

Value Engineering pada Pemilihan Sistem AC VRF menjadi Sistem Single

Muhammad Syamsul Bahri - NIP. 23-864

ABSTRAK

Sistem AC merupakan komponen krusial dalam memastikan kenyamanan, produktivitas, dan kesehatan penghuni gedung. Pada proyek pembangunan di Universitas Riau oleh PT. Brantas Abipraya, awalnya direncanakan menggunakan sistem AC VRF, namun beralih ke sistem AC single melalui penerapan value engineering. Proses ini melibatkan evaluasi desain, material, metode konstruksi, dan proses produksi untuk menemukan alternatif yang lebih ekonomis dan efektif. Sistem AC single dipilih karena lebih mudah memenuhi nilai TKDN, dengan standar efisiensi BTUH 20 per kaki persegi dan nilai COP 3-4. Sistem ini juga kompatibel dengan BAS, memastikan pengelolaan yang terpusat dan efisien. Penerapan value engineering ini berhasil mengoptimalkan biaya, kualitas, dan kinerja proyek tanpa mengorbankan fungsi utama, menjadikannya solusi yang lebih praktis dan ekonomis.

Kata kunci: Sistem AC VRF, Sistem AC Single, Universitas Riau.

PENDAHULUAN

Sistem AC (*Air Conditioning*) pada gedung adalah komponen krusial dalam memastikan kenyamanan, produktivitas, dan kesehatan penghuni gedung. Dengan perubahan iklim yang semakin ekstrem dan meningkatnya kebutuhan akan lingkungan dalam ruangan yang nyaman, sistem AC telah menjadi bagian integral dari desain dan operasional gedung modern. Sistem ini tidak hanya menyediakan pendinginan udara, tetapi juga berfungsi untuk mengatur kelembaban, sirkulasi udara, dan kualitas udara dalam ruangan.

Sistem AC dirancang untuk menciptakan lingkungan dalam ruangan yang nyaman dengan mengatur suhu dan kelembaban udara. Pada gedung perkantoran, pusat perbelanjaan, rumah sakit, hotel, dan gedung-gedung publik lainnya, keberadaan AC membantu dalam menjaga suhu optimal yang mendukung produktivitas dan kenyamanan. Di tempat kerja, suhu yang nyaman dapat meningkatkan efisiensi kerja dan konsentrasi karyawan. Sementara di

rumah sakit, pengaturan suhu dan kelembaban yang tepat sangat penting untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan menjaga kesehatan pasien.

Sistem AC pada gedung biasanya terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk:

1. Unit Pendingin (Chiller): Unit ini berfungsi untuk mendinginkan air yang akan didistribusikan ke seluruh gedung melalui sistem pipa. Chiller dapat menggunakan berbagai jenis refrigeran untuk mencapai suhu dingin yang diinginkan.
2. AHU (Air Handling Unit): AHU bertugas mengatur dan mendistribusikan udara dingin ke seluruh ruangan. AHU ini juga dilengkapi dengan filter untuk membersihkan udara dari debu dan partikel berbahaya lainnya.
3. Ducting: Sistem ducting adalah jaringan saluran yang mengalirkan udara dingin dari AHU ke seluruh ruangan dalam gedung. Desain ducting yang efisien sangat penting untuk memastikan distribusi udara yang merata.
4. Thermostat: Alat ini digunakan untuk mengontrol suhu ruangan secara otomatis. Pengguna dapat mengatur suhu yang diinginkan, dan sistem AC akan bekerja untuk mempertahankan suhu tersebut.
5. Cooling Tower: Cooling tower digunakan untuk membuang panas dari chiller ke atmosfer. Ini biasanya digunakan dalam sistem pendingin air.

Ada beberapa jenis sistem AC yang digunakan dalam gedung, antara lain:

1. Sistem Split: Sistem ini terdiri dari unit indoor dan outdoor. Unit indoor dipasang di dalam ruangan dan bertanggung jawab untuk mendinginkan udara, sedangkan unit outdoor mengeluarkan panas yang diserap dari dalam ruangan.
2. Sistem VRF (*Variable Refrigerant Flow*): Sistem VRF memungkinkan kontrol suhu yang lebih fleksibel dan efisien di berbagai zona dalam gedung. Setiap zona dapat dikendalikan secara independen, sehingga lebih hemat energi.
3. Sistem Central AC: Sistem ini biasanya digunakan pada gedung-gedung besar. Udara dingin diproduksi di satu lokasi sentral dan didistribusikan ke seluruh gedung melalui ducting.
4. Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning): Sistem HVAC tidak hanya mencakup pendinginan udara tetapi juga pemanasan dan ventilasi. Ini adalah solusi lengkap untuk mengatur iklim dalam ruangan.

Saat ini, salah satu proyek gedung PT. Brantas Abipraya (Persero) yang sedang menggunakan system pendingin/AC yakni Proyek Pekerjaan Pembangunan Fisik CWR-01 PIU ADB UNRI Loan ADB 3749-INO : (Pembangunan Gedung Perkuliahan Terpadu, Gedung Laboratorium Terpadu, Gedung Utama Ilmu Kesehatan, Gedung Serbaguna Universitas Riau) yang terletak di Jalan Muchtar Lutfi, Kel. Simpang Baru, Kec. Tampan, Kota Pekanbaru, Prov. Riau. Sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis system AC pada ke-4 gedung ini menggunakan VRF yang memungkinkan kontrol suhu yang lebih fleksibel dan efisien di berbagai zona dalam gedung. Namun pada pelaksanaannya, dikarenakan adanya beberapa faktor yang menjadi penyesuaian dipilihlah system AC Single dengan value engineering yang diajukan oleh Tim Proyek UNRI.



Gambar 1. Dokumentasi 4 Gedung CWR-01 UNRI

TINJAUAN PUSTAKA

Sistem AC VRF

Sistem AC VRF (*Variable Refrigerant Flow*) adalah teknologi pendingin udara yang semakin populer digunakan dalam bangunan komersial dan residensial karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuannya untuk memberikan kontrol suhu yang fleksibel di berbagai zona. VRF pertama kali dikembangkan di Jepang pada awal 1980-an dan telah mengalami berbagai inovasi sejak saat itu.

Menurut riset yang dipublikasikan oleh American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), sistem VRF dapat mengurangi konsumsi energi hingga 30% dibandingkan dengan sistem AC konvensional. Hal ini karena VRF menggunakan teknologi inverter yang memungkinkan kompresor bekerja pada kecepatan variabel, menyesuaikan kebutuhan pendinginan setiap zona secara real-time (ASHRAE, 2018).

Studi lain oleh The Energy and Resources Institute (TERI) menunjukkan bahwa sistem VRF juga menawarkan keuntungan dalam hal kenyamanan termal dan pengendalian kelembaban. Setiap unit indoor pada sistem VRF dapat dikontrol secara independen, memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan suhu sesuai preferensi mereka di setiap ruangan (TERI, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa sistem AC VRF menawarkan efisiensi energi, fleksibilitas kontrol suhu, dan kenyamanan yang lebih baik dibandingkan dengan sistem pendingin udara tradisional.



Gambar 2. Sistem AC VRF

Kelebihan

1. Efisiensi Energi:

Sistem VRF menggunakan teknologi inverter yang memungkinkan kompresor bekerja pada kecepatan variabel, menyesuaikan output pendinginan atau pemanasan sesuai kebutuhan ruangan, sehingga mengurangi konsumsi energi.

2. Fleksibilitas Desain:

Desain modular memungkinkan integrasi yang mudah ke dalam berbagai konfigurasi bangunan. Sistem ini cocok untuk bangunan baru maupun renovasi.

3. Kontrol Zona:

Setiap unit indoor dapat dikontrol secara independen, memungkinkan penyesuaian suhu spesifik untuk setiap ruangan atau zona, meningkatkan kenyamanan bagi penghuni.

4. Operasi Senyap:

Sistem VRF dikenal lebih senyap dibandingkan dengan sistem AC lainnya, menciptakan lingkungan yang lebih tenang.

Kekurangan

1. Biaya Awal Tinggi:

Instalasi sistem VRF memiliki biaya awal yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem AC konvensional, termasuk biaya peralatan dan tenaga kerja.

2. Kompleksitas Instalasi:

Memerlukan perencanaan dan desain yang lebih rumit, membutuhkan tenaga ahli yang berpengalaman dalam merancang dan memasang sistem VRF.

3. Pemeliharaan Spesifik:

Memerlukan teknisi terlatih khusus dan suku cadang yang mungkin spesifik untuk pabrikan tertentu, yang dapat menyulitkan dalam mendapatkan suku cadang dan memperpanjang waktu perbaikan.

4. Efisiensi Menurun pada Kondisi Ekstrem:

Sistem VRF dapat mengalami penurunan efisiensi pada kondisi suhu ekstrem, baik terlalu panas maupun terlalu dingin.

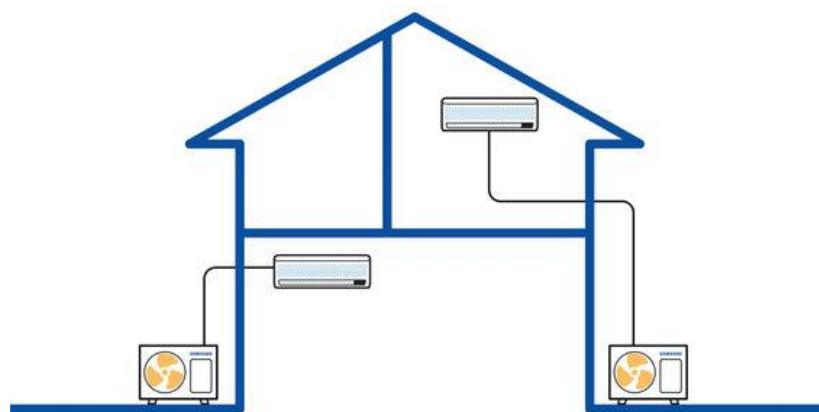
Sistem AC Single

Sistem AC single, atau sistem pendingin udara split, adalah salah satu jenis sistem pendingin yang paling umum digunakan di bangunan residensial dan komersial kecil. Sistem ini terdiri dari dua unit utama: unit indoor yang dipasang di dalam ruangan dan unit outdoor yang dipasang di luar ruangan. Keduanya dihubungkan oleh pipa refrigeran yang memungkinkan transfer panas dari dalam ke luar ruangan.

Menurut penelitian yang dipublikasikan oleh American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), sistem AC single bekerja dengan cara menghisap udara panas dari dalam ruangan, mendinginkannya melalui evaporator di unit indoor, dan membuang panas tersebut melalui kondensor di unit outdoor (ASHRAE, 2020).

Keunggulan utama sistem ini adalah kemudahannya dalam instalasi dan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan sistem pendingin lainnya. Selain itu, sistem AC single memiliki efisiensi energi yang baik, terutama dengan adanya teknologi inverter yang memungkinkan kompresor bekerja secara variabel sesuai kebutuhan pendinginan (IJACR, 2019).

Teknologi dalam sistem AC single terus berkembang, dengan penggunaan refrigeran ramah lingkungan dan integrasi dengan sistem otomatisasi rumah pintar yang memungkinkan kontrol suhu yang lebih mudah dan efisien. Secara keseluruhan, sistem AC single tetap menjadi pilihan utama untuk pendinginan ruangan kecil hingga menengah karena efisiensi dan kemudahannya.



Gambar 3. Sistem AC Single

Kelebihan

1. Instalasi Mudah:

Sistem AC single mudah dipasang karena hanya memerlukan dua unit utama: unit indoor dan unit outdoor, yang dihubungkan oleh pipa refrigeran.

2. Biaya Awal Lebih Rendah:

Biaya instalasi dan pembelian sistem AC single relatif lebih rendah dibandingkan dengan sistem AC sentral atau VRF, menjadikannya pilihan yang ekonomis untuk ruangan kecil hingga menengah.

3. Efisiensi Energi:

Sistem AC single dengan teknologi inverter dapat mengurangi konsumsi energi dengan mengatur kecepatan kompresor sesuai kebutuhan pendinginan.

4. Pengoperasian yang Tenang:

Sistem ini biasanya lebih senyap dalam operasinya, terutama jika unit indoor dipasang dengan benar.

Kekurangan

1. Kapasitas Terbatas:

Sistem AC single tidak ideal untuk bangunan besar dengan banyak ruangan terpisah, karena setiap ruangan memerlukan unit indoor dan outdoor tersendiri.

2. Pemeliharaan Individu:

Setiap unit AC single memerlukan pemeliharaan dan perawatan secara terpisah, yang dapat meningkatkan beban kerja pemeliharaan.

3. Kontrol Terbatas:

Tidak ada kontrol terpusat untuk beberapa unit, sehingga pengguna harus mengatur suhu di setiap unit secara manual.

4. Estetika:

Keberadaan unit indoor di setiap ruangan dapat mempengaruhi estetika interior, terutama jika tidak dipasang dengan rapi.

METODE

Metode yang digunakan adalah metode analisis deskriptif, yaitu merinci atau mendeskripsikan data yang telah dikelompokkan berdasarkan variabel penelitian. Serta kuantitatif sebagai perhitungan *value engineering*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dikarenakan adanya beberapa faktor yang menjadi pertimbangan khusus dalam pemilihan sistem AC, dilakukanlah value engineering. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan nilai atau efisiensi suatu proyek, produk, atau proses dengan fokus pada fungsi-fungsi yang diperlukan. Tujuannya adalah mengoptimalkan nilai dari perspektif biaya, kualitas, dan kinerja, tanpa mengorbankan fungsi atau kebutuhan utama. Value Engineering melibatkan analisis mendalam terhadap desain, material, metode konstruksi, dan proses produksi untuk mengidentifikasi alternatif yang lebih ekonomis atau efektif. Dengan menerapkan VE, organisasi dapat mengurangi biaya produksi, memperbaiki kualitas produk, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. VE yang diajukan yakni sebagai berikut;

Persyaratan TKDN

Penerapan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) adalah upaya pemerintah Indonesia untuk meningkatkan penggunaan produk lokal dalam proyek-proyek nasional. Melalui kebijakan ini, perusahaan diharuskan menggunakan komponen dan jasa lokal minimal 40% dalam produksi barang atau jasa mereka. Tujuan utamanya adalah mendorong pertumbuhan industri dalam negeri, mengurangi ketergantungan pada impor, dan menciptakan lapangan kerja. Penerapan TKDN juga diharapkan meningkatkan daya saing produk lokal di pasar global.

Berdasarkan arahan dari PMU Proyek AKSI, penilaian TKDN harus selalu dilaksanakan. Penggunaan system VRF saat ini di Indonesia cukup jarang yang sudah lolos penilaian TKDN. Sehingga pada aspek ini sulit untuk diterapkan. Sedangkan penggunaan system AC single sudah cukup lumrah di Indonesia sehingga memudahkan untuk mencari produk dengan nilai TKDN yang sesuai.

Total BTUH

BTUH (*British Thermal Units per Hour*) digunakan untuk mengukur kapasitas pendinginan atau pemanasan sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning).

Penerapannya penting dalam menentukan ukuran dan efisiensi unit AC atau pemanas yang tepat untuk sebuah ruangan atau bangunan. Dengan menghitung kebutuhan BTUH, kontraktor dapat memilih peralatan yang sesuai untuk menjaga kenyamanan suhu, mencegah pemborosan energi, dan mengoptimalkan biaya operasional. Akurasi dalam perhitungan BTUH memastikan sistem HVAC berfungsi secara optimal dan efisien. Standar yang digunakan yakni 20 BTU dengan menggunakan system AC Single

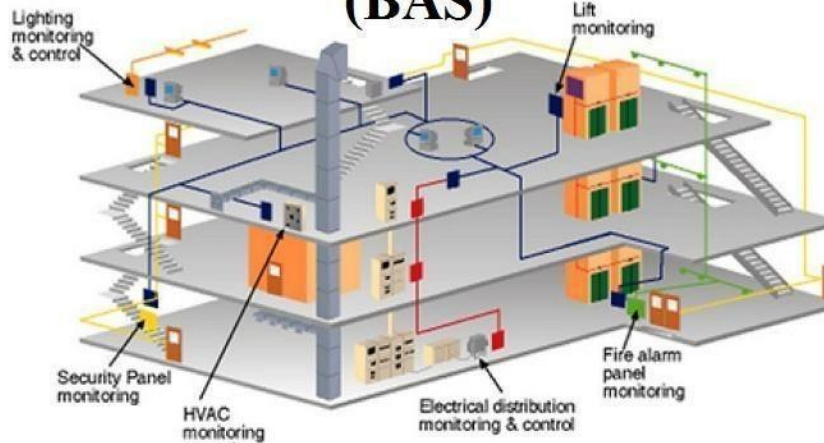
Ketentuan Nilai COP dalam target Gold Greenbuilding Gedung IC

COP (Coefficient of Performance) adalah sebuah parameter yang digunakan untuk mengukur efisiensi energi dari sistem pendingin atau pemanas seperti heat pump atau AC. Nilai COP menunjukkan berapa banyak energi panas atau pendinginan yang dihasilkan oleh sistem per unit energi listrik yang dikonsumsi. Semakin tinggi nilai COP, semakin efisien sistem tersebut dalam menghasilkan panas atau pendinginan. Sebagai contoh, sebuah AC dengan COP 3 akan menghasilkan 3 unit panas atau pendinginan untuk setiap unit energi listrik yang dikonsumsi. COP adalah ukuran kinerja utama dalam mengevaluasi efisiensi energi sistem HVAC. Standar nilai COP yang dibutuhkan yaitu 3 hingga 4, dan berdasarkan perhitungan COP AC Single masih sesuai standar yang ditentukan.

Dapat dikontrol dengan BAS

BAS (Building Automation System) atau Sistem Otomatisasi Gedung adalah sistem terintegrasi yang digunakan untuk mengontrol dan mengelola berbagai fungsi dalam sebuah gedung secara otomatis. BAS mengintegrasikan berbagai sistem seperti HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), pencahayaan, keamanan, dan sistem elektrik lainnya dalam satu platform. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan penghuni, dan operasi gedung secara keseluruhan. BAS memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol berbagai fungsi gedung melalui antarmuka yang terpusat, sering kali berbasis komputer atau aplikasi mobile, untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan memperpanjang umur peralatan. Dengan menggunakan system AC Single masih dapat menggunakan BAS untuk sebagai pusat kontrol.

Building Automation Systems (BAS)



Gambar 4. Sistem BAS

Meningkatkan Kontribusi

Selain faktor-faktor diatas pengaruh value engineering yang diajukan yakni efisiensi biaya. Pada perubahan system AC VRF menjadi AC Single ini dapat menekan biaya dan menaikkan kontribusi hingga 20%. Sehingga hal ini berdampak baik dari segi kontraktor maupun pemberi kerja.

KESIMPULAN

Dalam pemilihan sistem AC, dilakukan value engineering untuk meningkatkan efisiensi proyek dengan fokus pada fungsi yang diperlukan, sambil mengoptimalkan biaya, kualitas, dan kinerja. Analisis ini melibatkan evaluasi desain, material, metode konstruksi, dan proses produksi untuk menemukan alternatif yang lebih ekonomis dan efektif. Penggunaan produk lokal minimal 40% dalam proyek nasional penting untuk mendukung industri dalam negeri. Sistem AC single lebih mudah memenuhi nilai TKDN dibandingkan dengan sistem VRF di Indonesia, karena lebih umum dan tersedia. Pengukuran kapasitas pendinginan atau pemanasan menggunakan BTUH penting untuk menentukan ukuran dan efisiensi unit AC. Standar yang digunakan adalah 20 BTU per kaki persegi dengan sistem AC single untuk

efisiensi optimal. Kemudian, standar nilai COP yang dibutuhkan adalah antara 3 hingga 4, menunjukkan efisiensi tinggi dalam penggunaan energi. Selanjutnya, sistem AC single dapat dikontrol dengan BAS untuk pengelolaan yang terpusat dan efisien. Value engineering yang diajukan dapat menekan biaya dengan mengubah sistem AC dari VRF ke AC single, tanpa mengorbankan fungsi utama atau efisiensi proyek.

Secara keseluruhan, penerapan value engineering dalam pemilihan sistem AC single memberikan solusi yang lebih ekonomis dan praktis, memenuhi persyaratan TKDN, efisiensi BTUH, standar COP, serta kompatibilitas dengan BAS, sambil mengoptimalkan biaya dan kualitas proyek.

REFERENSI

Zhang, L., & Niu, J. (2003). Performance Evaluation of VRF Air-Conditioning Systems. *Energy and Buildings*, 35(1), 41-47.

Air Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (AHRI). (2015). Split System Air Conditioners. AHRI Technical Guide.

Energy Star. (2019). Split-System Central Air Conditioners and Heat Pumps Key Product Criteria.