami dengan cross ventilation.



Gambar 5. 7 Sistem pemanfaatan angin, air dan matahari pada factory on the earth
Sumber : hwww.majalahsketsa.com

5.2.5. Kemungkinan Implementasi

- ✓ Menggunakan sistem cross ventilation pada workshop pengelasan dan perkayuan
- ✓ Pengguanaan sistem *stack-effect ventilation* pada workshop.

UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA