

PANDUAN ASAS REKABENTUK SISTEM PENCEGAH KEBAKARAN

EDISI 2018



**CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKA
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA**



KATA ALU - ALUAN

Sekalung penghargaan dan syabas diucapkan kepada semua pihak yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam menjayakan penerbitan dokumen ini.

Dokumen ini diterbitkan bertujuan memberi Panduan Asas Rekabentuk kepada semua kakitangan mekanikal JKR amnya dan khususnya kepada pegawai baru Cawangan Kejuruteraan Mekanikal (CKM) terhadap sistem pencegah kebakaran aktif dalam bangunan. Ia juga bertujuan menjadi sumber rujukan kepada para perekabentuk memahami sistem pencegah kebakaran dalam bangunan sebagai persediaan merekabentuk sistem pencegah kebakaran yang cekap dan optimum serta memenuhi keperluan, akta dan peraturan semasa yang berkuatkuasa.

Dokumen ini dihasilkan daripada perkongsian pengalaman Ahli-Ahli Jawatankuasa yang terdiri daripada kakitangan Cawangan Kejuruteraan Mekanikal yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam merekabentuk, penyeliaan, pemasangan dan pengujian sistem pencegah kebakaran.

Akhir kata, adalah diharapkan dokumen ini dapat dimanfaatkan sepenuhnya oleh semua pihak sebagai landasan memperkasakan ilmu dan pengetahuan berkaitan sistem pencegah kebakaran dalam perlaksanaan projek-projek kerajaan.

Terima Kasih.

Ir. GOPAL NARIAN KUTTY JMW, AMN

Pengarah Kanan

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

Ibu Pejabat JKR Malaysia

April 2018

ISI KANDUNGAN

PERKARA	MUKASURAT
1.0	Pengenalan
1.1	Objektif
1.2	Skop
2.0	Konsep Asas Sains Kebakaran
2.1	<i>Fire Tetrahedron</i>
2.2	Peringkat Kebakaran
2.3	Kelas Kebakaran
Panduan Asas Rekabentuk	
3.0	Sistem Gelung Hos (<i>Hose Reel System</i>)
4.0	Sistem Pancur Kering (<i>Dry Riser System</i>)
5.0	Sistem Pancur Basah (<i>Wet Riser System</i>)
6.0	Sistem Semburan Air Automatik (<i>Automatic Sprinkler System</i>)
7.0	Sistem Penggera Kebakaran Automatik (<i>Automatic Fire Alarm System</i>)
8.0	<i>Fire Suppression System</i>
9.0	<i>Pressurisation System</i>
10.0	<i>Smoke Spill System</i>
Rujukan	
Sidang Editor	
Penghargaan	

1.0 PENGENALAN

Dokumen ini disediakan sebagai panduan asas rekabentuk sistem pencegah kebakaran aktif dalam bangunan kepada pegawai-pegawai Cawangan Kejuruteraan Mekanikal (CKM), Jabatan Kerja Raya Malaysia.

1.1 Objektif

Memberi pendedahan awal asas rekabentuk sistem pencegah kebakaran aktif dalam bangunan kepada pegawai-pegawai baru CKM.

Sumber rujukan kepada pegawai-pegawai lain CKM mengenai maklumat asas berkaitan sistem-sistem pencegah kebakaran aktif yang terdapat di bangunan selaras dengan kehendak akta, keperluan dan peraturan semasa yang berkuatkuasa.

1.2 Skop

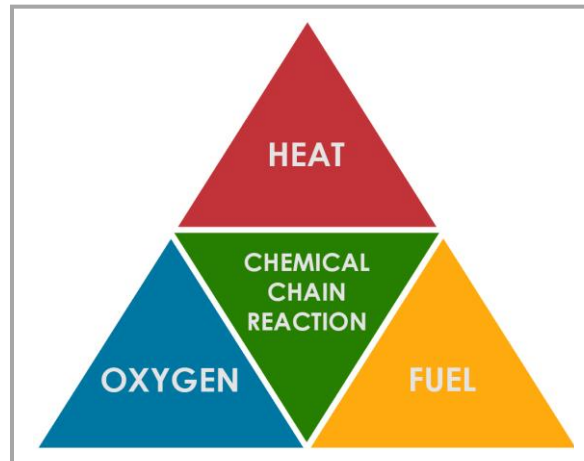
Pengenalan ringkas mengenai sistem pencegah kebakaran aktif dalam bangunan, elemen-elemen asas rekabentuk, keperluan-keperluan semasa, akta dan peraturan yang berkuatkuasa serta disokong oleh contoh-contoh lukisan dan gambarajah teknikal bagi sistem pencegah kebakaran aktif seperti berikut:

- i. Sistem Gelung Hos (*Hose Reel System*)
- ii. Sistem Pancur Kering (*Dry Riser System*)
- iii. Sistem Pancur Basah (*Wet Riser System*)
- iv. Sistem Semburan Air Automatik (*Automatic Sprinkler System*)
- v. Sistem Penggera Kebakaran Automatik (*Automatic Fire Alarm System*)
- vi. *Fire Suppression System*
- vii. *Pressurisation System*
- viii. *Smoke Spill System*

2.0 KONSEP ASAS SAINS KEBAKARAN

Secara asasnya, kebakaran adalah satu proses tindak balas kimia (eksotermik) yang melibatkan pengoksidaan pesat bahan api pada suhu tinggi yang dituruti dengan evolusi produk gas pembakaran, pembebasan haba dan radiasi.

2.1 *Fire Tetrahedron*



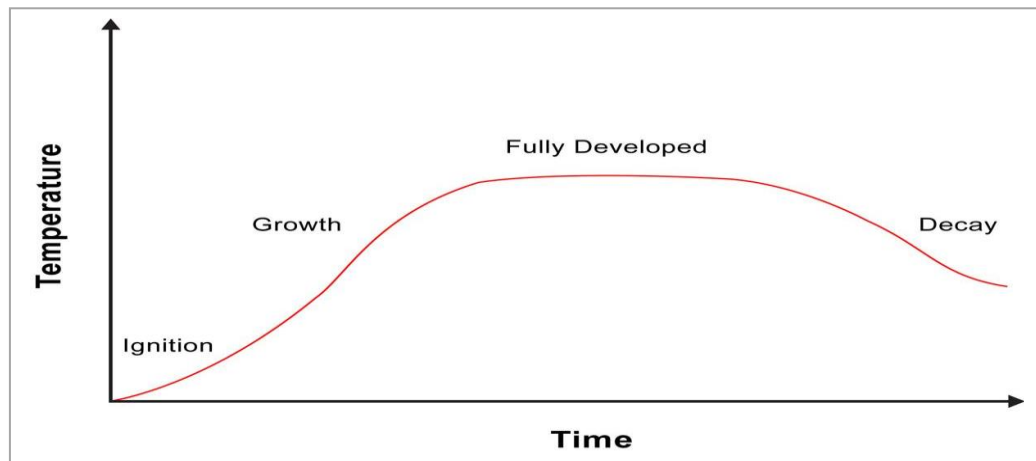
Rajah 2.1 : *Fire Tetrahedron*

Fire Tetrahedron seperti di atas merupakan konsep asas yang menunjukkan empat komponen yang diperlukan untuk memulakan kebakaran iaitu:

- i. Bahan Api (sebarang bahan yang mampu terbakar)
- ii. Haba (tenaga yang mencukupi untuk melepaskan wap dari bahan api sehingga menyebabkan pencucuhan)
- iii. Oksigen (agen pengoksidaan)
- iv. Tindak balas kimia (tindak balas eksotermik yang mencukupi untuk menyebabkan pencucuhan)

Kebakaran mudah dipadamkan dengan menghapus, menghalang atau mengeluarkan salah satu daripada empat komponen yang terlibat dalam proses tindak balas kimia pembakaran.

2.2 Peringkat Kebakaran



Rajah 2.2 : Peringkat Kebakaran

- i. **Pencucuhan (*Ignition*)**
Bahan api mula bertindak balas dengan oksigen untuk membebaskan haba dan radiasi.
- ii. **Pembaraan (*Growth*)**
Api yang tercetus mula mewujudkan keadaan yang terus menyokong pembaraannya sendiri.
- iii. **Pemarakan (*Development*)**
Proses pembakaran yang berterusan membebaskan lebih banyak haba menyebabkan kawasan/objek berdekatan mula terbakar. Suhu juga mula meningkat dengan pesat.
- iv. **Pemerosotan (*Decay*)**
Kebakaran mula kekurangan bahan api atau oksigen untuk meneruskan proses pamarakkannya.

Kesimpulannya, apabila pencucuhan telah terjadi, kebakaran akan terus berlaku sehingga:

- i. Semua bahan api atau oksigen habis digunakan
- ii. Semua bahan api dan/atau oksigen dikeluarkan
- iii. Suhu dikurangkan dengan penyejukan
- iv. Rantaian tindak balas kimia dikurangkan dan dipecahkan

2.3 Kelas Kebakaran

Kebakaran boleh dikategorikan kepada enam kelas seperti berikut:

- i. **Kelas A**
Kebakaran yang melibatkan bahan pepejal yang berasaskan komponen karbon (organik) seperti kertas, kayu, kain, pokok-pokok kering, karpét dan sebagainya. Kebakaran jenis ini menghasilkan bara yang banyak.
- ii. **Kelas B**
Kebakaran yang melibatkan cecair mudah terbakar seperti petrol, diesel, alkohol, cat, karbon sulfida dan sebagainya. Kebakaran jenis ini boleh dipadamkan dengan menggunakan air sabun yang halus atau menggunakan buih atau debu kering.
- iii. **Kelas C**
Kebakaran yang melibatkan gas atau cecair gas (*liquified gas*) yang mudah terbakar seperti gas-gas yang dipadatkan dalam tabung atau silinder seperti Liquefied Petroleum Gas (LPG) yang dicairkan yang terdiri daripada propana, butana, atau campuran kedua-duanya, metana, hidrogen, ammonia dan sebagainya. Buih dan/atau debu kering boleh digunakan untuk memadam api yang melibatkan tumpahan cecair gas yang kecil.
- iv. **Kelas D**
Kebakaran yang melibatkan logam-logam seperti magnesium, sodium dan potassium. Penggunaan air untuk memadam api Kelas D tidak berkesan malah boleh menyebabkan tindak balas kimia yang mendatangkan bahaya. Setakat ini belum ada pemadam api yang sesuai untuk memadam api logam. Debu timah, *powdered graphite*, habuk soda, habuk simen kering, alat pemadam api jenis debu yang dikenali sebagai *Tannery Eutectic Chloride* atau pasir kering boleh digunakan untuk memadam api kelas ini.
- v. **Kelas E**
Kebakaran yang melibatkan percikan api daripada peralatan atau punca elektrik.
- vi. **Kelas F**
Kebakaran yang melibatkan lemak dan minyak masak.

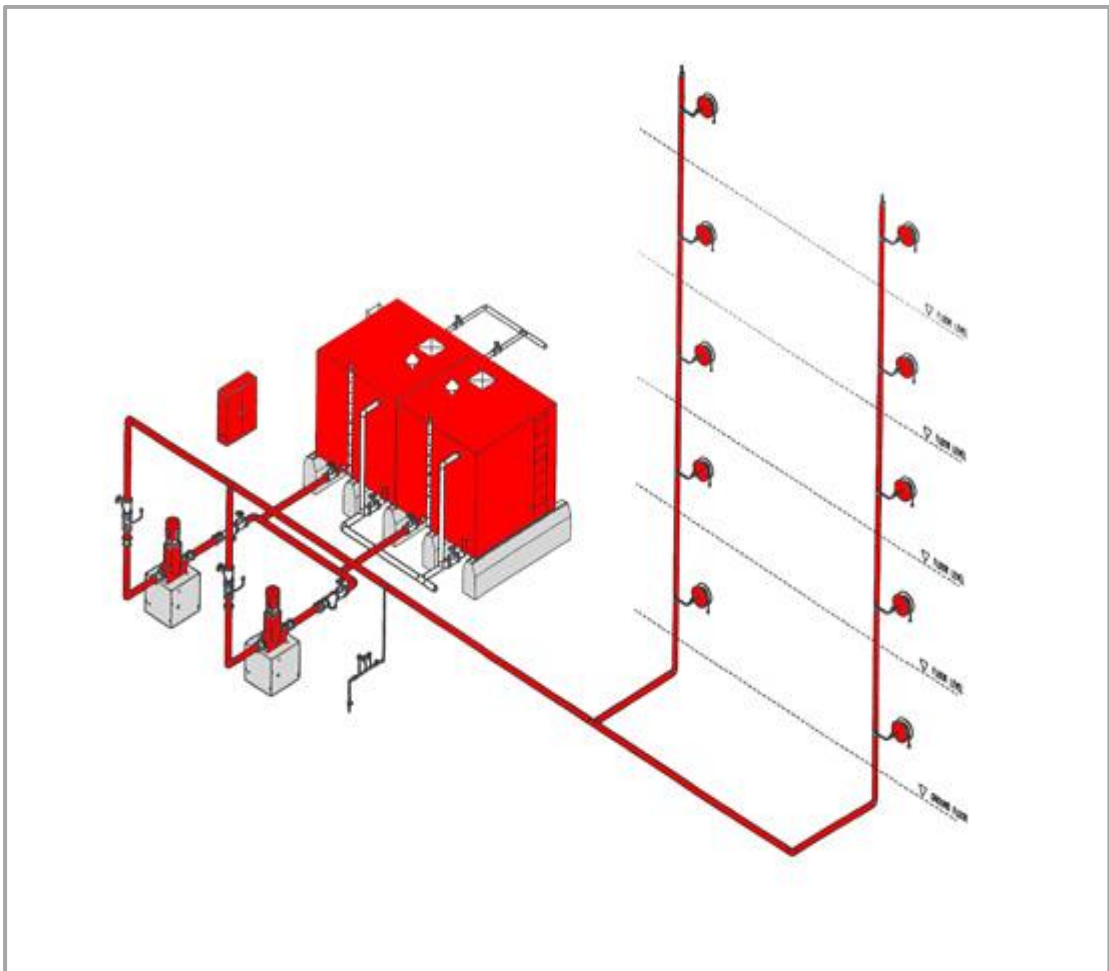
PANDUAN ASAS REKABENTUK

3.0 SISTEM GELUNG HOS (HOSE REEL SYSTEM)

3.1 Pengenalan

Sistem gelung hos merupakan sejenis sistem bantu mula yang disediakan untuk mengawal dan memadamkan kebakaran di peringkat awal kebakaran oleh penghuni bangunan.

Komponen utama sistem ini terdiri daripada tangki air, sistem pam, gelung hos dan perpaipan.



Rajah 3.1 : Lukisan Tipikal Skematik Sistem Gelung Hos

3.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan Sistem Gelung Hos dinyatakan dalam Jadual ke-10 Uniform Building By-Laws 1984. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. MS 1447 : *Hose reels with semi-rigid hose*
- ii. MS 1488 : *Semi-rigid hoses for first aid fixed installations*
- iii. MS 1489 Part 1 : *Hydrant Systems, Hose Reels and Foam Inlets*

3.3 Asas Rekabentuk

i. Gelung Hos

Komponen ini terdiri daripada hos getah sepanjang 30 meter, diameter 25 mm digulung pada dram keluli dan di hujung hos terdapat *nozzle* jenis *jet* (*adjustable type*) berdiameter 8 mm yang boleh dibuka dan ditutup.

Dram terbahagi kepada dua jenis:

- a. Tetap (*fixed*) - tidak boleh digerakkan ke kiri atau ke kanan kecuali dipusing.
- b. *Swing* - boleh di tarik keluar dari tempat ia di letakkan.



Gambar 3.1 : Gelung Hos dan Dram

Gelung hos hendaklah merangkumi radius tidak lebih daripada 30 meter dan disediakan bagi setiap 800 meter persegi ruang kawasan lantai (*usable floor space*). Kebiasaannya ianya diletakkan di kawasan yang mudah dilihat pada setiap tingkat sepanjang laluan kecemasan (*escape routes*), bersebelahan pintu atau tangga. Setiap gelung hos hendaklah berkeupayaan memancutkan air pada kelajuan kadar aliran 30 liter per minute (l/m) dalam lingkungan 6 meter kawasan yang dilindungi.



Gambar 3.2 : Nozzle dan Nozzle box

ii. Sistem Pam

Sistem pam gelung hos terdiri daripada 2 set pam iaitu *Duty* dan *Standby* berkelajuan kadar aliran 120 l/min pada tekanan minimum 2 bar (*running pressure*) bagi setiap 4 gelung hos yang beroperasi serentak. Kebiasannya pam adalah daripada jenis *horizontal end-suction* atau *vertical-in-line*, dengan kelajuan pusingan motor 2,900 rpm.



Gambar 3.3 : Sistem Pam Gelung Hos

Pam *Standby* dilengkapi dengan generator atau enjin diesel. Bagi enjin diesel, bekalan minyak diesel hendaklah mencukupi untuk operasi sekurang-kurangnya minimum satu jam. Pendawaian elektrik hendaklah dalam konduit *galvanised steel* atau menggunakan *fire-rated cable*. Bateri bagi enjin diesel hendaklah daripada jenis *maintenance-free*.

iii. Panel Kawalan Pam

Sistem pam gelung hos berfungsi secara automatik apabila tekanan air dalam sistem menurun. Kebiasaannya operasi sistem seperti berikut:

- a. Memulakan pam *duty* pada kapasiti 80% daripada tekanan sistem dan menghentikan pam *duty* pada kapasiti 100% daripada tekanan sistem.
- b. Memulakan pam *standby* pada kapasiti 60% daripada tekanan sistem dan menghentikan pam *standby* pada kapasiti 100% daripada tekanan sistem.
- c. Set pam enjin diesel (*standby*) perlu beroperasi secara automatik dan diberhentikan secara manual.



Gambar 3.4 : Panel Kawalan Sistem Pam

iv. Tangki Air

Saiz tangki air ditentukan berdasarkan kepada pengiraan 2,275 liter bagi gelung hos pertama dan ditambah 1,138 liter bagi setiap gelung hos sehingga saiz tangki mencapai maksima 9,100 liter bagi setiap sistem. Jenis tangki boleh daripada *pressed steel* atau konkrit. Tangki *pressed steel* perlu daripada jenis *hot dipped galvanized*, *compartmented*, dilengkapi dengan penunjuk paras air dan bahagian luar dicat merah sepenuhnya.



Gambar 3.5 : Tangki Air Sistem Gelung Hos

v. Perpaipan

Paip yang digunakan adalah jenis *galvanised steel class C*. Semua paip sebelum hos dilengkapkan dengan *stop valve* untuk kemudahan penyelenggaraan dan juga bagi mengelakkan hos dari sentiasa menerima tekanan air. *Automatic air release valve* perlu dipasang pada penghujung paip yang tertinggi untuk melepaskan udara yang terperangkap di dalam paip secara automatik.

Paip utama adalah bersaiz 2½ in (65 mm) diameter untuk bangunan melebihi 50 kaki tinggi, dan bersaiz 2 in (50 mm) diameter untuk bangunan yang kurang dari 50 kaki tinggi. Paip ke gelung hos adalah bersaiz 1 in (25 mm) diameter. Keseluruhan paip perlu dicat dengan warna merah.

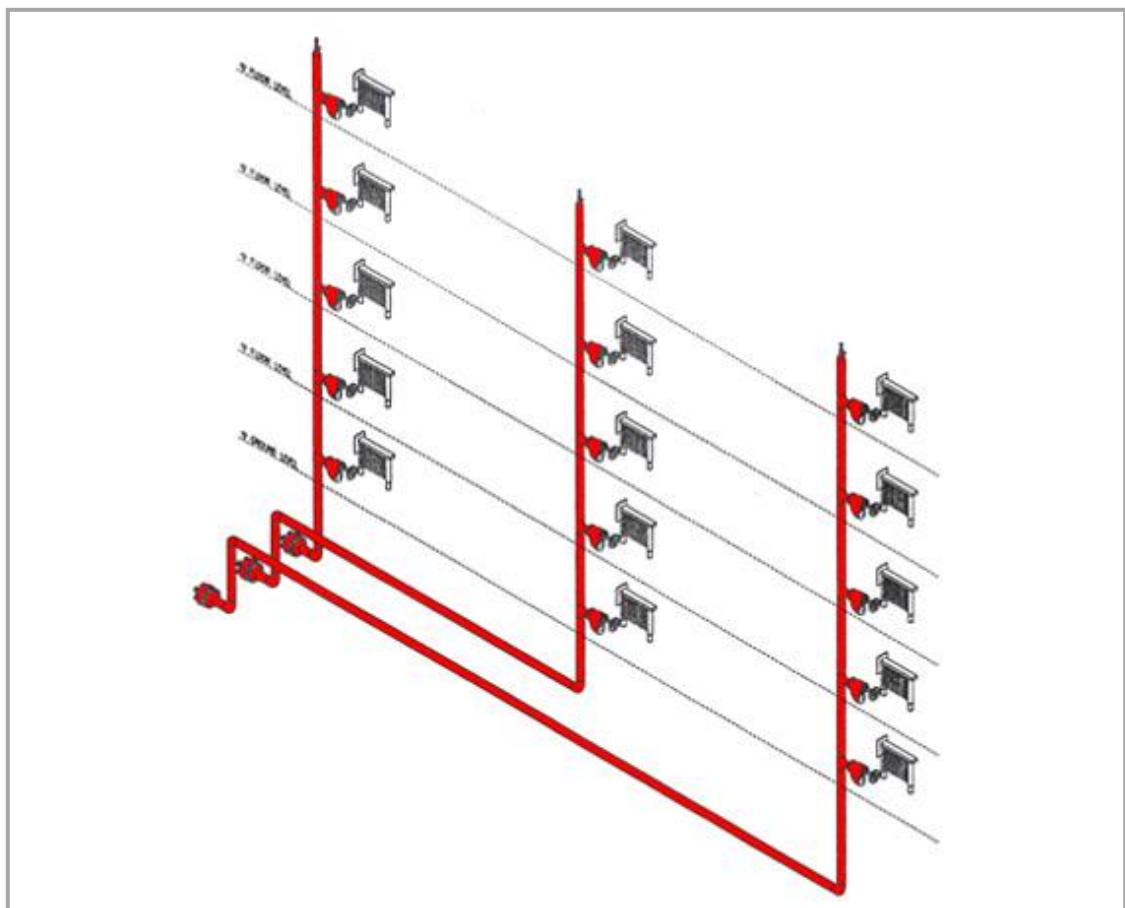
4.0 SISTEM PANCUR KERING (DRY RISER SYSTEM)

4.1 Pengenalan

Sistem pancur kering adalah sejenis sistem pili dalaman bangunan yang digunakan oleh anggota Bomba bagi bangunan yang ketinggian aras lantai (*topmost floor*) melebihi 18.3 meter dan kurang daripada 30.5 meter daripada paras akses perkakas kebakaran (*fire appliances access*). Sistem ini mendapat bekalan air daripada jentera Bomba atau pili Bomba yang berdekatan.

Komponen utama sistem ini terdiri daripada *riser pipe* dengan *landing valve* di setiap tingkat dan *breeching inlet*.

Jentera Bomba akan mengepam air melalui *breeching inlet* dan disambungkan kepada perpaipan sistem pancur kering.



Rajah 4.1 : Lukisan Tipikal Skematik Sistem Pancur Kering

4.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan Sistem Pancur Kering dinyatakan dalam Jadual ke-10 *Uniform Building By-Laws* 1984 dan diperincikan bawah klausa 230 dan 232. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

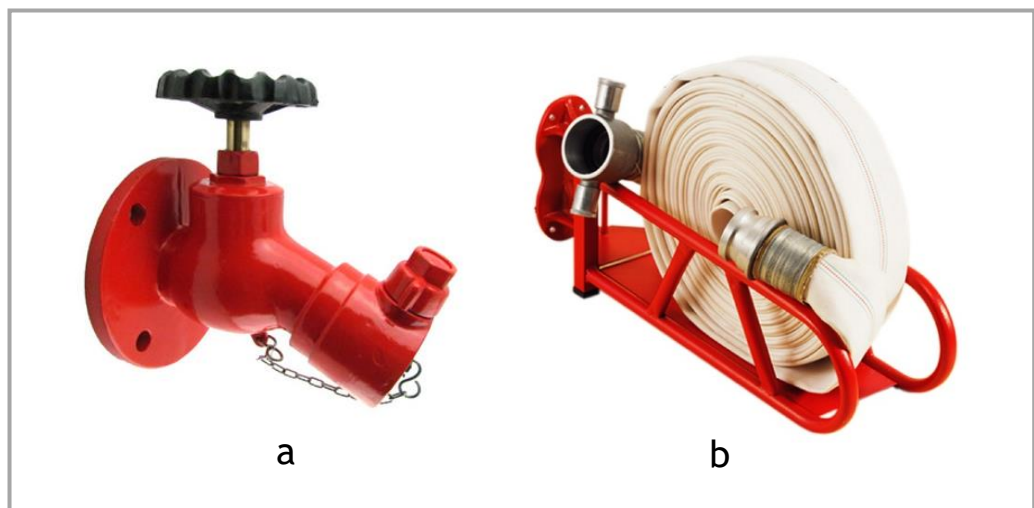
- i. MS 1489 : Part 1 - *Hydrant Systems, Hose Reels and Foam Inlets*
- ii. MS 1210 : Part 2 - *Landing Valves for Dry Risers*
- iii. MS 1210 : Part 3 - *Inlet Breeching for Riser Inlets*
- iv. MS 1210 : Part 4 - *Boxes for Landing Valves for Dry Risers*

4.3 Asas Rekabentuk

i. *Landing Valve*

Landing valve disediakan di setiap aras yang kebiasaannya dipasang di *fire access lobbies*, tangga kecemasan atau *fire protected lobbies*. Injap ini dipasang pada ketinggian 0.75 meter dari paras lantai.

Setiap set *landing valve* dilengkapi dengan hos kanvas saiz tidak kurang dari 38 mm diameter, 30 meter panjang, lengkap dengan *quick coupling* bersaiz 65 mm diameter serta *nozzle* yang diletakkan dalam *hose cradle*.



Gambar 4.1 : (a) *Landing Valve* dan (b) *Hos Kanvas Dalam Hose Cradle*

ii. *Breeching Inlet*

Breeching Inlet dipasang dengan jarak tidak melebihi 18 meter daripada *fire appliance access road* serta tidak melebihi 30 meter daripada pili bomba yang berdekatan. Injap ini kebiasaannya dilindungi dalam kabinet yang dilabel Injap Pancur Kering.

Breeching Inlet terbahagi kepada dua jenis:

- a. 4-hala (*four-way breeching inlet*) disediakan bagi paip bersaiz 6 in (150 mm) diameter.
- b. 2-hala (*two-way breeching inlet*) disediakan bagi paip saiz 4 in (100 mm) diameter .



Gambar 4.2 : (a) 4-way *Breeching Inlet* dan (b) 2-way *Breeching Inlet*

iii. Perpaipan

Paip perlu bersaiz 150 mm diameter sekiranya *landing valve* yang tertinggi melebihi 22.8 meter daripada *breeching inlet*. Sekiranya ketinggian kurang daripada 22.8 meter, paip *riser* bersaiz 100 mm diameter boleh digunakan. Paip adalah daripada jenis *galvanised steel class C*.

Automatic air release valve dipasang pada bahagian paip yang tertinggi berfungsi untuk melepaskan udara yang terperangkap dalam sistem.



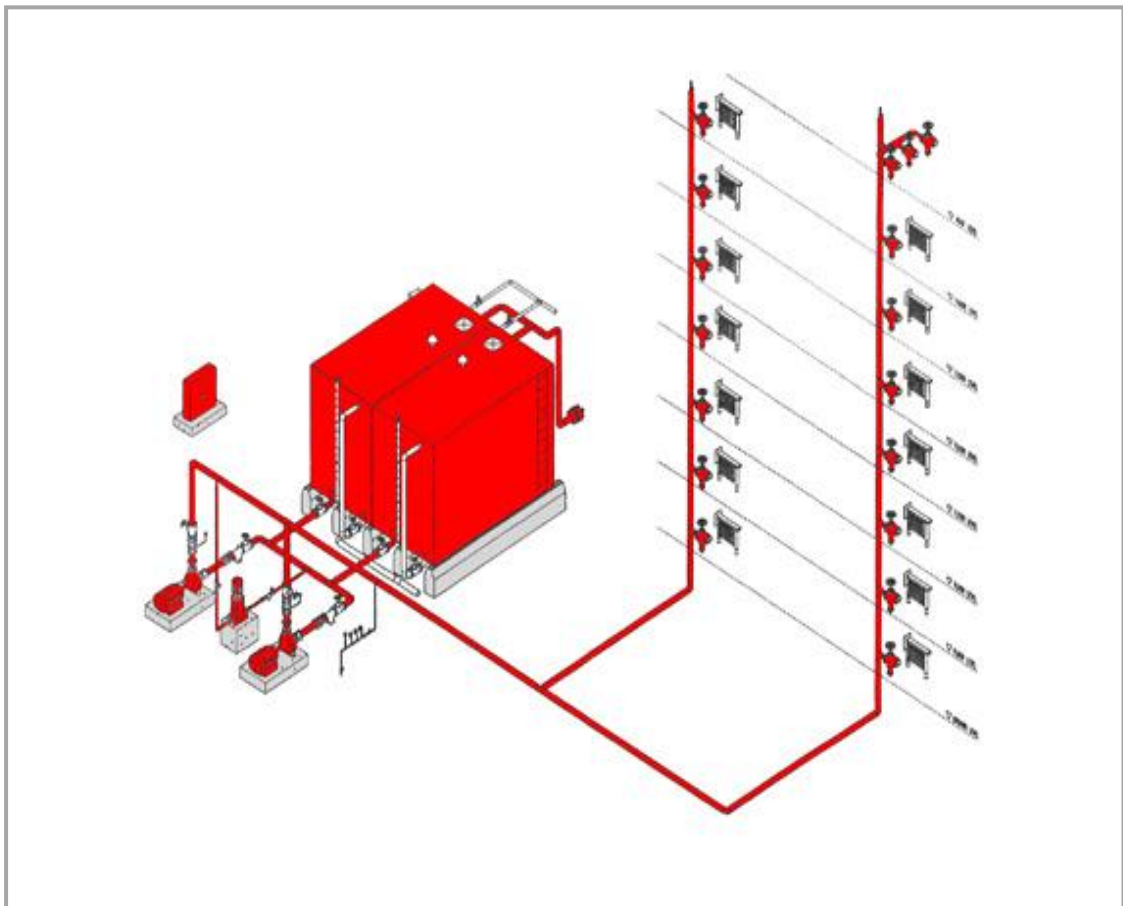
Gambar 4.3 : *Automatic Air Release Valve*

5.0 SISTEM PANCUR BASAH (WET RISER SYSTEM)

5.1 Pengenalan

Sistem pancur basah adalah sejenis sistem pili dalaman bangunan yang digunakan oleh anggota Bomba dan sentiasa dipenuhi dengan air yang bertekanan. Sistem ini diperlukan bagi bangunan yang ketinggian aras lantai melebihi 30.5 meter daripada paras *fire appliances access*. Untuk bangunan tinggi yang melebihi 70.15 meter, sistem pancur basah perlu ditambah secara berasingan (*2nd Stage*). Sistem ini mendapat bekalan air daripada tangki simpanan air dan boleh ditambah daripada Jentera Bomba atau Pili Bomba yang berdekatan.

Komponen utama sistem ini terdiri daripada tangki air, sistem pam, *wet riser landing valve*, *wet riser breeching inlet* dan perpaipan.



Rajah 5.1 : Lukisan Tipikal Skematik Sistem Pancur Basah

5.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan Sistem Pancur Basah dinyatakan dalam Jadual ke-10 Uniform Building By-Laws 1984 dan diperincikan bawah klausa 231, 232 dan 248. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. M.S 1489 : *Part 1 - Hydrant Systems, Hose Reels and Foam Inlets*
- ii. M.S 1210 : *Part 1 - Landing Valves for Wet Risers*
- iii. M.S 1210 : *Part 3 - Inlet Breeching for Riser Inlets*
- iv. M.S 1210 : *Part 4 - Boxes for Landing Valves for Dry Risers*

5.3 Asas Rekabentuk

i. *Landing Valve*

Landing Valve disediakan di setiap aras bangunan dan kebiasaannya dipasang di *fire access lobbies*, tangga kecemasan atau *fire protected lobbies* pada ketinggian 0.75 meter dari paras lantai.

Tekanan pada setiap *landing valve* hendaklah tidak kurang daripada 4 bar dan tidak melebihi 7 bar.

Setiap set *landing valve* dilengkapi dengan hos kanvas yang bersaiz tidak kurang dari 38 mm diameter, 30 meter panjang, lengkap dengan *quick coupling* bersaiz 65 mm diameter serta *nozzle* yang diletakkan dalam *hose cradle* atau kabinet.



Gambar 5.1 : *Landing Valve* dan Kabinet *Fire Hose*

ii. *Breeching Inlet*

Breeching Inlet disediakan supaya anggota Bomba boleh mengepam air ke dalam tangki simpanan air sistem pancur basah. Injap ini daripada jenis 4-hala (*four-way breeching inlet*) dengan paip bersaiz 6 in (150 mm) diameter.



Gambar 5.2 : *Breeching Inlet Wet Riser*

Breeching inlet dipasang dengan jarak tidak melebihi 18 meter daripada jalan *fire appliance access road* serta tidak melebihi 30 meter daripada pili bomba yang berdekatan. Injap ini kebiasaannya dilindungi dalam kabinet yang dilabel injap pancur basah.

Laluan air juga perlu disediakan di bahagian bawah kawasan injap. Ini bagi mengalirkan lebih air dalam paip ke longkang berdekatan setelah sistem ini selesai digunakan.

iii. Sistem Pam

Sistem pam pancur basah terdiri daripada Pam *Duty*, *Standby* dan *Jockey*. Pam *Duty* dan *Standby* direkabentuk dengan kadar alir (*flowrate*) 1,500 liter/min dengan tekanan (*running pressure*) tidak kurang daripada 4 bar dan tidak melebihi 7 bar apabila tiga *landing valve* dijalankan serentak. Tekanan maksima pada setiap *landing valve* ialah 5 bar.

Pam *standby* dilengkapi dengan generator atau enjin diesel. Bagi enjin diesel, bekalan minyak diesel hendaklah mencukupi untuk beroperasi tempoh minima selama sekurang-kurangnya dua jam. Pendawaian elektrik hendaklah dalam konduit *galvanised steel* atau menggunakan *fire-rated cable*. Bateri bagi enjin diesel daripada jenis *maintenance-free*.



Gambar 5.3 : Sistem Pam Pancur Basah

iv. Panel Kawalan Pam

Sistem pam pancur basah berfungsi secara automatik apabila tekanan air dalam sistem menurun. Kebiasaannya operasi sistem seperti berikut:

- a. menghidupkan pam *jockey* pada kapasiti 90% daripada tekanan sistem.
- b. Memulakan pam *duty* pada kapasiti 80% daripada tekanan sistem.
- c. memulakan pam *standby* pada kapasiti 60% daripada tekanan sistem.

Set pam enjin diesel (*standby*) perlu beroperasi secara automatik dan diberhentikan secara manual.

Bagi pam *standby* yang mendapat bekalan *essential power* daripada *genset* bangunan kebiasaannya diberhentikan melalui pelarasan *pressure switch*.

v. Tangki Air

Tangki air hendaklah disaizkan pada kapasiti efektif minimum 45,000 liter dengan kadar isian semula pada 455 liter/min. Untuk bangunan tinggi yang melebihi 70.15 meter, tangki air sistem pancur basah (*2nd-stage*) perlu disediakan dengan kapasiti tidak kurang daripada 11,375 liter dengan *automatic make-up flow* pada 1,365 liter/min.

Tangki terdiri daripada jenis *pressed steel* atau konkrit dan perlu dicat merah sepenuhnya. Tangki boleh diletakkan di aras bawah atau aras bawah tanah (*basement*). Tangki pancur basah kebiasaannya diasingkan daripada tangki simpanan air yang lain.

Walau bagaimanapun, ianya boleh digabungkan dengan tangki air sistem gelung hos, dengan syarat kapasiti tangki adalah jumlah keperluan kedua-dua sistem. Paras minima air (*tap off level*) bagi sistem gelung hos hendaklah berada di atas paras minima air bagi sistem pancur basah, agar baki simpanan sistem pancur basah sentiasa dikekalkan.

vi. Perpaipan

Paip *riser* kebiasaannya terletak dalam *fire protected lobbies* supaya semua ruang yang dilindungi berada di dalam lingkungan 45 meter daripada *landing valve*. Sekiranya terdapat keperluan lebih daripada satu paip *riser* dalam satu bangunan, jarak antara paip *riser* hendaklah tidak melebihi 60 meter. Jarak antara *landing valve* yang terendah dan tertinggi bagi satu paip *riser* hendaklah tidak melebihi 71 meter.

Paip perlu bersaiz 150 mm daripada jenis *galvanised steel class C*. Sekiranya *relief pipe* diperlukan, saiz minima adalah 100 mm diameter daripada jenis *galvanised steel class B* yang bertujuan untuk mengembalikan semula air ke tangki.

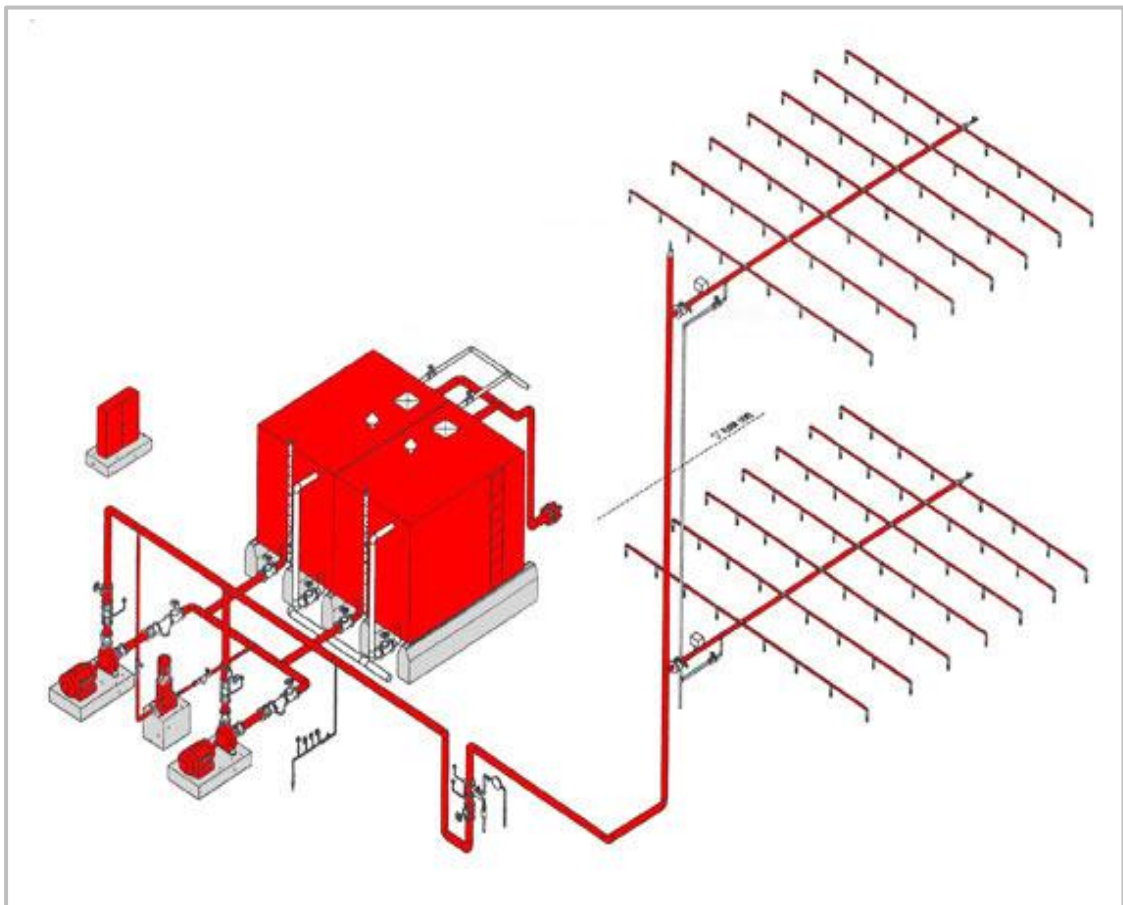
Automatic air release valve hendaklah dipasang pada bahagian paip yang tertinggi bagi melepaskan udara yang terperangkap dalam sistem secara automatik. Keseluruhan paip perlu dicat dengan warna merah.

6.0 SISTEM SEMBURAN AIR AUTOMATIK (AUTOMATIC SPRINKLER SYSTEM)

6.1 Pengenalan

Merupakan sistem yang dirancang supaya berkemampuan mengesan, mengawal dan memadam kebakaran serta memberi amaran kebakaran kepada penghuni bangunan. Pemasangan sistem ini terdiri daripada set pam iaitu *jockey*, *duty* dan *stand-by*, tangki air, set injap kawalan utama, *sprinkler head*, *flow switches*, *pressure switches*, paip aliran dan injap.

Apabila berlaku kebakaran, sistem ini beroperasi secara automatik di mana *sprinkler head* yang terdiri daripada bebuli kaca yang mengandungi larutan cecair *glycerin*, akan mengembang pada kepanasan suhu 68°C (bergantung kepada jenis cecair) dan memecahkan bebuli kaca seterusnya menghasilkan semburan air untuk memadam kebakaran.



Rajah 6.1 : Lukisan Skematik Sistem Semburan Air Automatik

6.2 Akta dan Piawaian

Keperluan pemasangan Sistem Semburan Air Automatik dinyatakan dalam Jadual ke-10 *Uniform Building By-Laws* 1984 dan diperincikan bawah klausa 226 dan 228. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. MS 1910:2006 : *Fixed Fire Fighting Systems - Automatic Sprinkler Systems - Design, Installation and Maintenance*
- ii. NFPA 13 : *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*
- iii. MS ISO 6182 : *Part 2 - Requirements and Test Methods For Wet Alarm Valves, Retard Chambers And Water*
- iv. MS ISO 6182 : *Part 3- Requirements and Test Methods For Dry Pipe Valves*

Piawaian yang dipilih hendaklah digunapakai secara menyeluruh, melainkan ada aspek yang tiada dalam piawaian yang dipilih dan arahan-arahan lain yang dikeluarkan oleh Ketua Pengarah Bomba dan Penyelamat Malaysia.

6.3 Asas Rekabentuk

Sistem sprinkler dipasang di setiap aras keseluruhan bangunan, kecuali bilik-bilik yang sensitif air. Untuk merekabentuk sistem *sprinkler*, perkara berikut perlu di pastikan terlebih dahulu kerana ia akan memberi kesan terhadap jenis serta lokasi *sprinkler point* yang akan direkabentuk:

- i. Penggunaan ruang - ini akan menentukan samada *sprinkler point* sesuai atau tidak untuk diletakkan di kawasan tersebut.
- ii. Ruang siling - bagi ketinggian ruang siling yang melebihi 800 mm, sistem *sprinkler* perlu disediakan di dalam siling.
- iii. Tangga - pemilihan *sprinkler point* jenis *pendant/upright* adalah bersesuaian dengan kawasan tangga. Walau bagaimanapun bagi kawasan tangga yang tertutup tanpa sebarang pengudaraan, sistem *sprinkler* tidak perlu disediakan.

Rekabentuk meliputi:

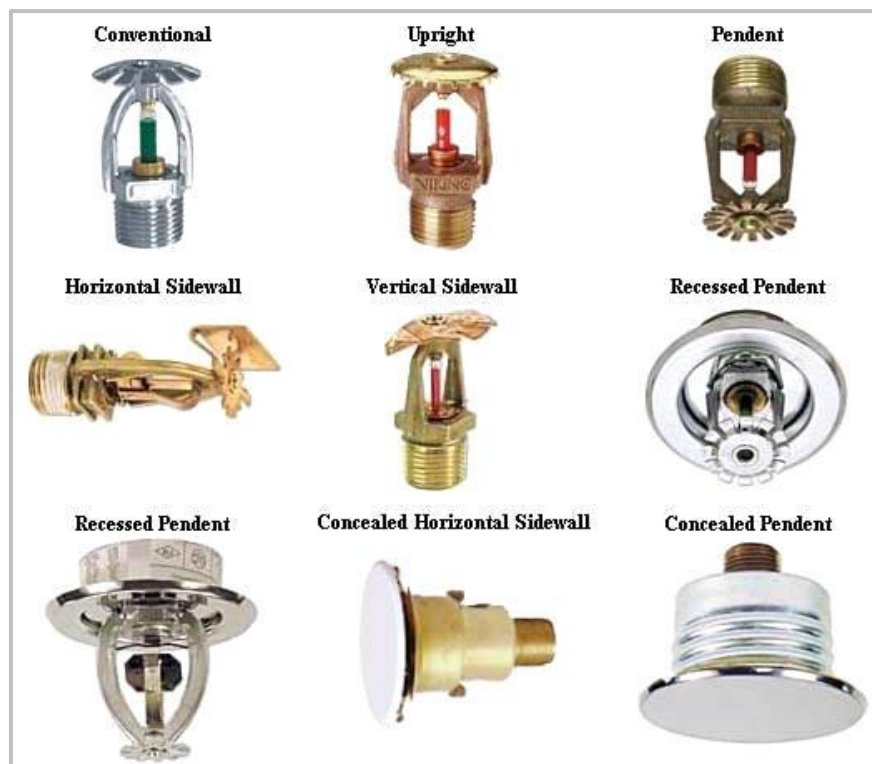
- i. Penetapan jarak dan perkiraan *sprinkler point*.
- ii. Pengiraan bagi rekabentuk dan saiz paip.
- iii. Pengiraan bagi rekabentuk dan saiz tangki dan pam.

Penentuan tahap bahaya sesebuah bangunan dibahagikan kepada tiga kategori seperti di bawah:

- i. *Light hazard* (LH)
Bangunan kebakaran berisiko rendah seperti sekolah, pangsapuri, asrama dan hospital.
- ii. *Ordinary Hazard* (OH)
Bangunan kebakaran berisiko sederhana seperti pejabat, *bakery*, pawagam, kilang, parkir dan studio.
- iii. *High Hazard* (HH)
Bangunan kebakaran berisiko tinggi seperti kilang industri berat, loji penapis minyak dan gas, depot selenggara.

Sprinkler head berfungsi menyemburkan air dan dipasangkan kepada sistem perpaipan. Fungsi-fungsi sistem *sprinkler* adalah seperti berikut:

- i. Mengesan api.
- ii. Membunyikan loceng isyarat/penggera.
- iii. Bertindak secara automatik memadamkan kebakaran sebelum api membesar.
- iv. Mencegah api daripada merebak



Gambar 6.1: Jenis-jenis *Sprinkler Head*

Komponen-komponen utama yang terlibat untuk direkabentuk adalah seperti berikut:

i. Pam Sprinkler

Set pam (*duty, standby dan jockey*) dipilih berdasarkan kepada jenis klasifikasi bahaya yang telah ditentukan daripada MS 1910:2006. Keperluan tekanan nominal (H - bar) dan kadar alir (Q - liter/min) pam bergantung kepada perbezaan ketinggian di antara kedudukan *sprinkler head* paling bawah dengan kedudukan *sprinkler head* paling tinggi seperti mana yang dinyatakan di bawah:

a. *Light Hazard*

- 15 meter : 300 liter/min pada 1.5 bar
- 30 meter : 340 liter/min pada 1.8 bar
- 45 meter : 375 liter/min pada 2.3 bar

b. *Ordinary Hazard Group I*

- 15 meter : 900 liter/min pada 1.2 bar
- 30 meter : 1,150 liter/min pada 1.9 bar
- 45 meter : 1,360 liter/min pada 2.7 bar

c. *Ordinary Hazard Group II*

- 15 meter : 1,750 liter/min pada 1.4 bar
- 30 meter : 2,050 liter/min pada 2.0 bar
- 45 meter : 2,350 liter/min pada 2.6 bar

d. *Ordinary Hazard Group III*

- 15 meter : 2,250 liter/min pada 1.4 bar
- 30 meter : 2,700 liter/min pada 2.0 bar
- 45 meter : 3,100 liter/min pada 2.5 bar

e. *Ordinary Hazard Group IV*

- 15 meter : 2,650 liter/min pada 1.9 bar
- 30 meter : 3,050 liter/min pada 2.4 bar



Gambar 6.2: Set Pam Sprinkler

Kadar alir untuk pam *jockey* ialah sebanyak 10% daripada kadar alir pam *duty*. Manakala tekanan adalah tidak kurang 1.25% daripada tekanan yang direkabentuk di injap kawalan atau tidak kurang daripada 1.25% daripada tekanan statik yang terhasil daripada perbezaan ketinggian di antara injap kawalan dengan kedudukan paling tinggi *sprinkler* head.

ii. Tangki *Sprinkler*

Keperluan minima isipadu air untuk tangki simpanan *sprinkler* berdasarkan kepada jenis klasifikasi bahaya dan perbezaan ketinggian di antara kedudukan *sprinkler* head paling bawah dengan kedudukan *sprinkler* head paling tinggi dan tidak melebihi kriteria seperti di bawah:

a. *Light Hazard*

- 15 meter : 9 cu. meter
- 30 meter : 10 cu. meter
- 45 meter : 11 cu. meter

b. *Ordinary Hazard Group I*

- 15 meter : 55 cu. meter
- 30 meter : 70 cu. meter
- 45 meter : 80 cu. meter

c. *Ordinary Hazard Group II*

- 15 meter : 105 cu. meter
- 30 meter : 125 cu. meter
- 45 meter : 140 cu. Meter

d. *Ordinary Hazard Group III*

- 15 meter : 135 cu. meter
- 30 meter : 160 cu. meter
- 45 meter : 185 cu. meter

e. *Ordinary Hazard Group IV*

- 15 meter : 160 cu. meter
- 30 meter : 185 cu. Meter

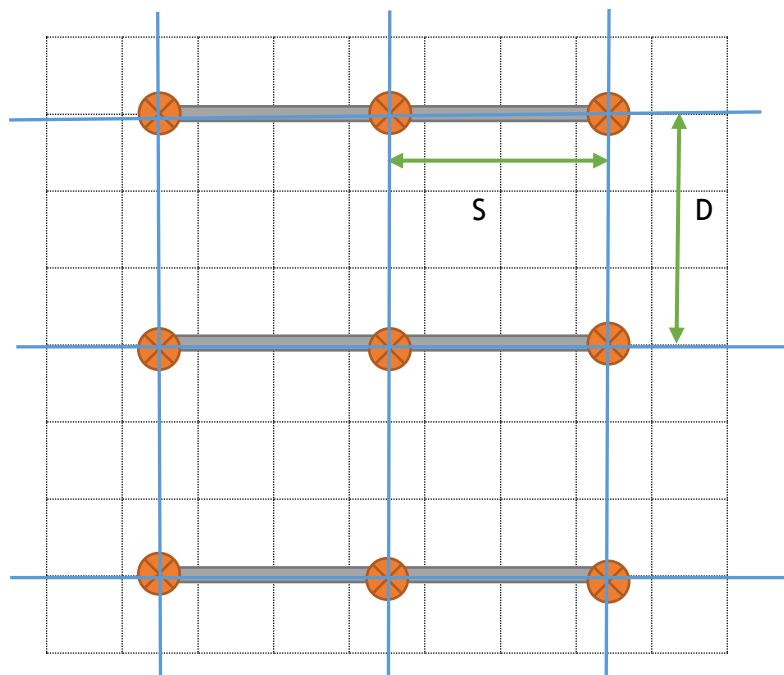
Orientasi dan konfigurasi tangki *sprinkler* di dalam atau luar *plant room* perlu diselaraskan dengan kedudukan pam dan juga *plinth* tangki. Kebiasaannya tangki yang digunakan adalah daripada jenis *Hot Dip Galvanized Pressed Steel*.

iii. Penetapan Pelan Taburan *Sprinkler Head*

Taburan *sprinkler head* di dalam sesebuah bangunan boleh dilaksanakan mengikut zon. Bilangan *sprinkler head* bagi setiap zon ditentukan oleh kelas risiko bangunan tersebut.

Pelan liputan maksima untuk ruang bagi *sprinkler head* adalah seperti rajah di bawah:

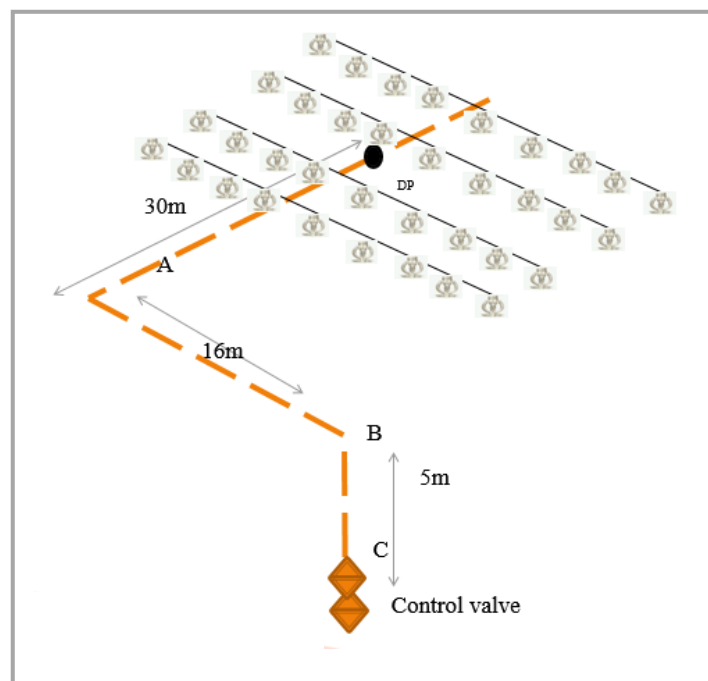
- S - jarak antara *sprinklers* sepanjang paip
- D - jarak di antara *range* paip



Rajah 6.1 : Penentuan Jarak Dan Kawasan Litupan Bagi *Sprinkler Point*

Kelas Risiko	Ruang maksima per <i>sprinkler</i> (m ²)	Jarak maksimum (m)		
		<i>Standard Layout</i> S and D	<i>Staggered Layout</i> S	<i>Staggered Layout</i> D
Light	21.0	4.6	4.6	4.6
Ordinary	12.0	4.0	4.6	4.0
High	9.0	3.7	3.7	3.7

Jadual 6.1 : Contoh Jadual Penetapan Jarak Dan Litupan Bagi *Sprinkler Point*



Rajah 6.2 : Contoh Jarak Dan Kawasan Litupan Bagi *Sprinkler Point*

iv. *Control Valve*

Pemasangan *control valve* hendaklah berdasarkan MS ISO 6182: *Part 2* atau MS ISO 6182: *Part 3*.

Set *control valves* mengandungi *main stop valves*, *alarm valves*, *drain line with stop valves*, *water flow gauges* dan *pressure gauges*. Bilangan *sprinkler* yang boleh dipasang daripada satu set *control valve* ialah:

- a. *Light Hazard* : 500 *sprinklers*
- b. *Ordinary Hazard* : 1,000 *sprinklers*
- c. *High Hazard* : 1,000 *sprinklers*

v. *Perpaipan*

Pemilihan saiz paip berdasarkan kepada kaedah *pre-calculated* (OH) dan pengiraan hidraulik dengan merujuk kepada MS 1910:2006.

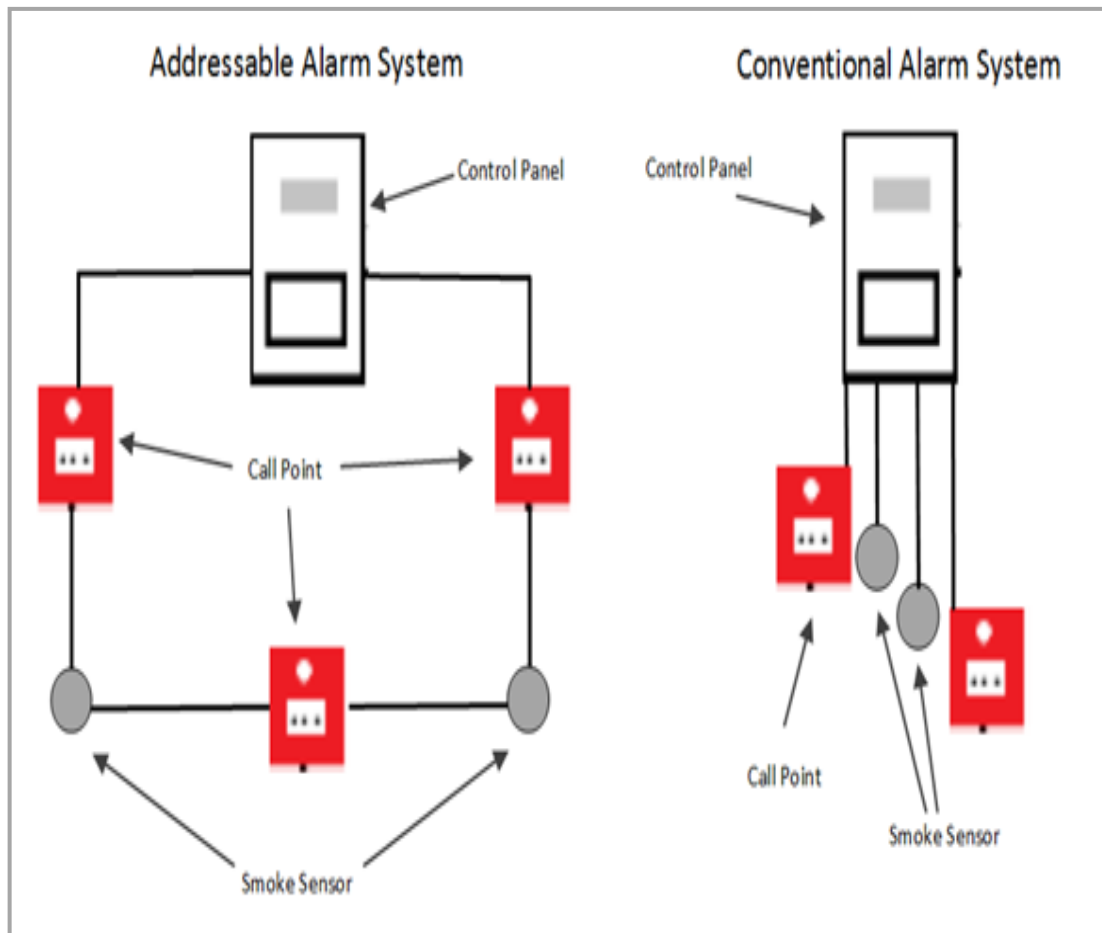
Untuk bangunan tinggi, kehilangan tekanan (*pressure loss*) pada keseluruhan sistem paip termasuk *risers* dan *droppers* hendaklah tidak melebihi 0.5 bar pada kadar alir 1,000 liter/min.

Sistem paip adalah daripada jenis *galvanized iron class C* termasuk sistem paip bawah tanah. Sistem paip tidak boleh ditanam di dalam lantai atau *ceiling concrete slabs*. Keseluruhan paip perlu dicat dengan warna merah.

7.0 SISTEM PENGGERA KEBAKARAN AUTOMATIK (AUTOMATIC FIRE ALARM SYSTEM)

7.1 Pengenalan

Sistem penggera kebakaran ini direkabentuk untuk memberi isyarat apabila berlakunya kebakaran dan sebagai amaran awal kebakaran kepada penghuni bangunan. Setiap bangunan terdedah kepada pelbagai risiko kebakaran, oleh itu perekabentuk bertanggungjawab memastikan sistem yang direkabentuk berupaya melindungi nyawa dan harta benda dengan berkesan.

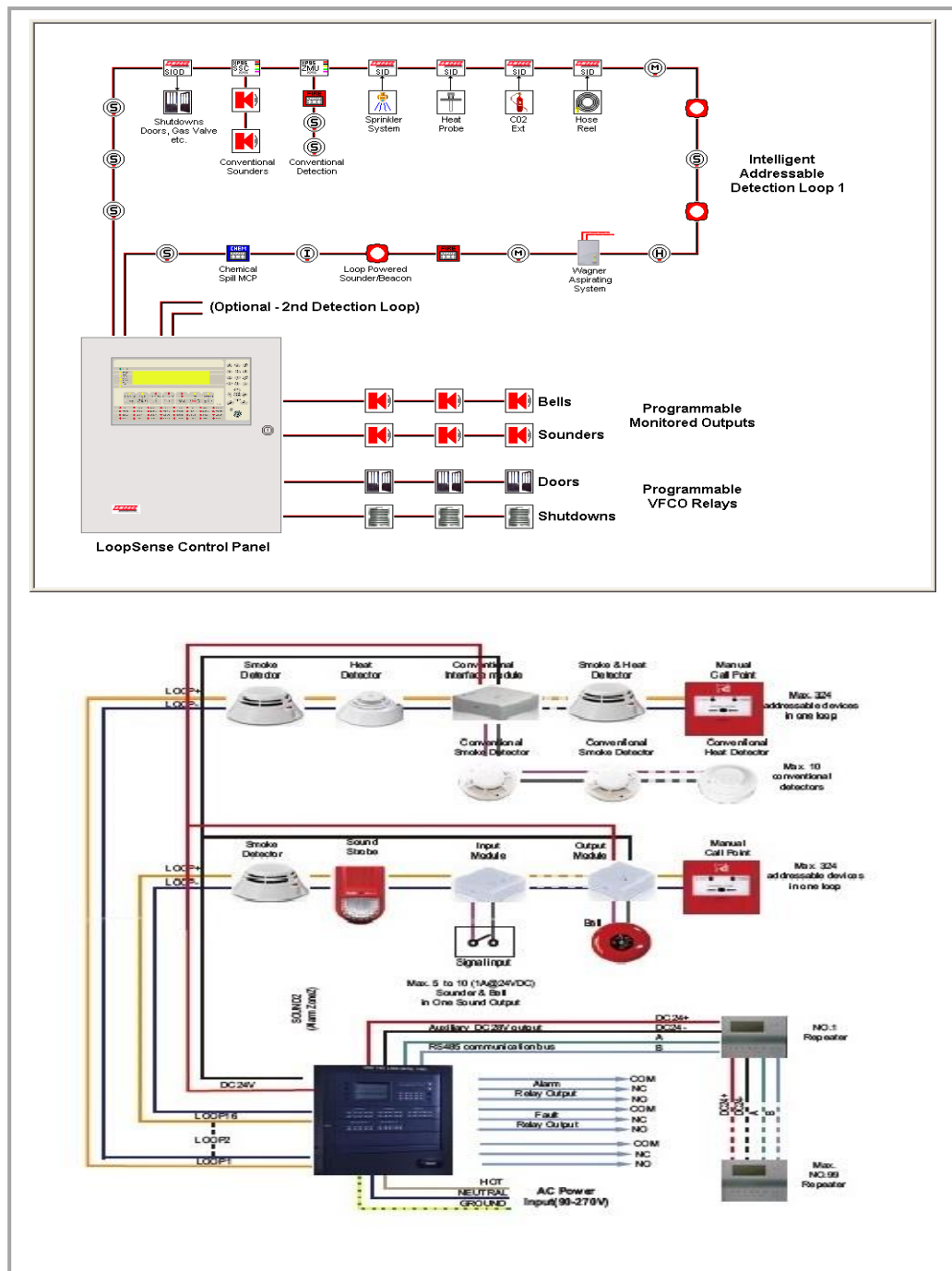


Rajah 7.1 : Sistem Penggera Kebakaran Automatik

Sistem ini terdiri daripada dua jenis sistem iaitu:

- i. Sistem *Addressable*

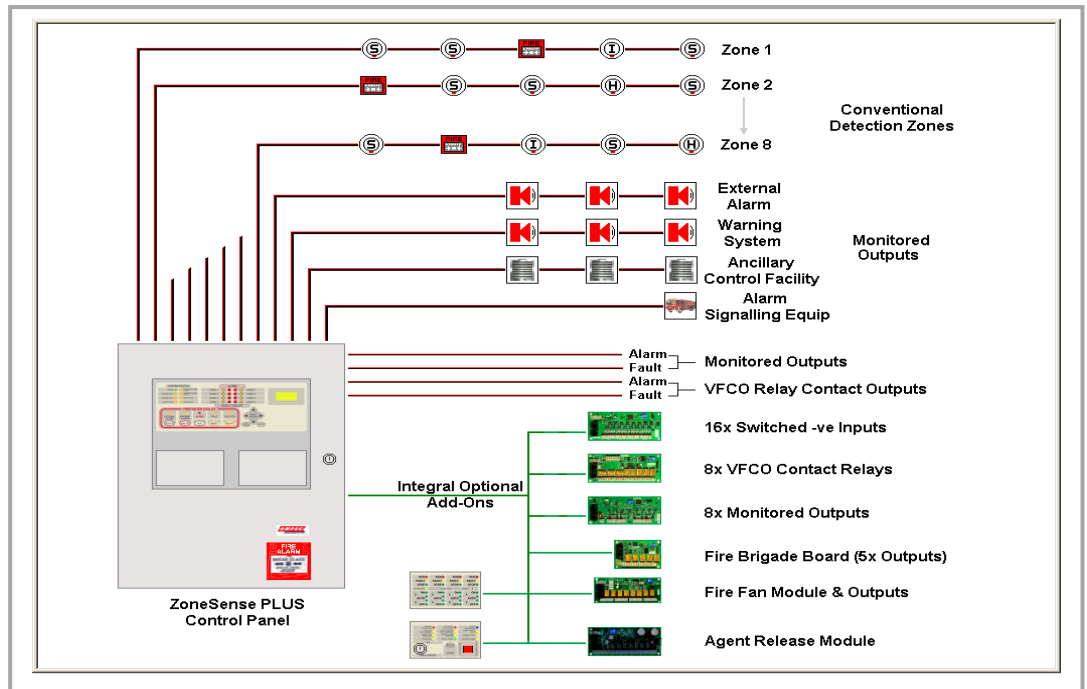
Sistem *Addressable* adalah sistem amaran awal untuk bangunan berskala besar seperti kompleks pejabat kerajaan, hospital, universiti, institusi pengajian dan lain-lain. Sistem ini boleh mengesan lokasi kebakaran dengan tepat dan cepat melalui alat pengesan yang telah diprogramkan lokasinya serta boleh di akses melalui paparan komputer.



Rajah 7.2 : Sistem Addressable

ii. Sistem Konvensional

Sistem penggera kebakaran konvensional adalah sistem amaran awal untuk bangunan berskala kecil seperti sekolah, bangunan pejabat 4 tingkat ke bawah, klinik kesihatan dan lain-lain. Sistem ini hanya mampu memberi amaran kebakaran tetapi tidak berupaya untuk menunjukkan lokasi sebenar.



Rajah 7.3 : Sistem Konvensional

Perbandingan antara Sistem *Addressable* dan Konvensional adalah seperti jadual berikut:

KRITERIA	KONVENSIONAL	ADDRESSABLE
Pendawaian	Setiap wayar pada <i>devices</i> disambung secara individual	Hanya satu wayar (<i>single loop</i>) disambung kesemua <i>devices</i>
Kos peralatan	Rendah	Tinggi
Pemasangan	Tidak memerlukan kepakaran yang tinggi	Memerlukan kepakaran yang tinggi kerana melibatkan <i>programming</i> dan perisian
Penyenggaraan	Semua <i>devices</i> perlu diperiksa secara manual	Sistem berkomputer melaporkan kerosakan setiap <i>device</i> secara individu
Kefungsian Penggera	Penggera aktif (bunyi) tidak menunjukkan lokasi <i>devices</i> aktif	Menunjukkan lokasi <i>devices</i> yang aktif dengan tepat
Kebolehupayaan	Kerosakan wayar di antara <i>devices</i> dan panel kawalan akan menyebabkan <i>devices</i> tidak berfungsi	Kerosakan wayar dalam litar, panel kawalan masih boleh menerima isyarat dari <i>devices</i>

7.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan Sistem penggera kebakaran dinyatakan dalam Jadual ke-10 *Uniform Building By-Laws* 1984 dan diperincikan bawah klausa 133, 225 (1), 237, 238, 239, 240, 241 (g), 245 dan 246. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. M.S 1176 : Part 5 - *Heat Sensitive Detectors - Point Detectors Containing A Static Element System*
- ii. M.S 1176 : Part 7 - *Specification For Power-Type Smoke Detector Using Scattered Light, Transmitted Light Or Ionization*
- iii. M.S 1176 : Part 8 - *Specification For High Temperature Heat Detectors*
- iv. MS 1471 - Part 3 - *Fire Detection And Alarm System*
- v. MS 1745 - Part 1 - *Introduction Fire Detection And Fire Alarm System*
- vi. MS 1745 - Part 2 - *Control And Indication Equipment*
- vii. MS 1745 - Part 3 - *Audible Fire Alarm Devices*
- viii. MS 1745 - Part 4 - *Power Supply Equipment*
- ix. MS 1745 - Part 11 - *Manual Call Point*

7.3 Asas Rekabentuk

Sistem ini mengesan kebakaran di peringkat awal supaya tindakan susulan dapat diambil. Biasanya alat pengesan ini di letakkan di bahagian atas tempat yang akan dilindungi. Kebakaran akan menghasilkan haba, asap dan api. Oleh itu, alat pengesan kebakaran ini direka khas bagi mengesan dan memberi amaran kecemasan kepada penghuni bangunan.

- i. Komponen utama sistem terdiri daripada:
 - a. Panel kawalan utama (*Main Fire Alarm Panel*)
Bertujuan memberi isyarat apabila berlaku kebakaran dan memaparkan lokasi kebakaran.



Gambar 7.1 : Panel Kawalan Utama

b. Pengesan (*Detectors*)

- Pengesan Asap (*Smoke Detector*) berfungsi untuk mengesan asap apabila kebakaran berlaku dengan liputan kawasan 100 m².



Gambar 7.2 : Pengesan Asap (*Smoke Detector*)

- Pengesan Haba (*Heat Detector*) berfungsi untuk mengesan haba akibat bahang daripada api kebakaran dengan liputan kawasan 50 m².



Gambar 7.3 : Pengesan Haba (*Heat Detector*)

c. Pecah Kaca (*Break Glass*)

Alat ini beroperasi secara manual, di mana dalam keadaan kecemasan, kaca perlu dipecahkan untuk membunyikan loceng amaran.



Gambar 7.4 : Pecah Kaca (*Break Glass*)

d. Loceng Amaran (*Alarm Bell*)

Loceng ini biasanya diletakkan di bahagian atas alat pecah kaca dan ia akan berbunyi jika berlaku kebakaran apabila alat pecah kaca di aktifkan.



Gambar 7.5 : Loceng Amaran (*Alarm Bell*)

e. *Sounder*

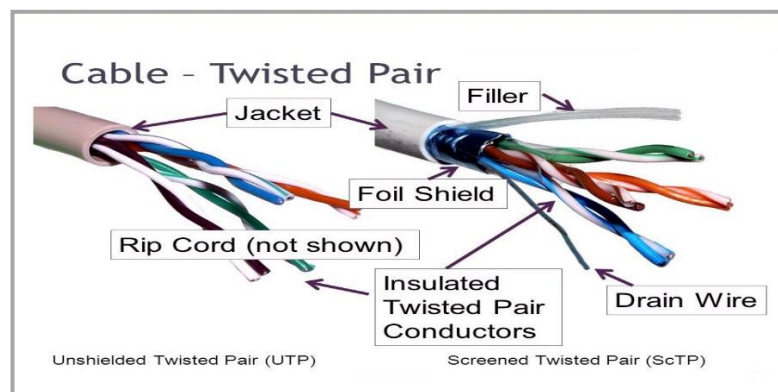
Alat ini merupakan pilihan bagi menggantikan loceng amaran. Ia mengeluarkan bunyi yang kuat sebagai amaran berlakunya kebakaran. Kebiasaannya alat ini dilengkapi bersama dengan *flashing light*.



Gambar 7.6 : *Sounder*

ii. Pendawaian

Pendawaian sistem ini menggunakan *twisted pair screen cable* dengan saiz yang bersesuaian dengan keperluan rekabentuk.



Gambar 7.7 : *Twisted Pair Screen Cable*

8.0 FIRE SUPPRESSION SYSTEM

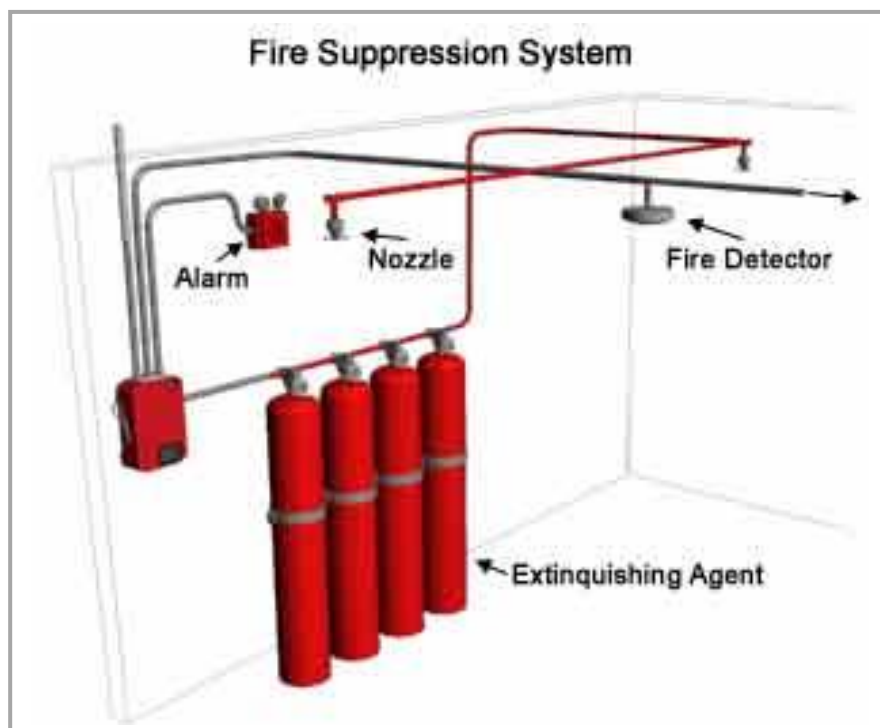
8.1 Pengenalan

Fire suppression system berfungsi untuk memadamkan kebakaran menggunakan gas sebagai agen pemadaman. Sistem ini terdiri daripada tabung simpanan gas, injap pelepas, panel kawalan, sistem pengesanan kebakaran, paip penghantaran dan muncung semburan (*dispersion nozzles*).

Sistem ini dipasang di ruang seperti bilik server, bilik elektrik, bilik-bilik peralatan elektronik dan lain-lain bilik yang tidak sesuai dilindungi oleh sistem pencegah kebakaran yang berasaskan air.

Terdapat pelbagai jenis *fire suppression system* yang terdapat di pasaran seperti:

- i. *Argon Gas Suppression System or Argon Clean Agent System*
- ii. *FM 200 Clean Agent System*
- iii. *Novec 1230 Clean Agent System or Novec Fire Protection*
- iv. *FE-13 Clean Agent Systems*
- v. *1MY227 Clean Agent Fire Suppression System*
- vi. *IG55 Inert Gas Fire Suppression System*



Gambar 8.1 : Lukisan Tipikal Skematik *Fire Suppression System*

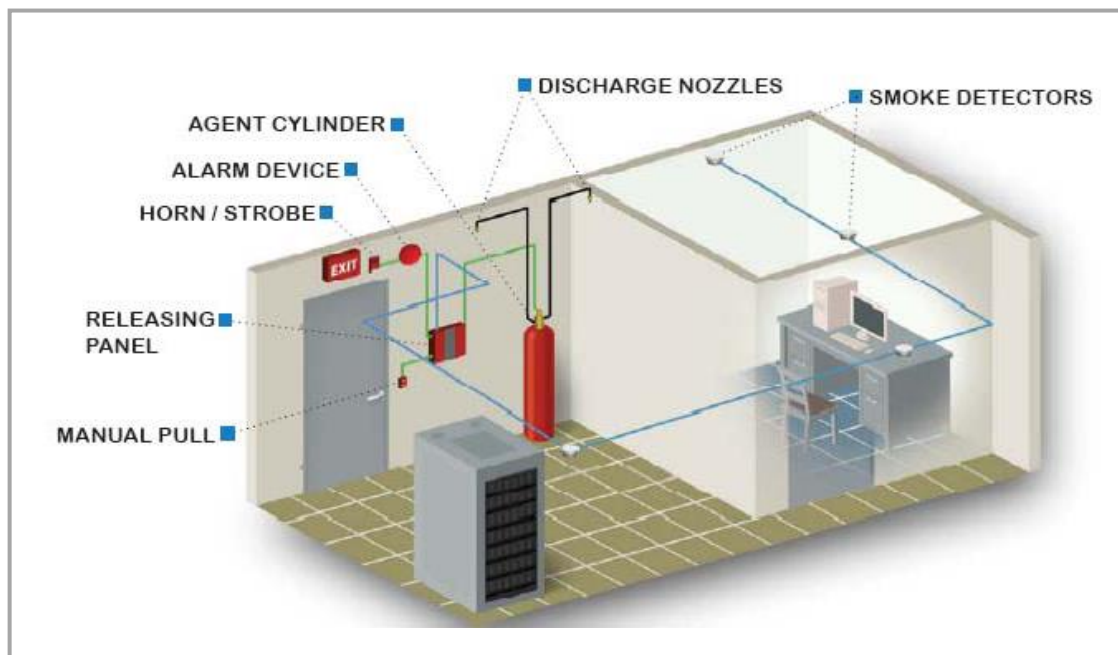
8.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan *Fire Suppression System* dinyatakan dalam Uniform Building By-Laws 1984 (UBBL) dan diperincikan bawah klausa 235. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

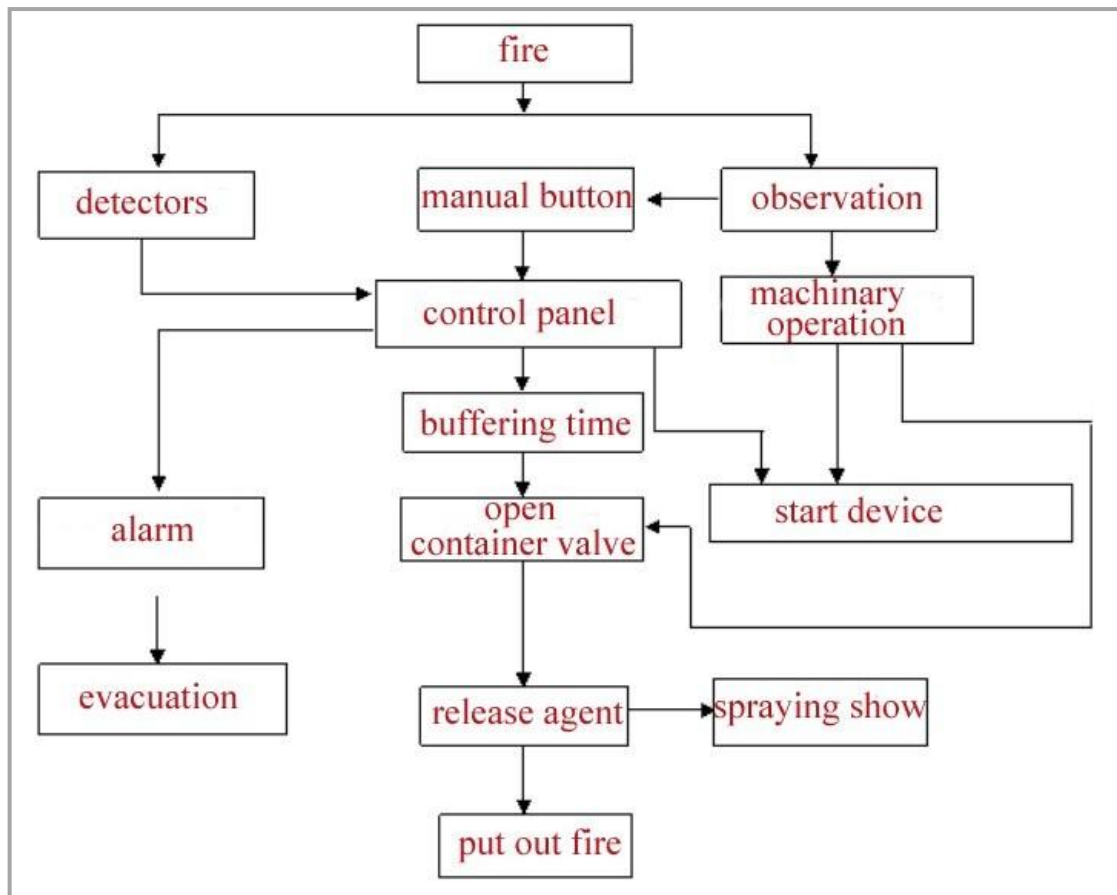
- i. NFPA 2001 : *Standard On Clean Agent Fire Extinguishing System*

8.3 Asas Rekabentuk

Fire Suppression System berfungsi apabila alat pengesan mengesan kebakaran dan menghantar isyarat ke panel kawalan. Injap pelepas akan melepaskan gas daripada tabung simpanan gas melalui *nozzle*. Sistem ini berperanan mengurangkan oksigen dalam bilik dengan cepat untuk memadamkan kebakaran. Bagaimanapun, gas ini tidak merosakkan peralatan-peralatan elektronik dan tidak memberi kesan kepada penghuni.



Rajah 8.1 : Contoh *Layout* Pemasangan *Fire Suppression System*

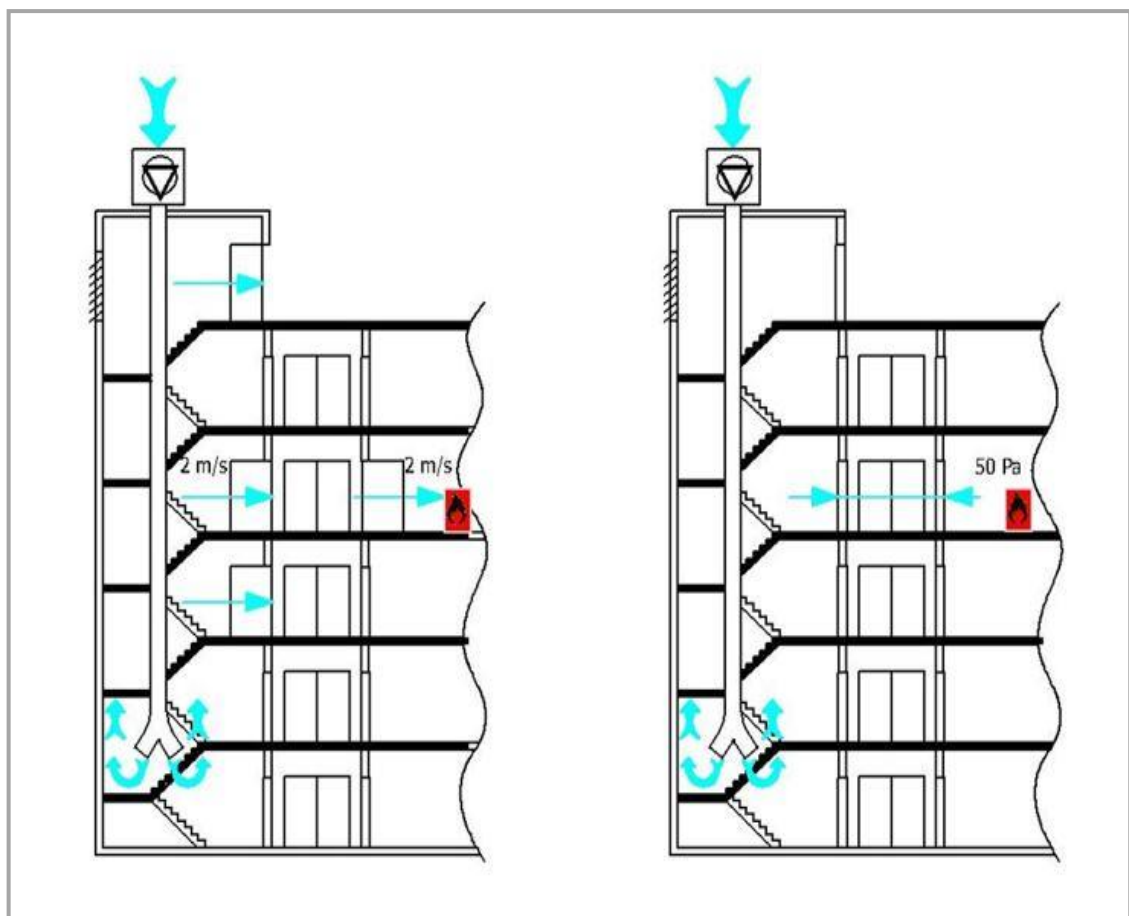


Rajah 8.2 : Carta Alir Prinsip Kerja *Fire Suppression System*

9.0 PRESSURISATION SYSTEM

9.1 Pengenalan

Sistem *Pressurisation* disediakan di dalam bangunan bertujuan untuk melindungi laluan atau ruang kecemasan kebakaran daripada dimasuki asap yang disebabkan oleh kebakaran. Sistem ini menggunakan kipas pengudaraan elektrik yang membekalkan udara luar bagi mewujudkan tekanan positif ke dalam laluan atau ruang kecemasan seperti ruang tangga, lobi dan koridor. Ini untuk menghalang asap kebakaran memasuki laluan atau ruang kecemasan dan selamat digunakan semasa kebakaran berlaku.



Gambar 9.1 : Contoh Gambarajah Tipikal Skematik Sistem *Pressurisation*

9.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan *Pressurisation system* dinyatakan dalam *Uniform Building By-Laws* 1984 dan diperincikan bawah klausa 196, 197,200 dan 201. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. MS 1472 : *Code of Practices For Fire Precautions in The Design of Buildings - Smoke Control in The Protected Escape Route Using Pressurisation*
- ii. AS1668 : *The Use of Air Ventilation and Air Conditioning in The Building*

9.3 Asas Rekabentuk

Sistem *Pressurisation* direkabentuk menggunakan kipas pengudaraan elektrik yang membekalkan udara secara berterusan ke laluan dan ruang-ruang kecemasan dengan tekanan udara 50 Pascal lebih tinggi berbanding paras tekanan udara di ruang kebakaran. Kipas pengudaraan elektrik beroperasi secara automatik apabila menerima isyarat kebakaran (*fire mode*). Sistem ini perlu disambungkan dengan *essential power*.

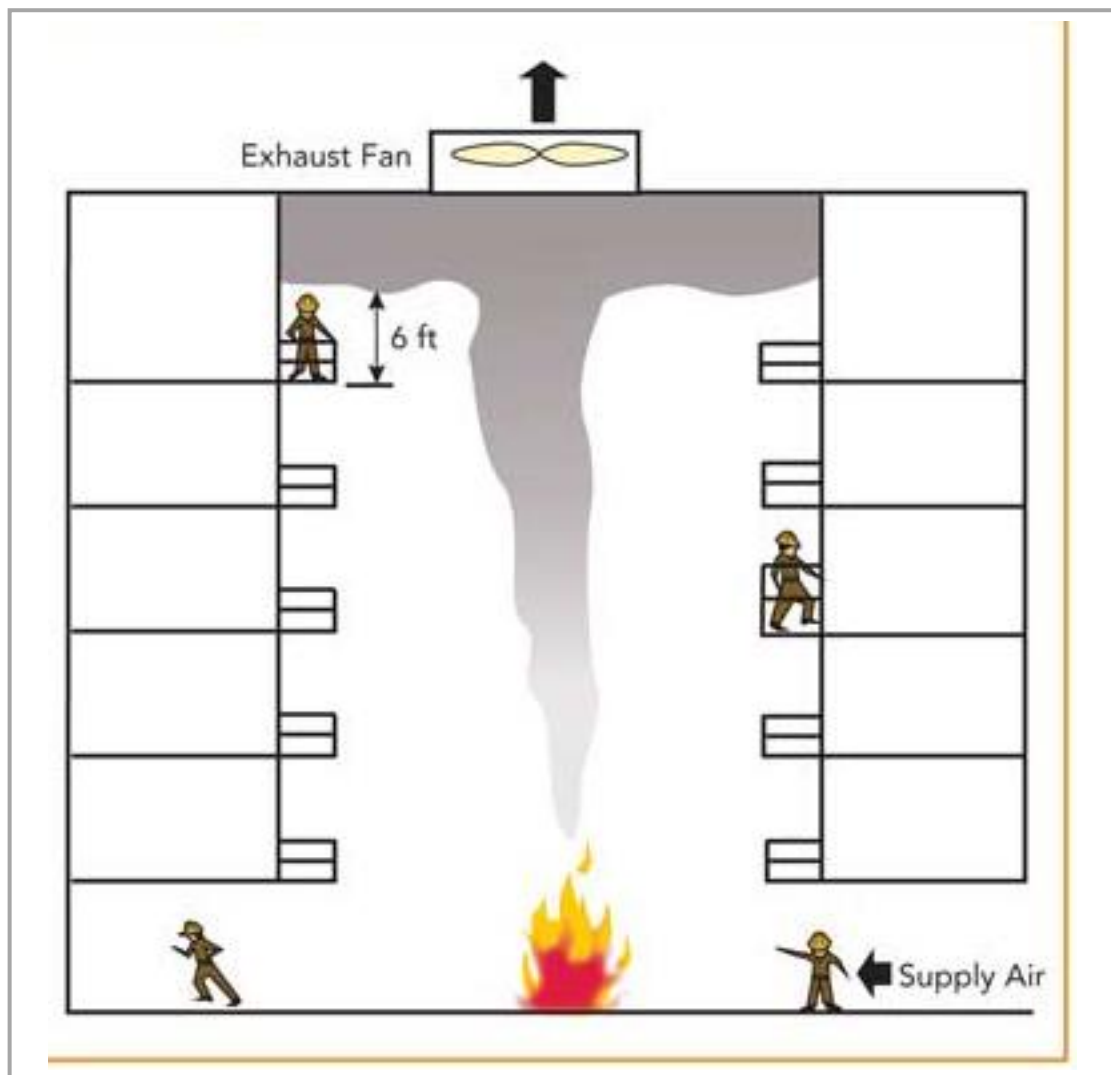
Kadar alir minima kelajuan udara perlu di rekabentuk sekitar 1.0 m/s bergantung kepada bilangan pintu ke ruang lobi dan pintu ke ruang tangga. Sesalur udara di dalam sistem ini hendaklah jenis *fire rated duct*.

10.0 SMOKE SPILL SYSTEM

10.1 Pengenalan

Sistem *Smoke Spill* merupakan sistem kawalan asap dalam bangunan yang menggunakan kipas pengudaraan elektrik bagi mengepam keluar asap kebakaran. Pada masa yang sama membekal udara luar untuk melindungi keselamatan penghuni semasa pengosongan bangunan ketika berlaku kebakaran.

Sistem ini digunakan apabila penghuni tidak dapat mengosongkan bangunan dalam waktu singkat disebabkan oleh keluasan bangunan, ketinggian bangunan, tingkat bawah tanah bangunan, bangunan tanpa tingkap atau bangunan bertingkat yang tidak dapat dibuka/tutup.



Gambar 10.1 : Contoh Gambarajah Tipikal Skematik Sistem *Smoke Spill*

10.2 Akta & Piawaian

Keperluan pemasangan *Smoke Spill System* dinyatakan dalam *Uniform Building By-Laws* 1984 dan diperincikan bawah klausa 249, 250, 251 dan 257. Piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- i. MS 1780 : *Smoke Control System Using Natural (Displacement) or Powered (Extraction) Ventilation*

10.3 Asas Rekabentuk

Sistem ini kebiasaannya dipasang di bangunan-bangunan besar, tinggi dan bangunan yang mempunyai aras bawah tanah seperti auditorium, parkir, dewan perhimpunan dan lain-lain.

Sistem ini di rekabentuk menggunakan kipas pengudaraan elektrik untuk mengepam keluar asap kebakaran daripada bangunan. Pada masa yang sama kipas pengudaraan elektrik yang lain akan membekalkan udara daripada luar untuk menipiskan ketebalan asap (*dilution*). Di samping itu, sistem ini mewujudkan ruang mudah bernafas dan jelas penglihatan semasa proses pengosongan bangunan ketika kebakaran.

Kipas pengudaraan elektrik beroperasi secara automatik apabila menerima isyarat kebakaran (*fire mode*). Sistem ini perlu disambungkan dengan *essential power*. Kipas hendaklah beroperasi selama dua jam dengan ketahanan suhu pada 250°C.

Semasa sistem ini beroperasi, semua sistem penyaman udara dan sistem pengudaraan lain di dalam bangunan akan terhenti secara automatik. Kabel bekalan kuasa elektrik dan sesalur udara dari jenis *fire rated*. Sistem pendawaian disediakan secara individu bagi memastikan sistem beroperasi secara berterusan semasa kebakaran.

RUJUKAN

1. *Guide To Fire Protection In Malaysia, International Law Book Services,*
Dato' Hamzah B. Abu Bakar (2011)
2. *Uniform Building By-Laws 1984 (UBBL)*
3. *Malaysian Standard (MS)*
4. *National Fire Protection Association 2001 (NFPA 2001)*
5. *American Standard 1668 (AS1668)*

SIDANG EDITOR

Penaung

Ir. Gopal Narian Kutty *JMW, AMN*

Penasihat

Ir. Razdwan bin Kasim

Ir. Mamat Rohizan bin Abdullah

Ketua Editor

Ir. Zulkifli bin Abdul Rashad

Editor

Mohd Saifudin bin Abd Razak

Sharifah Dzain Binti Yusof

Afdhal bin Yusof

Wan Hisyam bin Wan Mansor

Mohd Azhar bin Abd Razak

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan kepada semua pihak yang terlibat sama ada secara langsung atau tidak langsung dalam menyumbangkan buah fikiran dan tenaga dalam menjayakan penerbitan dokumen ini yang terdiri daripada:

- | | | |
|-----|---|---|
| 1. | Ir. Gopal Narian Kutty <small>JMW,AMN</small> | Pengarah Kanan
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 2. | Ir. Razdwan bin Kasim | Pengarah Khidmat Pakar
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 3. | Ir. Mamat Rohizan bin Abdullah | Pengarah Rekabentuk
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 4. | Ir. Mohamad Zaini bin Bakar | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 5. | Ir. Yatim Selamat bin Latib | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 6. | Ir. Hj. Hasbullah bin Osman | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 7. | En. Che Hasim bin Awang | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 8. | Ir. Mohammad Nazri bin Sulaiman | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 9. | En. Mohd Izzat Zumairi | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 10. | Ir. Mohd Azmi bin Hashim | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 11. | Ir. Nor Haziman bin Noh | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 12. | En. Mohd Maarif bin Abdul Malik | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 13. | En. Mohd Faiz Fikri bin Yussoff | Cawangan Kejuruteraan Mekanikal |
| 14. | En. Mohd Norddin bin Ismail | Cawangan Kerja Bangunan Am |



CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL 2018