

**RANCANGAN CLEAN AGENT FIRE SUPPRESSION SYSTEM DI RUANG
PANEL CHILLER TERMINAL 1 BANDAR UDARA INTERNATIONAL
JUANDA DENGAN LUAS RUANGAN 29,43 METER**

Aeron Satria Bayu Aji⁽¹⁾, KGS. M. Ismail⁽²⁾, Taryana⁽³⁾
Politeknik Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Kebakaran adalah bencana yang tak terduga, bisa terjadi kapan saja dan dimana saja, tak terkecuali di ruang panel chiller Bandar Udara Juanda Surabaya yang belum dilengkapi dengan sistem pemadam kebakaran secara otomatis. Untuk itu perlu dilakukan perancangan Clean Agent Fire Suppression System yang mengacu pada aturan NFPA 2001 dan SNI 03-3985-2000. Clean agent fire suppression system yang dirancang pada ruang panel chiller Bandar Udara Juanda Surabaya, memerlukan analisa pada bagian-bagian tertentu mulai dari kebutuhan pasokan clean agent yang harus tersedia, menentukan jumlah dan jenis nozzle, penentuan diameter pipa, menentukan jumlah dan jenis smoke detector yang harus tersedia. Dengan analisa tersebut, dapat ditentukan spesifikasi yang dibutuhkan dari bagian-bagian clean agent fire suppression system agar tidak terjadi kegagalan dalam beroperasi. Metode yang digunakan perancangan ini adalah dengan melakukan perhitungan kebutuhan clean agent yang diperlukan jika terjadi kebakaran, penentuan jumlah dan jenis nozzle sesuai dengan karakteristik ruangan, penentuan diameter pipa berdasarkan flow rate, sampai penentuan jumlah dan jenis detector yang akan digunakan pada ruangan tersebut.

Kata Kunci: Clean Agent, Fire Suppression System, Ruang Panel Chiller

Abstract: *Fires are unexpected disaster, can happen anytime and anywhere, not least in the chiller panel space Juanda Airport in Surabaya is not equipped with automatic fire-extinguishing system. It is necessary for the design of Clean Agent Fire Suppression System, which refers to the rules of NFPA 2001 and SNI 03-3985-2000. Clean agent fire suppression system designed in panel room chiller Juanda Airport in Surabaya, requires the analysis of certain parts from the supply needs of clean agent should be available, determine the number and type of nozzle, determining the diameter of the pipe, determine the number and type of smoke detector is must be available. With this analysis, we can determine the required specifications of the parts clean agent fire suppression system to prevent failure. The method used this scheme is by calculating the needs of clean agent is necessary in case of fire, the determination of the amount and type of nozzle in accordance with the characteristics of the room, determining the diameter of the pipe based on flow rate, until the determination of the amount and type of detector to be used in the room.*

Keyword: *Clean Agent, Fire Suppression System, Panel Room Chiller*

Pendahuluan

Bandara Internasional Juanda Surabaya adalah Bandara dengan klasifikasi kelas 1. Bandara yang mempunyai 2 terminal dengan luas terminal 1 51.500 m². Bandara Juanda memiliki peralatan penunjang penumpang atau fasilitas Bandara seperti *escalator*, *travelator*, *elevator*, *Baggage conveyor* (konveyor bagasi), *Garbarata*, sistem pendingin ruangan, dll. Semua fasilitas yang tersedia ditujukan untuk kenyamanan penumpang. Selain fasilitas penumpang bandara juanda juga memiliki gedung terminal dengan peralatan keselamatan yang memadai seperti, sistem proteksi kebakaran secara aktif dan pasif.

Berdasarkan Undang – undang no 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja, yang terdapat pada pasal 3 ayat (1) huruf b. Syarat – syarat keselamatan kerja , “Syarat – syarat keselamatan kerja adalah melakukan penanggulangan kebakaran meliputi pencegahan, pengurangan dan pemadam kebakaran”. Undang – undang no 1 tahun 2009 tentang penerbangan, yang terdapat pada pasal 214 “Bandar udara sebagai bangunan gedung dengan fungsi khusus, pembangunannya wajib memperhatikan ketentuan keselamatan dan keamanan penerbangan, mutu pelayanan jasa kebandarudaraan, kelestarian lingkungan, serta keterpaduan intermoda dan multimoda”, pasal 217 ayat 1 “Setiap bandar udara yang dioperasikan wajib memenuhi ketentuan keselamatan dan keamanan penerbangan, serta ketentuan pelayanan jasa bandar udara”. Pasal 219 ayat 1 “Setiap badan usaha bandar

udara atau unit penyelenggara bandar udara wajib menyediakan fasilitas bandar udara yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan penerbangan, serta pelayanan jasa bandar udara sesuai dengan standar pelayanan yang ditetapkan”. Kepmenaker No.186/MEN/1999, pasal 2 ayat 1 “Pengurus atau pengusaha wajib mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran dan latihan penanggulangan kebakaran” pasal 2 ayat 2 poin b “ penyediaan sarana deteksi, alarm, pemadam kebakaran dan sarana evakuasi “. Selain itu, Peraturan menteri pekerjaan umum Nomor : 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan dan Gedung poin 3 butir b sistem proteksi aktif “Setiap bangunan gedung, kecuali rumah tinggal tunggal dan rumah deret sederhana, harus dilindungi terhadap bahaya kebakaran dengan proteksi aktif. Penerapan sistem proteksi aktif didasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan, dan/atau jumlah dan kondisi penghuni dalam bangunan gedung. Pada sistem proteksi aktif yang perlu diperhatikan meliputi : sistem pemadam kebakaran, sistem deteksi dan alarm kebakaran, sistem pengendalian asap kebakaran dan pusat pengendali kebakaran.

Ruang Panel Chiller di Bandara Juanda dengan luas 29.43 m² yang berisi peralatan kelistrikan memiliki potensi bahaya kebakaran karena mengandung tegangan listrik dan panas yang rutin (terus menerus) sesuai dengan fungsinya yang harus selalu dalam kondisi beroperasi. Peralatan dan perlengkapan dalam panel

terkadang berharga sangat mahal seperti panel server komputer yang berisikan komponen-komponen electrical yang berharga tidak murah. Jika terjadi bahaya kebakaran maka bukan hanya uang aset tersebut yang hilang, kerugian jam kerja dan terganggunya operasional perusahaan juga menelan nilai uang yang tidak sedikit. Aset yang sedemikian mahal dan penting seharusnya diberikan perlindungan yang sepadan dengan nilai dan fungsinya.

Mengingat besarnya kerugian yang diakibatkan oleh kebakaran dan terbatasnya kemampuan peralatan pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang dimiliki oleh ruang panel chiller di Bandara Juanda Surabaya yang hanya memiliki alat pemadam api ringan (APAR) jenis dry chemical powder, Alat pemadam api ringan (APAR) adalah alat yang digunakan untuk memadamkan api atau mengendalikan kebakaran kecil yang pemakaiannya dilakukan secara manual dan langsung diarahkan pada posisi dimana api berada. Selain itu ruang panel chiller Bandara Juanda juga tidak mempunyai sistem deteksi dan alarm kebakaran sebagai pendeteksi dini adanya kebakaran. Maka untuk ruang panel chiller yang menjadi tempat control sistem chiller, pompa chiller, pompa cooling tower dan pompa distribusi, perlu memiliki sistem peralatan pencegahan kebakaran secara otomatis serta memenuhi persyaratan pencegahan dan penanggulangan kebakaran yang ditetapkan oleh Pemerintah, seperti pemasangan sistem pemadam kebakaran otomatis berupa Fire Suppression System.

Metodologi Penelitian

Desain Perancangan

Berdasarkan kondisi dilapangan guna untuk peningkatan keamanan pada ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya agar terjaganya aset perusahaan dan nyawa manusia adapun konsep yang akan dibuat oleh penulis yaitu mengenai rancangan sistem pencegahan terhadap bahaya kebakaran. Penulis akan membahas perancangan fire suppression system yang akan dibuat di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya dengan perhitungan ukuran sesungguhnya yang ada. Desain perancangan sistem ini juga akan membahas sistem pemipaan dan membahas tentang jumlah dan letak dari smoke detector yang akan dipasang yang berfungsi untuk mendeteksi jika terjadi kebakaran. Alat yang penulis rancang diharapkan mampu mewakili sistem kerja dari alat yang sebenarnya pada ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya.

Kondisi Saat Ini

Ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya adalah tempat dimana panel sistem kontrol dari chiller dan pompa. Dalam ruangan ini dimana keselamatan jiwa dan perlindungan aset perusahaan mutlak sangat diperlukan terutama dalam ancaman bahaya kebakaran yang dapat menyebabkan kerugian harta dan nyawa. Ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya mempunyai klasifikasi kebakaran kelas C dimana api berasal dari peralatan listrik (panel listrik) yang dimana dapat menyebabkan kebakaran akibat kesalahan teknis dan kesalahan manusia, di ruang chiller sendiri hanya

terdapat alat pemadam api ringan berupa *dry chemical powder* yang hanya dapat dioperasikan secara manual bila terjadi kebakaran. Untuk sistem deteksi dan alarm di ruang panel chiler pun belum terpasang. Maka dari itu sistem pencegah kebakaran secara otomatis sangat diperlukan guna mencegah dan mengantisipasi kebakaran di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya untuk melindungi aset perusahaan dan jiwa para pekerja.



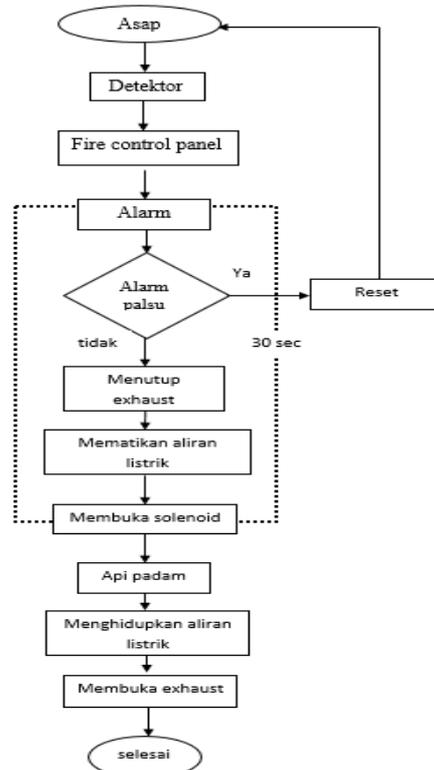
Gambar 1. Ruang Panel Chiller

Kondisi yang Diinginkan

Kondisi yang diinginkan oleh penulis pada ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya adalah sebagai berikut:

1. Pada ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya akan di pasang *fire suppression system* untuk melindungi aset perusahaan dan jiwa.
2. *Fire suppression system* yang dipasang di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya akan bekerja secara otomatis jika terjadi kebakaran karena asap yang akan terdeteksi oleh detektor, jika detektor telah menerima atau asap yang sudah mencapai batas maka alarm tanda bahaya kebakaran akan

berbunyi kemudian gas akan keluar dari *nozzle* untuk memadamkan api dan sistem akan bekerja secara otomatis dan mati berdasarkan waktu yang telah ditentukan.



Gambar 2. Flowchart kondisi yang diinginkan

Kriteria Perancangan

Kriteria dalam perancangan *clean agent fire suppression system* ini sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah media pemadam yang memiliki kegunaan sebagai pasokan media pemadam yang digunakan untuk memadamkan api sesuai dengan kebutuhan ruangan mempunyai kriteria media pemadam berupa gas (*clean agent*) harus sesuai perhitungan dengan volume ruangan yang akan dipadamkan dan

- cukup untuk memadamkan kebakaran.
2. Menentukan jenis dan jumlah *nozzle* yang akan digunakan dalam perancangan *fire suppression system* di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya dengan kriteria jenis dan jumlah *nozzle* sesuai dengan kebutuhan ruang panel chiller berdasarkan perhitungan dimensi ruangan.
 3. Merancang memilih *smoke detector* yang memiliki kegunaan sebagai pendeteksi dini terjadinya kebakaran dengan kriteria dapat mendeteksi adanya asap secara dini.

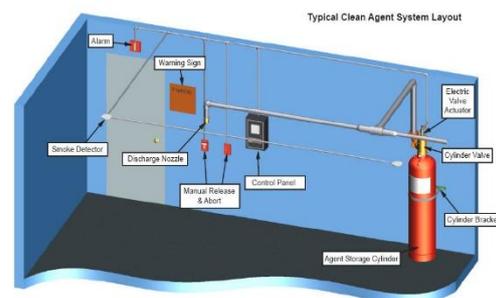
Pembahasan

Gambaran Umum Rancangan

“*Fire suppression system*” merupakan sistem proteksi kebakaran yang dipasang didalam bangunan dan dapat memadamkan kebakaran secara otomatis yang terjadi kapan saja. Instalasi sistem ini umumnya digunakan pada ruang panel listrik, ruang server, ruang komputer, lab.elektronika, control room, tower ATC, perpustakaan, dapur, dll. Rancangan *clean agent fire suppression system* digunakan untuk mendeteksi secara dini dan memadamkan jika terjadi kebakaran di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya guna melindungi aset perusahaan dan keselamatan pekerja.

Adapun yang harus diperhatikan dalam merancang *clean agent fire suppression system* yaitu mengetahui volume ruangan yang akan dipasang *clean agent fire suppression system* guna untuk mengetahui jumlah jumlah pasokan media pemadam yang harus

disediakan, *nozzle*, dan *detector*. *Fire suppression system* bekerja bila *smoke detector* mendeteksi asap maka alarm akan berbunyi dan *solenoid valve* akan terbuka mengalirkan agent pemadam melalui pipa dan *nozzle* sebagai output akan langsung menyemburkan zat pemadam sehingga kebakaran dapat di cegah. Alat ini bekerja secara otomatis mencegah terjadinya kebakaran tanpa butuh operator atau campur tangan manusia untuk mengoperasikannya. Apabila sistem deteksi (*smoke detector*) mengalami kerusakan atau tidak berfungsi dengan baik dan telah terjadi kebakaran maka teknisi/user yang berada ditempat dapat menekan *manual relyst* dengan menekan *equipment MANUAL PULL STATION* atau *MANUAL DISCHARGE* sehingga sistem dapat langsung melakukan *gas discharge action*, dengan menekan *manual pull station* atau *manual discharge*, maka sistem langsung melakukan gas discharge tanpa adanya *knowdone* (perhitungan mundur).



Gambar 3. Clean Agent Fire Suppression System

Dalam proses rancangan *clean agent fire suppression system*, terdapat proses-proses yang harus dilakukan agar sistem dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan bila terjadi

kebakaran. Adapun tahapan rancangan yang akan dilakukan oleh penulis

Tahapan Rancangan

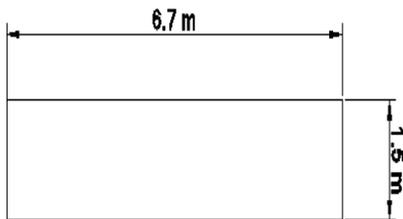
Menentukan Tipe Klasifikasi Kebakaran, Menghitung Luas dan Volume

1. Menentukan tipe klasifikasi kebakaran

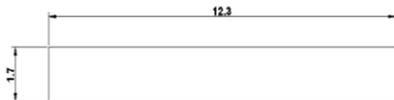
Benda/peralatan yang diproteksi di ruangan tersebut, diambil yang dominan, kemudian mengkategorikannya ke dalam class A, B, C, atau yang lain, misalkan panel listrik (Class C).

Peralatan yang diproteksi di ruang panel chiller adalah panel listrik yang berisi panel control chiller, panel control pompa sirkulasi, panel control pompa distribusi dan panel control pompa colling tower. Ruang panel chiller mempunyai klasifikasi kebakaran kelas C dimana potensi kebakaran yang timbul dari peralatan listrik.

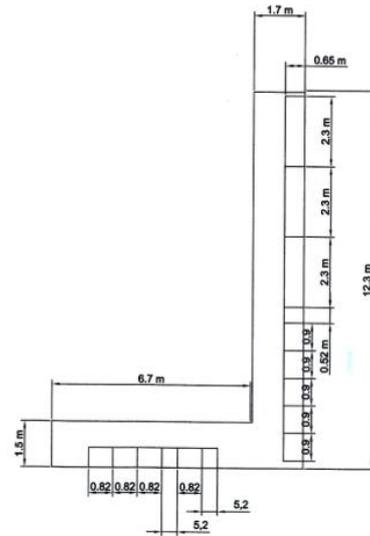
2. Menghitung luas, dan volume



Gambar 4. Dimensi Ruang 1



Gambar 5. Dimensi Ruang 2



Gambar 6. Dimensi Panel Ruang Chiller

3. Menghitung structural reduction

Structural reduction, yaitu sebagai volume pengurang, yang perlu diperhatikan disini adalah diambil struktur yang tetap yang kemungkinan kecil sekali untuk bisa mempengaruhi perubahan volume hazard, misalkan keberadaan struktur kolom di ruangan. Keberadaan meja, kursi dan peralatan lain harus diabaikan sebagai faktor pengurang karena ada kemungkinan berpindah ke ruangan lain.

Di dalam ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya mempunyai structural reduction berupa panel – panel listrik.

Untuk di ruang 1 terdapat 6 panel dengan ukuran antara lain:

Panel 1

Panjang : 72 cm

Lebar : 62 cm

Tinggi : 205 cm

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 72 \text{ cm} \times 62 \text{ cm} \\ &= 4464 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 72 \text{ cm} \times 62 \text{ cm} \times 205 \text{ cm} \\ &= 915120 \text{ cm}^3 \\ &= 0.91512 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus dan cara perhitungan yang sama pada panel satu untuk perhitungan luas dan volume panel 2 s.d 6 maka diperoleh nilai pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Structural Reduction Ruang 1

PANEL	LUAS	VOLUME
1	0.4464 m ²	0.91512 m ³
2	0.5084 m ²	1.04222 m ³
3	0.5084 m ²	1.04222 m ³
4	0.3224 m ²	0.66092 m ³
5	0.5084 m ²	1.04222 m ³
6	0.3224 m ²	0.66092 m ³
TOTAL		5.36362 m ³

Untuk di ruang 2 terdapat 9 panel, diperoleh nilai:

Tabel 2. Structural Reduction Ruang 2

PANEL	LUAS	VOLUME
1	0.5084 m ²	1.16932 m ³
2	0.5084 m ²	1.16932 m ³
3	0.5084 m ²	1.16932 m ³
4	0.5084 m ²	0.94054 m ³
5	0.5084 m ²	0.94054 m ³
6	0.3224 m ²	0.66092 m ³
7	1.1160 m ²	2.5668 m ³
8	1.1160 m ²	2.5668 m ³
9	1.1160 m ²	2.5668 m ³
TOTAL		13.75036 m ³

4. Menghitung Hazard Volume

Menghitung hazard volume adalah dengan menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{Hazard volume} &= \\ &= \text{volume ruang kosong} - \text{volume} \\ &= \text{peralatan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hazard volume ruang 1} \\ &= 50.25 \text{ m}^3 - 5.36362 \text{ m}^3 \\ &= 44.88638 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hazard volume ruang 2} \\ &= 104.55 \text{ m}^3 - 13.75036 \text{ m}^3 \\ &= 90.79964 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Menghitung Jumlah Kebutuhan Media Pemadam (*clean agent*)

Dalam menghitung jumlah kebutuhan media pemadam (*clean agent*) diperlukan data – data pendukung seperti menentukan design concentration, dan menentukan nilai flooding factor agar didapatkan kebutuhan media pemadam yang harus tersedia di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya. Untuk spesifikasi jenis *clean agent* yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 7.

1. Menentukan design concentration

Minimum design concentration untuk *Clean Agent* berdasarkan NFPA 2001, Minimum design concentration untuk class C adalah MEC class A x 1.35 safety factor dan tabel Minimum Extinguishant Concentration HFC-227ea untuk MEC class A adalah 5.8. maka diperoleh Design concentration kelas c adalah $5.8 \times 1.35 = 7.83 = 8$

2. Menentukan nilai flooding factor

Dari tabel Nilai Flooding Factor HFC-227ea dalam satuan SI, dapat dilakukan interpolasi untuk mendapatkan nilai flooding factor pada $t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ (nilai temperature bandara juanda) dan design concentration = 7.83 = 8, yaitu diperoleh nilai 0.6217 kg/m³.

3. Menghitung berat (massa)

Berat *clean agent* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$W = \frac{V}{s} \left(\frac{c}{100-c} \right)$$

Dimana:

$$V = 44.88638 \text{ (ruang 1)}$$

$$V = 90.8 \text{ (ruang 2)}$$

$$S = s = 0.1269 + 0.0005t = 0.1394$$

$$C = 8$$

Maka diperoleh kebutuhan pasokan media pemadam di ruang 1:

$$27.999738 \text{ kg} = 28 \text{ kg}$$

Maka diperoleh kebutuhan pasokan media pemadam di ruang 1:

$$56.640021 \text{ kg} = 57 \text{ kg}$$

Jumlah total kebutuhan pasokan media pemadam di ruang 1 dan ruang

$$= 28 \text{ kg} + 57 \text{ kg} = \mathbf{85 \text{ kg}}$$

Menentukan Jumlah Tabung

jumlah tabung

$$= \frac{\text{total kebutuhan inergen}}{\text{kapasitas tabung}}$$

$$= \frac{80 \text{ kg}}{20 \text{ kg}} = 4$$

$$= 4 \text{ Tabung clean agent}$$

ukuran 20 Kg

Menentukan Flowrate pada Perpipaan dan Nozzle

Disebutkan bahwa untuk agen halocarbon discharge time yang diperlukan untuk mencapai 95% minimum design concentration dengan 20% safety factor adalah tidak lebih dari 10 detik. Untuk menentukan flowrate maka dilakukan dengan membagi berat inergen yang mengalir di pipa dengan maximum discharge time yaitu 10 detik.

$$\text{Flow rate} = \frac{\text{total kebutuhan inergen}}{10s}$$

$$= \frac{80 \text{ kg}}{10 \text{ s}} = 8 \text{ kg/s}$$

Memilih Nozzle

Jumlah nozzle yang dibutuhkan di ruang 1 dan ruang 2 adalah :

$$N1 = \frac{\text{Luas ruang 1}}{\text{Jarak pancaran nozzle}} = \frac{10.05 \text{ m}}{18.08 \text{ m}}$$

$$= 0.555 = 1 \text{ buah}$$

$$N2 = \frac{\text{Luas ruang 1}}{\text{Jarak pancaran nozzle}} = \frac{20.91 \text{ m}}{18.08 \text{ m}}$$

$$= 1.156 = 1 \text{ buah}$$

Merancang Sistem Pemipaan

1. Material pipa yang digunakan adalah cast iron
2. Menentukan diameter pipa, Berdasarkan tabel diameter pipa yang digunakan untuk flowrate 0.7 kg/s adalah 20 mm atau $\frac{3}{4}$ inci.
3. menghitung tebal pipa dalam perancangan ini menggunakan rumus:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times \sigma} + c$$

Dimana :

T = tebal pipa (m)

P = tekanan pipa (N/m^2) = 28 N/m^2

D = diameter pipa (m) = 0.2 m

σ = tegangan tarik yang diijinkan bahan

$$(\text{N/m}^2) = 70 \text{ N/m}^2$$

C = *safety* pipa = 0.003 m

Diperoleh nilai tebal pipa adalah:

$$t = 0.07 \text{ m} = 7 \text{ mm}$$

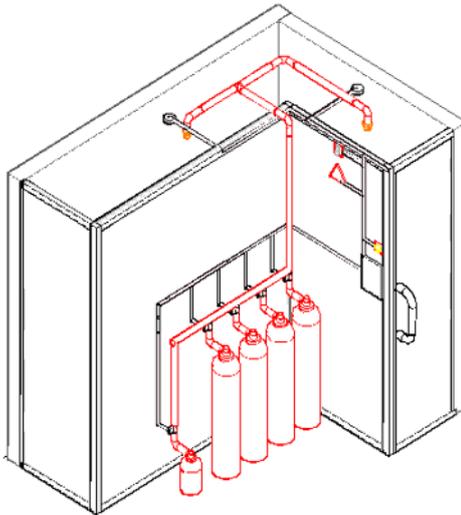
Menentukan Jumlah Detector

1. Dimana factor pengali yang digunakan adalah 71, alasan penulis memilih factor pengali ini karena tinggi langit – langit di ruang panel

chiller Bandara Juanda Surabaya yaitu 5 m.

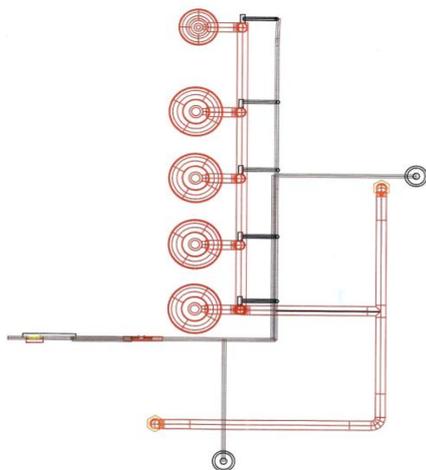
2. Ruang I, Jumlah Detektor Panjang (JDP) = $6.7/8.52 = 0.786 \approx 1$ buah
3. Ruang I, Jumlah Detektor Lebar (JDL) = $1.5/8.52 = 0.176 \approx 1$ buah
4. Total Ruang I adalah 1 buah
5. Total Ruang 2 adalah 1 buah

Desain Clean Agent Fire Suppression



Gambar 7. Clean Agent Fire Suppression System Ruang Panel Chiller

Desain Peletakan Nozzle dan Smoke Detector



Gambar 8. Peletakan Nozzle dan Smoke Detector

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan uraian pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah pasokan media pemadam yang dibutuhkan pada clean agent fire suppression system di ruang panel Chiller Bandara Juanda Surabaya yakni 85 kg selama 10 detik waktu operasi (discharge time).
2. Berdasarkan perhitungan perancangan maka didapat jumlah nozzle yang dibutuhkan dalam clean agent fire suppression system di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya adalah 2 buah nozzle tipe 360° yang sesuai dengan spesifikasi luas ruang panel chiller.
3. Dalam menentukan jenis dan jumlah detektor yang digunakan pada clean agent fire suppression system di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya yang sesuai dengan spesifikasi ruangan dibutuhkan 2 buah detektor dan menggunakan smoke detector jenis photoelectric yang dapat mendeteksi secara dini jika terdapat asap di ruang panel chiller Bandara Juanda Surabaya.

Saran

Dari kesimpulan di atas terdapat beberapa saran dari penulis sebagai berikut :

1. Pasokan pemadam yang disimpan dalam tabung pemadam harus diperhatikan karena tekanan didalam tabung harus terjaga agar dapat mendorong agent keluar saat terjadi kebakaran.
2. Dalam merancang memilih nozzle dan hasil uji coba maka disarankan

Untuk ditambahkan dengan sistem discharge dari bawah lantai (raised floor) agar dapat lebih memaksimalkan proses discharge gas.

3. Dalam merancang memilih detector dan hasil pengujian maka disarankan untuk ditambahkan dengan heat detector agar dapat memaksimalkan proses deteksi dini terhadap bahaya kebakaran.

Daftar Pustaka

- NFPA 2001, Standar for clean agent fire extinguishing system, 2012 edition.
- SNI 03-3985-2000, Tata cara perencanaan, pemasangan dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegah bahaya kebakaran pada bangunan gedung.
- Philip J. Dinunno and Eric W. Forsell, Clean agent total Flooding Fire Extinguishing System, SEPE Handbook of Fire Protection Engineering, 2015.
- Kusuma Yuriadi, Sistem Mekanikal Gedung, Pusat Pengembangan Bahan Ajar-UMB.
- Teori Dasar Penanggulangan Bahaya Kebakaran, 2006, Dinas Pemadam Kebakaran, Jakarta