



Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk mengubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Menurut Samaranayake dan De Silva, untuk meminimalisir dampak negatif yang disebabkan oleh lingkungan karena perubahan iklim di seluruh dunia, bangunan hijau sudah menjadi tren di seluruh dunia. Sudah banyak perusahaan industri yang menggunakan sertifikasi *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* sebagai acuan untuk gedung hijau yang memiliki performansi yang tinggi. Maka dari itu, dilakukan survei secara acak terhadap 30 staff karyawan dan 30 pekerja pada pabrik. Dari survey yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pekerja di suatu pabrik tersebut mengerti bahwa LEED adalah hal yang sangat penting karena dapat memberikan dampak yang baik untuk lingkungan pekerjaan mereka. Sebanyak 86% dari pekerja pada pabrik tersebut mengakui bahwa performansi pekerjaan mereka meningkat setelah diterapkannya prinsip bangunan hijau. Bangunan hijau dapat memberikan dampak yang baik terhadap perusahaan karena meningkatnya kinerja karyawan, menghemat energi, dan memberikan kesan yang baik bagi masyarakat luar mengenai perusahaan tersebut^[5].

Menurut Adi Gaskell, penelitian yang dilakukan oleh Harvard University dengan memeriksa sepuluh gedung di United States dengan performansi tinggi di lima kota untuk mempelajari keadaan di dalam bangunan dengan pengaruhnya terhadap produktivitas dari karyawan dan kesejahteraan karyawan. Hal tersebut muncul di kantor yang sudah memiliki sertifikasi bangunan hijau, data yang didapat

adalah meningkatnya kesadaran karyawan sebanyak 26%, penurunan absen sebanyak 30%, dan meningkatnya kualitas tidur karyawan sebanyak 6%^[6].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Exeter University, yang menemukan bahwa peningkatan kinerja karyawan sebanyak 15% dalam kondisi ruangan kerja yang hijau jika dibandingkan dengan rekan-rekan bekerja yang berada di dalam ruangan yang biasa saja. *Green office* dapat membuat karyawan lebih akrab, meningkatkan konsentrasi, dan meningkatkan kualitas udara dalam lingkungan pekerjaan dengan menambahkan tanaman asli dalam ruangan kerja^[6].

Menurut Singh, Syal, Grady, dan Korkmaz, untuk meningkatkan *Indoor Environmental Quality* (IEQ) agar mendapatkan kesehatan dan produktivitas karyawan yang berpindah dari lingkungan konvensional ke *green* yang mengacu pada *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) dalam bangunan. Dalam penelitiannya, ditemukan bahwa meningkatnya kontribusi IEQ dapat mengurangi jumlah absen dan karyawan yang terkena asma, alergi pernafasan, depresi, stress, dan laporan diri mengenai peningkatan dalam produktivitas bekerja. Penemuan ini dapat menemukan indikasi bahwa bangunan hijau dapat memberikan dampak yang baik untuk kesehatan publik^[7].

Menurut Isa, Rahman, Sipan, dan Hwa, banyak faktor yang dapat mempengaruhi investasi ruangan dalam bangunan hijau di Malaysia. Sebagai investor, menggunakan bangunan hijau adalah konsep yang baru. Hasil dari penelitian dijelaskan bahwa keuntungan yang dihasilkan akibat menggunakan konsep bangunan hijau akan meningkat, karena dari segi penghasilan, penghematan pengeluaran, dan dampak positif bagi masyarakat yang banyak^[8].

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Bangunan Hijau

Bangunan Hijau adalah sebuah praktik di dalam rangkaian *green building*, dimana membuat struktur dari suatu bangunan dan menggunakan proses yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan menggunakan sumber material yang efisien di seluruh siklus pembuatan bangunan. Mulai dari penempatan hingga desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, renovasi, dan dekonstruksi. Praktik ini memperluas dan mengurangi masalah desain bangunan klasik dalam hal ekonomi, utilitas, daya tahan, dan kenyamanan^[9].

Bangunan hijau didesain untuk mengurangi dampak keseluruhan dari lingkungan dari suatu gedung terhadap kesehatan manusia dan lingkungan alam dengan tiga cara^[1], yaitu:

- Menggunakan energi listrik dan air secara efisien,
- menjaga kesehatan pengguna gedung dan meningkatkan kinerja bekerja karyawan,
- mengurangi pembuangan sampah, polusi, dan degradasi lingkungan.

Untuk gedung perkantoran, bangunan hijau mengutamakan lingkungan yang dapat mendukung kinerja karyawannya. Karena apabila gedung tidak menggunakan sistem bangunan hijau, akan lebih banyak keluhan baik dari karyawan hingga supervisinya mengenai permasalahan yang dialami saat melakukan pekerjaannya. Keluhan yang sering diutarakan oleh karyawan adalah suhu yang terlalu dingin maupun suhu yang terlalu panas, pencahayaan

yang minim saat melakukan tugasnya, dan adanya serangga nyamuk dalam ruangan pekerjaan.

2.2.2. Sensor

Sensor adalah suatu perangkat yang mengubah kuantitas fisik menjadi sinyal-sinyal listrik, sinyal listrik yang dimaksud dapat berupa tegangan, arus listrik, dan perubahan hambatan dari suatu perangkat. Perubahan hambatan yang dimaksud adalah impedansi dari suatu sensor yang terbuat dari kapasitif dan induktif sensor dapat berubah^[10].

1. Tipe sensor:

1.1. Sensor Analog

a. Sensor Berbasis Resistansi

Sensor yang berbasis resistansi terdapat pada sensor LDR (*light-dependant resistor*). Rentang variasi tergantung dengan perangkat dan biasanya memiliki jangkau dari 100Ω hingga $M\Omega$.

b. Sensor Berbasis Tegangan

Sensor yang berbasis tegangan terdapat pada sensor suhu, yaitu memiliki *output pin* sensor suhu *silicon-bandgap*. Prinsip

penggunaan sensor didasarkan pada arus yang disebut I_n melewati densitas arus disebut j_n menyebrangi persimpangan basis-emitor dari kedua bipolar transistor, lalu membandingkannya dengan penurunan voltase disebut $V_{BE,n}$. Perbedaan tegangan tersebut adalah nilai suhunya.

c. Sensor Berbasis Arus Listrik

Sensor yang berbasis arus listrik dapat mendeteksi arus listrik baik arus bolak-balik (*Alternating Current*) maupun arus searah (*Direct Current*) dan menghasilkan sinyal yang sebanding dengan arus tersebut. Sinyal yang dihasilkan dapat berupa tegangan analog, arus, dan juga digital.

1.2. Pengkondisian Sinyal

a. Pembagi Tegangan

Pembagi tegangan yang biasanya disebut dengan *voltage divider* adalah rangkaian arus listrik sederhana yang dapat mengubah tegangan dari yang besar menjadi tegangan yang lebih kecil. Hal tersebut diperlukan karena untuk memberikan input tegangan ke komponen lainnya dalam suatu rangkaian, biasanya hanya diperlukan minimal dua resistor dan tegangan input.

b. Penguat Tegangan

Penguat atau yang biasanya disebut dengan *amplifiers* biasanya digunakan untuk memperkuat sinyal elektrik yang sangat kecil agar bisa diproses ke tahap selanjutnya, untuk memperkuat suatu sinyal elektrik biasanya digunakan *operational amplifier* (OP-AMP). Terdapat dua input pada OP-AMP yang memiliki label plus (+) dan minus (-) dan satu output.

Lalu tegangan akan dihasilkan oleh perbedaan antara kedua tegangan input.

c. Filter

Filter memiliki kegunaan untuk mengurangi beberapa frekuensi dari sinyal elektrik seperti frekuensi yang tinggi dengan menggunakan rangkaian *low-pass filter* dan untuk mengurangi frekuensi yang rendah dengan menggunakan rangkaian *high-pass filters*.

d. Konversi Analog ke Digital

Untuk mengubah sinyal analog (kontinyu) menjadi bentuk sinyal digital diperlukan perangkat yaitu ADC (*Analog to Digital Converter*). Perangkat tersebut yang dapat mengubah bentuk sinyal, dapat berupa sebuah modul atau chip IC (*Integrated Circuit*).

e. Tegangan Suplai

Untuk mengoperasikan sensor dan juga mikrokontroler diperlukan tenaga listrik agar dapat menjalankan proses selanjutnya. Tegangan suplai yang biasanya digunakan berasal dari tegangan 220 V atau 120 V dengan arus listrik AC, lalu menggunakan transformer *step-down* agar dapat mengubah tegangan dalam jarak 5 - 20 V.

1.3. Sensor Digital

a. Tombol dan Sakelar

Salah satu contoh termudah dari sensor digital adalah saklar yang hanya memiliki pilihan saklar terbuka atau tertutup dan tombol di mana untuk menentukan aliran terbuka atau tertutupnya dapat diaktifkan secara sementara.

b. Perangkat On/Off

Beberapa sensor menyediakan tampilan nilai tegangan untuk menginformasikan data ke mikrokontroler mengenai status atau pergantian statusnya. Sensor tersebut dapat dijadikan saklar dengan resistor *pull-up* bawaan.

c. Perangkat I²C

I²C adalah singkatan dari *Inter-Integrated Circuit*. I²C berfungsi untuk mengkomunikasikan antar perangkat-perangkat yang berada dalam suatu rangkaian seperti sensor, RTC, dan lain-lain.

d. Perangkat SPI

Perangkat SPI adalah singkatan dari *Serial Peripheral Interface*. SPI berfungsi untuk mengirimkan data antar mikrokontroler dan perangkat kecil, biasanya terdapat pada sensor, kartu SD, dan lain-lain.

e. Perangkat RS-232

Beberapa perangkat memberikan hasil pengukurannya dengan cara mengirimkan data tersebut menggunakan asinkron protokol RS-232. RS-232 adalah standar yang digunakan kedua peralatan elektronik untuk melakukan komunikasi transmisi data.

2. Karakteristik sensor

2.1. Span (*Full-Scale Input*)

Full-Scale Input (FSI) adalah rangsangan yang diterima oleh sensor secara dinamis yang dapat dikonversi oleh sensor. Rentang akan menyediakan data yang paling tinggi yang dapat didapatkan oleh sensor tanpa menghasilkan kesalahan (*error*) yang tidak dapat diterima^[14].

2.2. *Full-Scale Output*

Full-Scale Output (FSO) pada output analog yang dihasilkan dari perbedaan antara sinyal keluaran listrik yang diukur dengan rangsangan maksimum pada input dan rangsangan minimum pada input yang diberikan. FSO pada output digital adalah perhitungan maksimum digital dari ADC (*Analog Digital Converter*) yang dapat menyelesaikan input FSI maksimum. Hal ini harus termasuk dengan semua deviasi dari fungsi transfer yang ideal.

2.3. Akurasi (*Accuracy*)

Akurasi adalah salah satu karakteristik yang terpenting dari sebuah sensor. Sedangkan lawan kata dari inakurasi. Inakurasi adalah perbedaan hasil pengukuran yang direpresentasikan oleh

sensor (*true value*). Hasil yang didapatkan dari pengukuran sensor (*true value*) dikaitkan terhadap rangsangan yang diberikan. Data yang didapatkan dari pengukuran tidak bisa disebut benar secara mutlak.

2.4. Kesalahan Kalibrasi (*Calibration Error*)

Kesalahan kalibrasi adalah ketidakakuratan sebuah sensor yang diizinkan oleh pabrik pembuatnya. Ketidakakuratan yang dimiliki oleh sensor bersifat sistematis, yang artinya adalah menambahkan semua kemungkinan ke semua fungsi transfer. Kesalahan tersebut menggeser akurasi untuk setiap rangsangan yang diterima oleh sensor secara konstan.

Terdapat sumber lain dari kesalahan kalibrasi, yaitu referensi dari sensor tersebut. Kalibrasi yang tidak akurat bisa terjadi karena pada saat mencoba sensor tersebut, tidak menggunakan referensi sensor yang akurat. Sehingga sangat penting jika ingin menguji sebuah sensor dengan referensi yang sudah memiliki standar secara internasional.

2.5. Histeresis

Histeresis adalah kesalahan yang terdapat pada output sensor yang menghasilkan hasil yang menyimpang pada titik tertentu.

Beberapa penyebab terjadinya histeresis adalah geometri desain, gesekan, dan perubahan struktural pada material.

2.6. Nonlinier

Nonlinier adalah penyimpangan maksimum dari transfer fungsi real dari aproksimasi garis lurusnya. Ketika percobaan kalibrasi dilakukan lebih dari satu kali, linearitas yang memiliki simpangan terjauh akan terlihat ketika kalibrasi tersebut sudah dijalankan selama satu siklus. Garis aproksimasi dapat berbentuk berbeda, tidak hanya selalu menjauhi garis lurus, tetapi bisa berbentuk memotong dan lereng.

2.7. Saturasi

Satu hal yang pasti dimiliki oleh sensor adalah batas pengoperasian. Bahkan jika batas tersebut dianggap linier, pada beberapa tingkatan rangsangan input akan menyebabkan sinyal output tidak responsif. Dan jika stimulus diberikan peningkatan, maka output dari sensor tersebut akan mengeluarkan hasil yang tidak diinginkan. Sehingga dikatakan bahwa sensor memperlihatkan saturasi.

2.8. Kesalahan Pengulangan (*repeatability*)

Kesalahan pengulangan pada sensor dapat disebabkan karena ketidakmampuan sensor dalam mewakili nilai yang sama dalam kondisi yang serupa ataupun identik.

2.9. *Dead Band*

Dead band adalah ketidaksensitifan dari sebuah sensor ketika mendapatkan stimulus diluar dari jangkauan sinyal input. Dalam jangkauan tersebut, hasil akan mendekati suatu nilai (biasanya nol)

ketika input yang didapatkan melebihi dari jangkauan atau *range* yang sudah ditentukan.

2.10. Resolusi

Resolusi adalah nilai yang dapat direpresentasikan dengan kenaikan secara sedikit demi sedikit oleh stimulus yang dapat dirasakan. Ketika input yang diberikan oleh stimulus secara kontinyu bervariasi dan melewati batas dari jangkauannya, sinyal output dari beberapa sensor tidak akan memperlihatkan hasil yang sangat halus, walaupun sudah dalam kondisi tidak ada gangguan. Output yang dihasilkan dapat berubah dengan nilai yang sedikit demi sedikit, tetapi hal tersebut hanya terjadi pada transduser potensiometri, penggunaan detektor inframerah dengan lapisan berjaring, dan sensor lainnya yang dimana sinyal output dapat berubah pada beberapa titik variasi stimulus.

2.2.3. Kenyamanan

Kenyamanan terdiri dari dua aspek, yaitu kenyamanan psikis dan kenyamanan fisik. Kenyamanan psikis memiliki arti kenyamanan kejiwaan (rasa aman, tenang, gembira, dll.) yang terukur secara subyektif. Sedangkan untuk kenyamanan fisik terukur secara obyektif seperti kenyamanan spasial, visual, auditorial, dan termal.

1. Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah salah satu unsur kenyamanan yang menyangkut kondisi suhu di suatu ruangan agar terasa nyaman.

Seperti yang sudah diketahui, manusia dapat merasakan panas dan dingin merupakan wujud dari sensor perasa yang ada di tubuh, sensor tersebut akan memberikan rangsangan ke otak, lalu otak akan memberikan instruksi ke bagian-bagian tubuh tertentu untuk melakukan antisipasi dalam mempertahankan suhu tubuh sekitar 37°C agar tubuh dapat menjalankan fungsinya secara normal^[11]. Untuk mempertahankan suhu tubuh tersebut, maka lingkungan sekitarnya dianjurkan untuk memiliki suhu ruangan yang berkisar dari suhu $22,8-25,8^{\circ}\text{C}$ ^[2].

2. Kenyamanan Visual

Kenyamanan visual adalah kondisi yang dialami oleh manusia yang tidak merasa terganggu pada indra penglihatannya. Gangguan yang biasanya dirasakan oleh manusia berkaitan dengan iluminansi di sekitarnya. Pada ruangan perkantoran dianjurkan untuk memiliki penerangan dengan nilai 350 lux ^[3].

3. Kenyamanan Audial

Kenyamanan audial adalah kondisi yang dialami oleh manusia yang tidak merasa terganggu pada indra pendengarannya. Hal yang biasanya mengganggu adalah intensitas suara (dB) yang melebihi dari standar yang telah ditetapkan. Ambang batas pendengaran yang dianjurkan untuk lingkungan perkantoran memiliki nilai $40-55\text{ dB}$.

2.2.4. Gedung Perkantoran

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 24/PRT/M/2008, bangunan gedung adalah bangunan yang didirikan dan atau diletakkan dalam suatu lingkungan sebagian atau seluruhnya pada, di atas, atau di dalam tanah dan/atau perairan secara tetap yang berfungsi sebagai tempat manusia untuk melakukan kegiatan bertempat tinggal, berusaha, bersosial-budaya, dan kegiatan lainnya. Setiap bangunan gedung harus memenuhi persyaratan fungsi utama bangunan. Fungsi utama bangunan gedung dapat dikelompokkan dalam enam kategori yaitu fungsi hunian, fungsi keagamaan, fungsi usaha, fungsi sosial dan budaya, dan fungsi khusus. Gedung perkantoran termasuk dalam fungsi usaha^[12].

Gedung perkantoran yang digunakan untuk memperoleh data adalah Hotel Atlet Century Park Jakarta. Gedung ini beralamat di Jl. Pintu Satu Senayan, RT.1/RW.3, Gelora, Tanahabang, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, 10270. Secara keseluruhan, gedung ini memiliki enam belas lantai. Lobi hotel dan restoran terdapat pada lantai satu, untuk aktivitas karyawan dalam bekerja berada pada lantai dua, dan untuk lantai tiga sampai dengan lantai tujuh belas adalah lantai yang digunakan untuk menginap.

U N I V E R S I T A S
M U L T I M E D I A
N U S A N T A R A