

JKR 20500-0064-19

**GARIS PANDUAN REKABENTUK
SISTEM SEMBURAN AIR
AUTOMATIK JENIS WET PIPE
(SPRINKLER)**

EDISI 2018



SPRINKLER

**CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
IBU PEJABAT JKR MALAYSIA**



Terbitan:

**CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
JABATAN KERJA RAYA MALAYSIA**

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan cara yang bertujuan mendapatkan keuntungan sebelum memperoleh izin bertulis daripada Jabatan Kerja Raya Malaysia.

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
Ibu Pejabat JKR Malaysia
Tingkat 24-28, Blok G,
Jalan Sultan Salahuddin
50480 Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur

No. Telefon: 03 – 2618 9501 (Talian Umum)

No. Faks: 03 – 2618 9510

PENDAHULUAN

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

Garis Panduan ini diterbitkan bertujuan memberi panduan rekabentuk terperinci kepada semua kakitangan mekanikal JKR amnya dan khususnya kepada pegawai baru Cawangan Kejuruteraan Mekanikal (CKM) terhadap sistem pencegah kebakaran jenis semburan air automatik jenis *wet pipe (sprinkler)*. Ia juga bertujuan menjadi sumber rujukan kepada para perekabentuk memahami sistem *sprinkler* sebagai persediaan merekabentuk sistem yang cekap dan optimum serta memenuhi keperluan, akta dan peraturan semasa yang berkuatkuasa.

Dokumen ini dihasilkan daripada perkongsian pengetahuan dan pengalaman Ahli-Ahli Jawatankuasa yang terdiri daripada kakitangan Cawangan Kejuruteraan Mekanikal Ibu Pejabat dan negeri yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam merekabentuk, penyeliaan, pemasangan dan pengujian sistem *sprinkler*.

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

Terima kasih.

Ir. RAZDWAN BIN KASIM

Pengarah Kanan

Cawangan Kejuruteraan Mekanikal

Ibu Pejabat JKR Malaysia

November 2018

GLOSARI

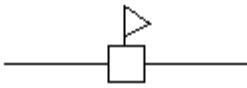
- Alarm Valve* : *Alarm valve* mengaktifkan amaran bunyi apabila sistem *sprinkler* diaktifkan, Seterusnya membenarkan aliran air keluar dari *sprinkler head*.
- Alarm Test Valve* : Injap pengujian sistem *sprinkler* pada keadaan tidak aktif.
- Flow Switch* : Alat untuk mengesan aliran air melalui bahagian paip yang berlainan dalam sistem *sprinkler*.
- Hanger* : Alat yang digunakan bagi mengikat/mengantungkan paip aliran pada struktur bangunan
- Pressure Gauge* : Alat mengukur tekanan dalam sistem paip.
- Pressure Switch* : Alat pengesan perubahan tekanan didalam paip dan seterusnya menghantar isyarat kepada set pam.
- Stop Valve* : Injap mengawal sumber air masuk diberhentikan apabila sistem *sprinkler* tidak diaktifkan.
- Safety valve* : Alat pelepas tekanan yang berlebihan.
- Test Pipe* : Bahagian paip untuk dijalankan pengujian.

NOMENKLATUR

C&S	<i>Civil And Structure</i>
CV	<i>Control Valve</i>
FRP	<i>Fibre Reinforced Plastic</i>
G.I.	<i>Galvanized Iron</i>
HH	<i>High Hazard</i>
HODT	<i>Head of Design Team</i>
HOPT	<i>Head of Project Team</i>
IFEM	<i>The Institution of Fire Engineers Malaysia</i>
JBPM	Jabatan Bomba Dan Penyelamat Malaysia
JKR	Jabatan Kerja Raya
LH	<i>Low Hazard</i>
MS	Malaysian Standard
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
OH	<i>Ordinary Hazard</i>
PBT	Pihak Berkuasa Tempatan
RDI	<i>Room Data Interaction</i>
SOA	<i>Schedule of accommodation</i>
SPKA	Sistem Pengawasan Kebakaran Automatik
UBBL	<i>Uniform Building By-Law</i>

PETUNJUK

Simbol



Flow Switch



Subsidiary Valve



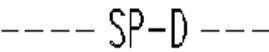
Gate Valve/ Stop Valve



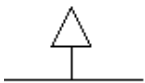
Orifice Plate



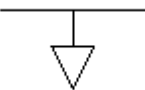
Sprinkler pipe



Sprinkler Drain Pipe



Sprinkler Head (Upright)



Sprinkler Head (Pendant)



Automatic Air Vent

ISI KANDUNGAN

PERKARA

MUKASURAT

Pendahuluan	i
Glosari	ii
Nomenklatur.....	iii
Petunjuk.....	iv
1. LATARBELAKANG	1
1.1 Objektif.....	1
1.2 Skop.....	1
1.3 Pengenalan Sistem <i>Sprinkler</i>	2
1.4 Bagaimanakah sistem spinkler berfungsi?	4
1.5 Komponen Sistem <i>Sprinkler</i>	5
1.5.1 Bekalan Air	5
1.5.2 Tangki Simpanan Air	6
1.5.3 Pam <i>Sprinkler</i>	7
1.5.4 <i>Sprinkler Head</i>	9
1.5.5 Injap-Injap (<i>Valves</i>).....	11
1.5.6 <i>Breeching Inlet</i>	13
1.5.7 <i>Flow Switch</i>	14
1.5.8 Sistem Paip.....	15
2. AKTA, PIAWAIAN & RUJUKAN.....	15
3. KEPERLUAN AWALAN	16
3.1 Brif Projek	17
3.2 Rekabentuk Awalan Arkitek	18
3.3 Perbincangan Awalan Bersama Bomba	18
3.4 Koordinasi Antara Disiplin	18

3.4.1	Arkitek.....	19
3.4.2	Awam & Struktur.....	19
3.4.3	Elektrik.....	20
3.4.4	Ukur Bahan.....	20
3.5	Kategori/Klasifikasi Bahaya (<i>Hazard Class</i>).....	21
4.	REKABENTUK SISTEM.....	23
4.1	Rekabentuk Tangki.....	24
4.2	Rekabentuk Pam.....	27
4.3	Rekabentuk Sistem <i>Sprinkler</i>	30
4.3.1	Penetapan Jarak dan Perkiraan <i>Sprinkler Point</i>	30
4.3.2	Jarak Maksimum Dan Minimum Litupan <i>Sprinkler Head (Coverage)</i>	31
4.4	Pengiraan Bagi Rekabentuk Dan Saiz Paip.....	35
4.4.1	<i>Design Point</i>	35
4.4.2	Kaedah Rekabentuk Sistem Paip.....	36
4.4.3	Pengiraan Saiz Paip Secara <i>Pre-Calculated</i>	40
4.4.4	Pengiraan Saiz Paip Secara <i>Hydraulically-Calculated</i>	45
5.	LUKISAN TENDER.....	56
6.	CONTOH REKABENTUK.....	56
6.1	Projek Kompleks Pekan Rabu, Alor Setar Kedah.....	56
6.1.1	Pengiraan bagi rekabentuk dan saiz tangki dan pam.....	57
6.1.2	Rekabentuk tangki.....	58
6.1.3	Rekabentuk Pam.....	59
6.1.4	Penetapan Susunan <i>Sprinkler Point, Design Point</i> dan <i>Control Valve Set</i>	61
7.	RUJUKAN.....	67
8.	LAMPIRAN.....	68
9.	PENGHARGAAN.....	83

1. LATARBELAKANG

Dokumen Garis Panduan Rekabentuk Sistem Semburan Air Automatik Jenis *Wet Pipe* (*sprinkler*) (selepas ini akan disebut sebagai “sistem *sprinkler*”) ini dibangunkan sebagai satu inisiatif Cawangan Kejuruteraan Mekanikal (CKM), Ibu Pejabat Jabatan Kerja Raya (JKR) Malaysia lanjutan daripada dokumen Panduan Asas Rekabentuk Sistem Pencegah Kebakaran yang telah diterbitkan dalam tahun 2018. Garis panduan ini lebih memperincikan lagi sistem *sprinkler* ini dari aspek pengenalan, operasi sistem dan rekabentuk secara umumnya.

Dokumen ini hanya melibatkan kepada sistem *sprinkler* jenis *Wet Pipe* sahaja dan merujuk kepada klausa-klausa yang terdapat didalam piawaian *Uniform Building by Laws* (UBBL) Versi 2015, MS1910:2017 (*Fixed Fire Fighting Systems – Automatic Sprinkler Systems – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*), *Guide to Fire Protection in Malaysia* (2006) dan lain-lain piawaian dan garis panduan berkaitan untuk tujuan keseragaman. Namun demikian, keperluan piawaian dan garis panduan yang dikeluarkan oleh pihak berkuasa tempatan setempat harus dirujuk untuk tujuan rekabentuk mengikut lokasi projek.

Piawaian dan rujukan yang disebutkan dalam dokumen ini adalah bertujuan untuk membimbing perekabentuk untuk menyediakan rekabentuk, lukisan dan spesifikasi. Ianya tertakluk kepada perubahan atau semakan dari semasa ke semasa oleh Jawatankuasa.

1.1 Objektif

Dokumen ini dihasilkan bertujuan sebagai panduan rekabentuk sistem *sprinkler* kepada kakitangan/pegawai JKR khususnya para perekabentuk agar dapat menghasilkan rekabentuk yang selamat, cekap, menepati piawaian dan peraturan semasa yang berkuatkuasa serta patuh kepada amalan kejuruteraan yang terbaik.

1.2 Skop

Skop bagi rekabentuk sistem *sprinkler* adalah merangkumi pengenalan ringkas komponen, elemen-elemen asas rekabentuk, keperluan-keperluan semasa, akta dan peraturan yang

berkuatkuasa serta disokong oleh contoh-contoh pengiraan dan lukisan bagi skop-skop rekabentuk seperti berikut:

- a) Rekabentuk tangki simpanan air,
- b) Rekabentuk sistem pam,
- c) Rekabentuk taburan *sprinkler head*,
- d) Rekabentuk injap-injap,
- e) Rekabentuk sistem paip; dan
- f) Rekabentuk peralatan/perkakasan berkaitan.

1.3 Pengenalan Sistem *Sprinkler*

Sistem *sprinkler* merupakan salah satu sistem pencegah kebakaran jenis aktif yang berfungsi untuk mengesan, mengawal, memadam kebakaran dan pada masa yang sama memberi amaran kebakaran kepada penghuni bangunan. Sistem ini menggunakan air sebagai agen pemadaman kebakaran yang merupakan salah satu agen pemadaman kebakaran yang baik.

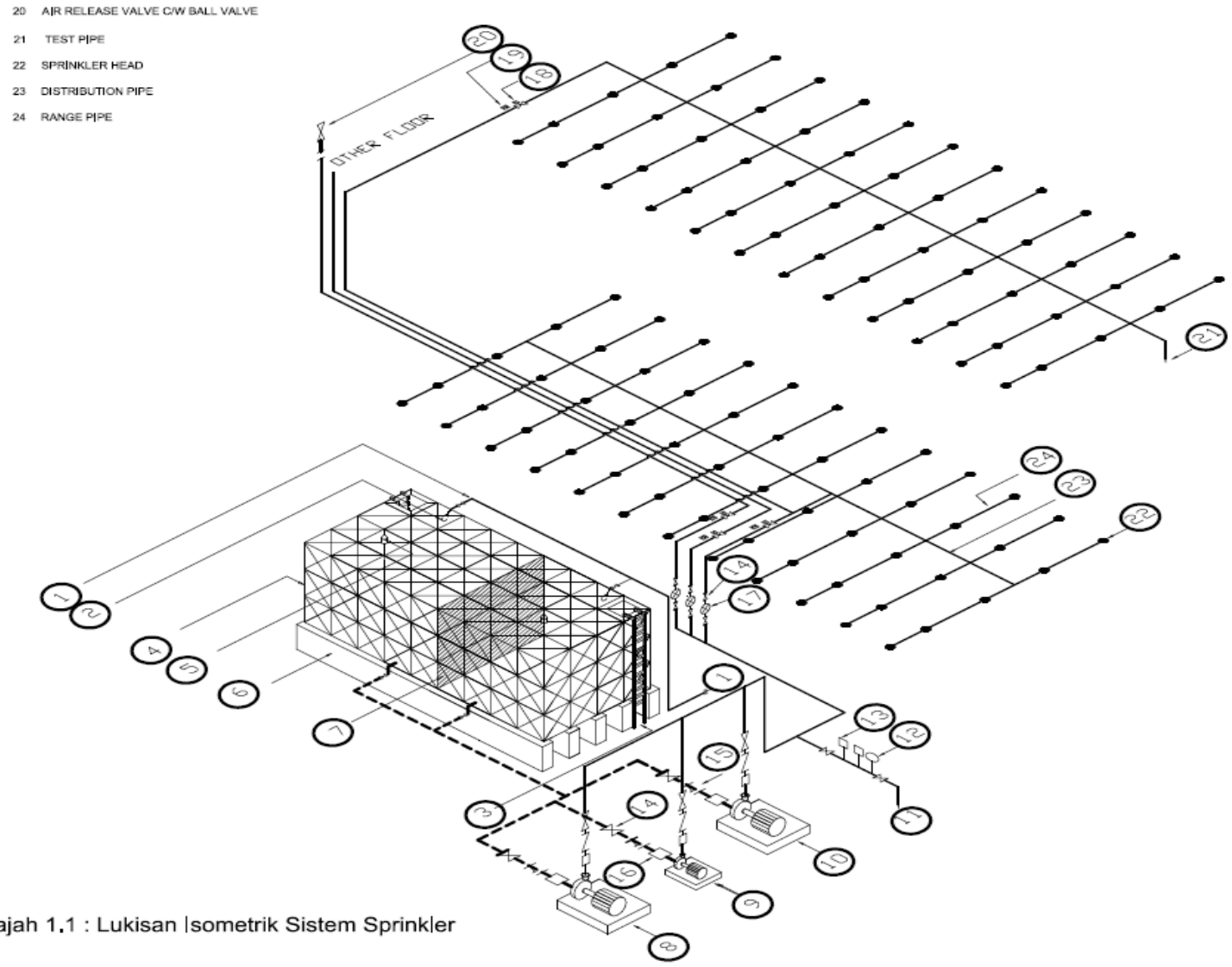
Ianya bertindak melalui semburan air secara automatik ke kawasan kebakaran bagi mengawal kadar pembebasan haba yang disebabkan oleh kebakaran untuk mengurangkan risiko kehilangan nyawa dan kerosakan harta benda. Sistem ini juga mampu bertindak untuk menyejukkan keadaan persekitaran supaya kebakaran tidak merebak.

Komponen-komponen yang terdapat dalam sistem *sprinkler* terdiri daripada :

- a) Sistem bekalan air yang dibekalkan dari paip bekalan utama,
- b) Set pam yang membekalkan tekanan dan kadar alir yang mencukupi kepada seluruh sistem paip agihan,
- c) Tangki simpanan air yang mencukupi mengikut keperluan rekabentuk sistem,
- d) Injap-injap kawalan; dan
- e) Sistem paip yang dipasang dengan *sprinkler head* serta beberapa peralatan lain yang mengawal fungsi sistem ini.

Komponen-komponen ini adalah seperti yang ditunjukkan seperti dalam Rajah 1.1.

- 1 INCOMING WATER SUPPLY (BY OTHERS)
- 2 HEAVY DUTY FLOAT VALVES
- 3 INTERNAL CAT LADDER
- 4 HOT DIP GALVANISED PRESSED STEEL SPRINKLER TANK
- 5 VENT COWL C/W MOSQUITO NETTING
- 6 CONCRETE PLINTH (BY OTHERS)
- 7 INTERNAL SEPARATING PARTITION
- 8 SPRINKLER PUMPSET (STANDBY)
- 9 JOCKEY PUMP
- 10 SPRINKLER PUMPSET (DUTY)
- 11 DRAIN PIPE
- 12 PRESSURE GAUGE
- 13 PRESSURE SWICTH
- 14 GATE VALVE
- 15 Y-STARINER
- 16 EXPENSION JOINT
- 17 SPRINKLER ALARM VALVE
- 18 BUTTERFLY VALVE
- 19 FLOW SWITCH



SCALE : NOT TO SCALE

Rajah 1.1 : Lukisan Isometrik Sistem Sprinkler

1.4 Bagaimanakah Sistem *Spinkler* Berfungsi?

Ketika keadaan tunggu sedia, *sprinkler head* berfungsi untuk menahan tekanan air yang ada didalam paip yang dikawal oleh sistem pam (pam *jockey*). Apabila berlaku kebakaran, haba dari api kebakaran akan mengembangkan larutan cecair *glycerin* dalam bebuli kaca. Larutan cecair *glycerin* dalam bebuli kaca tersebut akan terus mengembang dan pecah apabila kepanasan suhu mencecah 68°C (bergantung kepada jenis cecair). Air bertekanan akan mengalir keluar dan mengenai plat *deflector* pada *sprinkler head* untuk membentuk semburan air.

Pada ketika ini, *flow switch* akan mengesan terdapat aliran air di dalam paip agihan seterusnya menghantar isyarat kepada panel penggera untuk membunyikan loceng amaran kebakaran dan menghantar isyarat kepada pihak Bomba dengan menggunakan Sistem Pengawasan Kebakaran Automatik (SPKA). Pada masa yang sama, *pressure switch* akan mengesan kejatuhan tekanan air didalam paip dan menghantar isyarat untuk menggerakkan pam *jockey* secara automatik.

Pam *jockey* beroperasi untuk melaraskan perubahan tekanan air di dalam paip. Apabila tekanan terus berkurangan, pam *duty* akan beroperasi secara automatik dan sekiranya tekanan terus berkurangan pam *standby* akan beroperasi manakala pam *jockey* akan berhenti secara automatik.

Apabila kebakaran telah dapat dikawal sepenuhnya, aliran air di dalam paip akan dihentikan dengan menggunakan injap *butterfly* yang terdapat di zon kebakaran dan pam *duty* dan *standby* akan dihentikan secara manual.

1.5 Komponen Sistem *Sprinkler*

Sistem *sprinkler* terdiri daripada beberapa komponen utama yang diterangkan dalam topik ini seperti berikut:

- a) Bekalan air;
- b) Tangki simpanan air;
- c) Sistem pam;
- d) *Sprinkler head*;
- e) Injap-injap;
- f) *Breaching Inlet*;
- g) *Flow Switch*; dan
- h) Sistem paip.

Komponen-komponen ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1 di mukasurat 3.

1.5.1 Bekalan Air

Sistem ini direkabentuk menggunakan bekalan air yang dikhaskan bagi kegunaan sistem pencegah kebakaran sahaja dan harus memenuhi keperluan-keperluan piawaian dan pihak berkuasa tempatan dari segi aspek tekanan, kapasiti dan keadaan fizikal.

Bekalan air hendaklah dibekalkan dari sumber yang tidak putus (*inexhaustible source*) dan kualiti sumber air hendaklah bebas daripada mendapan atau unsur-insur/bahan-bahan lain yang tidak larut yang boleh menyebabkan pengumpulan dalam sistem paip.

Sistem *sprinkler* direkabentuk menggunakan bekalan air yang dikhaskan bagi kegunaan sistem semburan automatik sahaja. Lain-lain keperluan berkaitan bekalan air boleh dirujuk pada klausa 7: *Water supplies*, didalam MS1910:2017 – (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*).

1.5.2 Tangki Simpanan Air

Tangki simpanan air adalah tempat penyimpanan air yang digunakan untuk sistem *sprinkler*.

Ianya dicat dengan warna merah bagi membezakan diantara tangki sistem pencegah kebakaran dengan tangki sistem bekalan paip air dalaman dan dilengkapi dengan kelengkapan-kelengkapan piawai yang diperlukan bagi sesebuah tangki air.

Pihak Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (JBPM) membenarkan tangki jenis *pressed steel, fibre reinforced polyster* (FRP) ataupun konkrit. Namun spesifikasi JKR menyatakan penggunaan tangki hendaklah dari jenis *Pressed Steel Hot Dipped Galvanized*.

Pemilihan saiz tangki air *sprinkler* adalah bergantung kepada klasifikasi *hazard class* dan boleh dirujuk pada Lampiran 4 dan 5 untuk sistem *pre-calculated*.



GAMBAR 1.1: CONTOH TANGKI SIMPANAN AIR JENIS *PRESSED STEEL HOT DIPPED GALVANIZED*.

1.5.3 Pam Sprinkler

Terdapat tiga jenis set pam yang digunakan dalam sistem *sprinkler*, iaitu pam *jockey*, pam *duty* dan pam *standby*. Tugas utama set pam *sprinkler* ini adalah untuk mengekalkan tekanan air dalam sistem yang direkabentuk dan dikawal oleh *pressure switch*. Tekanan dan kadar alir pam ditentukan mengikut *hazard class* dan jarak ketinggian antara pemasangan *sprinkler head* dan aras *control valve* dipasang dan boleh dirujuk Lampiran 6 untuk sistem *pre-calculated*.



GAMBAR 1.2: CONTOH PEMASANGAN SET PAM SISTEM *SPRINKLER*.

Bagi sistem *sprinkler*, tiga set pam yang dijana oleh tenaga elektrik atau disel untuk *pam standby* perlu digunakan. Jenis set pam *sprinkler* ini adalah seperti nyatakan dalam Jadual 1.1 seperti di bawah. Pam *standby* yang menggunakan enjin disel hendaklah berkeupayaan untuk mengepam untuk tempoh enam (6) jam. Kapasiti tangki minyak pam disel pula hendaklah memenuhi klausa 9.9.6 dalam MS1910:2017 dimana tiga (3) jam untuk *hazard class* LH, empat (4) jam untuk *hazard class* OH dan enam (6) jam untuk *hazard class* HHP dan HHS.

JADUAL 1.1: JENIS-JENIS SET PAM SISTEM *SPRINKLER* DAN FUNGSI

Set Pam	Keterangan
Pam <i>Jockey</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Pam ini berfungsi untuk menstabilkan tekanan air di dalam sistem. b) Ianya akan mula beroperasi apabila tekanan di dalam sistem turun ke 90% dan akan dimatikan secara automatik apabila tekanan dalam sistem telah mencapai 110%. c) Pam ini dijana oleh tenaga elektrik (<i>normal power supply</i>).
Pam <i>Duty</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Pam <i>duty</i> dilaraskan supaya berfungsi ketika tekanan sistem dikesan pada kadar 60%. b) Setelah beroperasi, ianya perlu dimatikan secara manual bagi tujuan keselamatan. a) Pam ini dijana oleh tenaga elektrik (<i>normal power supply</i>).
Pam <i>Standby</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Pam <i>standby</i> dilaraskan supaya berfungsi ketika tekanan sistem dikesan jatuh pada kadar 60%. b) Setelah beroperasi, ianya perlu dimatikan secara manual bagi tujuan keselamatan. c) Pam <i>standby</i> ini dijana oleh sistem janakuasa tunggu-sedia (<i>essential power supply</i>) atau enjin disel.

Sumber : *Guide To Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.). (2006). IFEM

1.5.4 *Sprinkler Head*

Pemilihan *sprinkler head* ditentukan kepada had operasi (*temperature rating*) dan juga kaedah pemasangan. Pemilihan juga dilakukan berdasarkan suhu minima 30°C di atas suhu persekitaran di kawasan yang dilindungi. Bagi kegunaan ruang biasa, *sprinkler head* yang digunakan adalah daripada jenis yang mempunyai suhu operasi 68°C.

Di dalam *sprinkler head* terdapat bebuli kaca yang mengandungi cecair yang akan mengalami *thermal expansion* apabila suhu sekitarnya meningkat. Terdapat beberapa warna bebuli yang membezakan suhu operasi yang berbeza mengikut rekabentuk sistem seperti warna merah, oren dan sebagainya seperti dalam Jadual 1.2 di bawah.




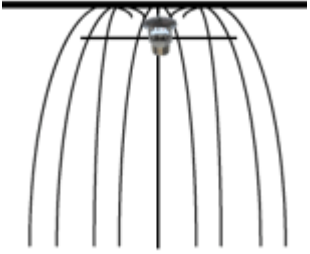
**JADUAL 1.2: KOD WARNA DAN HAD SUHU OPERASI
(TEMPERATURE RATING) SPRINKLER HEAD**


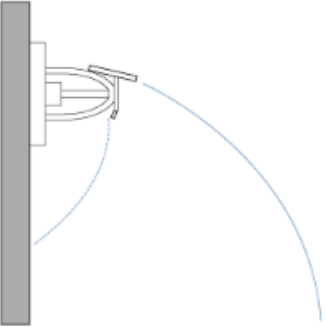
<i>Bulb</i>	<i>Temperature rating (°C)</i>
<i>Orange</i>	57
<i>Red</i>	68
<i>Yellow</i>	79
<i>Green</i>	93
<i>Blue</i>	141
<i>Mauve</i>	182
<i>Black</i>	204/260

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 39)

Terdapat tiga (3) bentuk *sprinkler head* didalam pasaran yang biasa digunakan mengikut kepada kesesuaian ruang seperti di Jadual 1.3.

JADUAL 1.3: JENIS PEMASANGAN *SPRINKLER HEAD*

Bil.	Jenis	Gambar	Keterangan	Bentuk Semburan
1.	<i>Pendant</i>	 <p>a) <i>Conventional Pendant</i></p> <p>b) <i>Concealed Pendant</i></p>	<p>Jenis ini digunakan bagi pemasangan pada siling dengan bebuli kaca menghala ke bawah.</p>	
2.	<i>Upright</i>		<p>Seperti jenis <i>pendant</i> yang diterbalikkan. Dipasang pada siling menghala ke arah dalam siling. Boleh juga digunakan bagi ruang yang tidak mempunyai siling.</p>	

Bil.	Jenis	Gambar	Keterangan	Bentuk Semburan
3.	<i>Sidewall</i>	 <p>a) <i>Horizontal sidewall</i></p> <p>b) <i>Vertical sidewall</i></p> <p>c) <i>Concealed horizontal sidewall</i></p>	Dipasang di tepi bilik atau ruang lompong (<i>void</i>).	

1.5.5 Injap-Injap (*Valves*)

Sistem *sprinkler* perlu mempunyai beberapa jenis injap yang berfungsi untuk mengawal operasi sistem. Antaranya ialah *installation control valve* yang terdiri daripada *stop valve*, *test valve*, *drain valve*, *alarm valve* dan *flushing valve*.



**GAMBAR 1.3: CONTOH PEMASANGAN
INSTALLATION CONTROL VALVE**

Alarm valve bertujuan bagi membunyikan *alarm gong* apabila terdapat pengaliran air di dalam paip disebabkan kejatuhan tekanan. *Installation control valve* ini perlu dipasang mengikut bilangan *sprinkler head* dimana setiap satu *installation control valve* hanya boleh menampung bilangan *sprinkler head* seperti Jadual 1.4 di bawah :

JADUAL 1.4 : BILANGAN PEMASANGAN *SPRINKLER HEAD* BAGI SETIAP *INSTALLATION CONTROL VALVE* MENGIKUT *HAZARD CLASS*.

Hazard Class	Bilangan <i>Sprinkler Head</i>
Light Hazard (LH)	500
Ordinary Hazard (OH)	1,000
High Hazard (HH)	1,000

Sumber : *Guide To Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.). (2006). IFEM

Namun bagi *life safety system*, adalah dibenarkan untuk memasang 200 bilangan *sprinkler head* untuk setiap set *installation control valve* bagi setiap zon. Bilangan zon pula adalah tiada had dan mengikut keperluan rekabentuk. Penerangan *life safety system* boleh dirujuk dalam MS1910:2017 (*Annex F*).

Bagi tempat letak kenderaan pula, jumlah bilangan *sprinkler head* hendaklah tidak melebihi 1,000 unit bagi setiap pemasangan *installation control valve*.

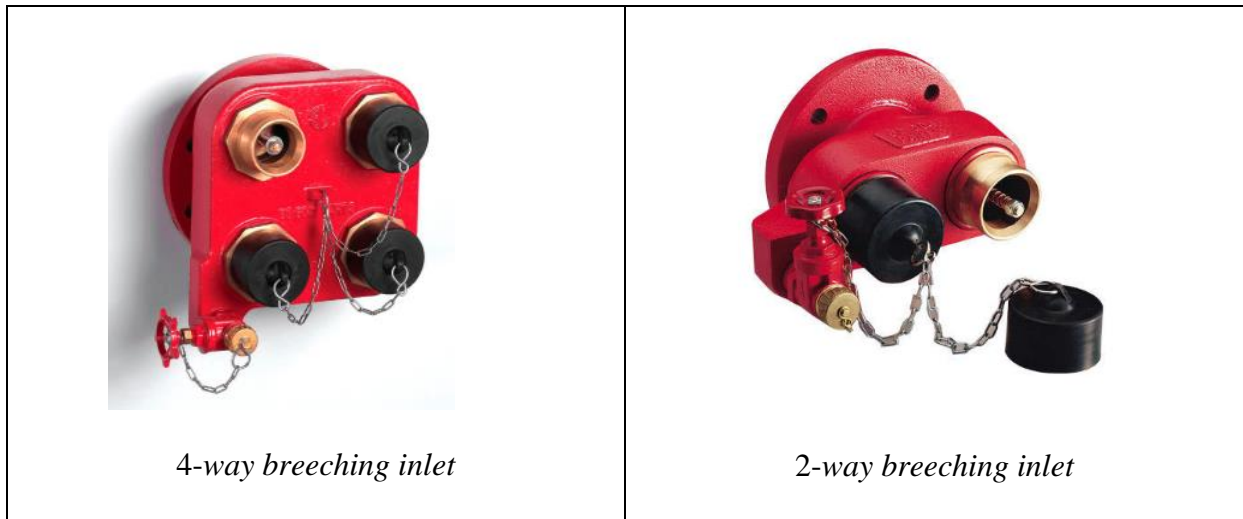
Antara contoh jenis injap yang digunakan pada sistem *sprinkler* disenaraikan seperti dalam Jadual 1.5 di bawah.

JADUAL 1.5: JENIS-JENIS INJAP DAN KEGUNAANNYA

Nama Injap	Kegunaan
<i>Stop Valve</i>	Digunakan untuk mengasingkan bekalan air, ia juga boleh dipanggil injap pengasingan. Ia menghalang bekalan air dari memasuki ke dalam paip sistem <i>sprinkler</i> .
<i>Test Valve</i>	Digunakan untuk menguji kefungsi sistem <i>sprinkler</i> .
<i>Drain/Flushing Valve</i>	Digunakan untuk mengeluarkan air yang tidak diperlukan dari sistem <i>sprinkler</i> .

1.5.6 *Breeching Inlet*

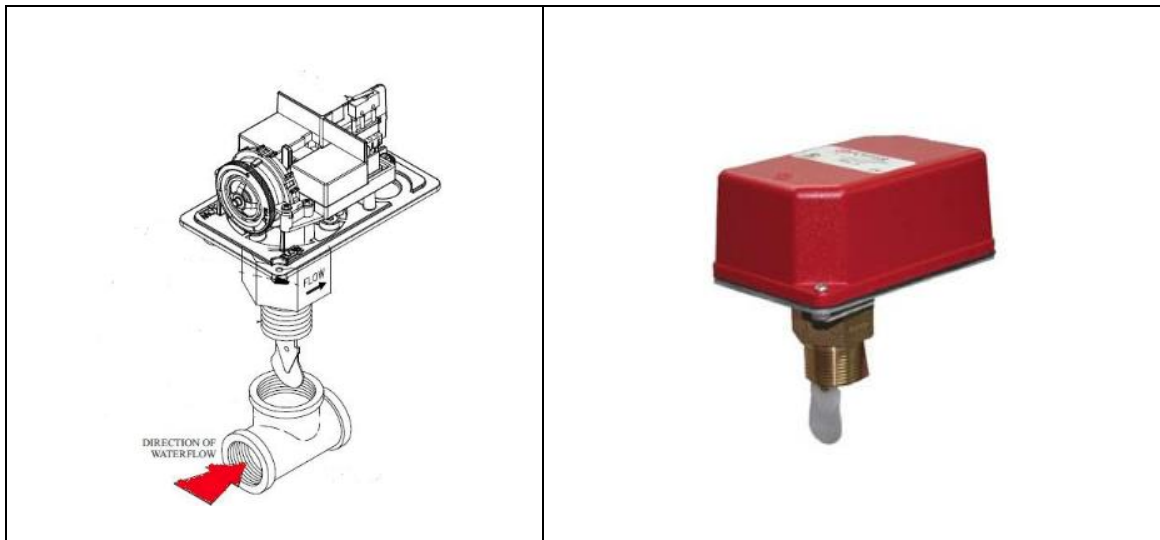
Breeching inlet atau dikenali sebagai injap masukan perlu dipasang supaya anggota bomba dapat mengepam air ke dalam tangki *sprinkler* sekiranya bekalan air terputus. Ianya biasa dipasang di bahagian luar bangunan di tempat yang mudah dilihat dan boleh diakses oleh jentera bomba. Terdapat beberapa jenis injap masukan yang biasa dipasang seperti Gambar 1.5. *4-way breeching inlet* menggunakan saiz paip berdiameter 150 milimeter manakala *2-way breeching inlet* menggunakan saiz paip berdiameter 100 milimeter. Kedudukan *Breeching Inlet* hendaklah tidak melebihi 18 meter daripada laluan akses jentera bomba dan tidak melebihi 30 meter dari pili bomba berdekatan.



GAMBAR 1.4 : JENIS-JENIS BREACHING INLET

1.5.7 *Flow Switch*

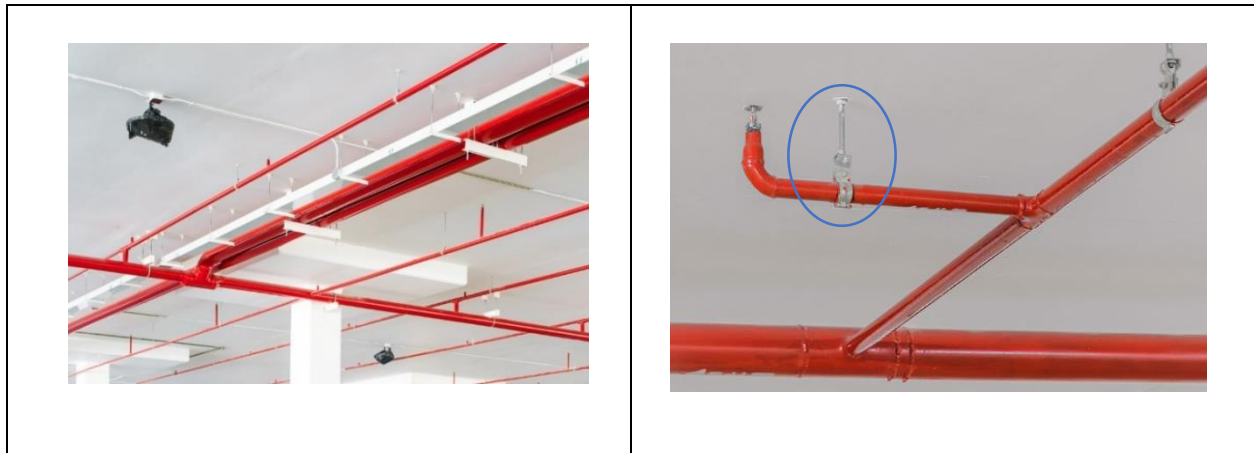
Flow switch berfungsi sebagai pengesan pengaliran air di dalam paip. Alat ini kebiasaannya dipasang pada setiap zon. Ia akan memberi isyarat amaran kepada panel kawalan kebakaran utama sekiranya ada di antara *sprinkler head* yang pecah. Ini membolehkan penghuni bangunan/anggota bomba mengetahui lokasi sebenar kebakaran.



GAMBAR 1.5 : SUIS KAWALAN ALIRAN (*FLOW SWITCH*)

1.5.8 Sistem Paip

Paip dan penyambung di dalam sistem ini hendaklah daripada jenis *galvanised iron class C* mengikut spesifikasi teknikal JKR. Saiz paip pula akan bergantung kepada pengiraan hidraulik dan saiz diameter paip yang paling kecil adalah 25 milimeter. Penyangkut (*hangers*) adalah pemasangan yang sangat penting di dalam sistem perpaipan. Ia digunakan bagi tujuan penggantung atau penahan paip *sprinkler*. Ianya perlu diikat terus kepada struktur bangunan dan tidak boleh digunakan bagi menampung lain-lain kemudahan selain daripada paip *sprinkler*.



GAMBAR 1.6: CONTOH PEMASANGAN PENYANGKUT SISTEM PAIP *SPRINKLER*

2. AKTA, PIAWAIAN & RUJUKAN

Keperluan pemasangan sistem *sprinkler* dinyatakan dalam akta, peraturan semasa yang berkuatkuasa serta piawaian-piawaian yang berkaitan.

Piawaian-piawaian yang berkaitan adalah seperti berikut:

- a) MS 1910:2017 : *Fixed Fire Fighting Systems – Automatic Sprinkler Systems – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*
(selepas ini akan disebut sebagai MS 1910:2017)
- b) UBBL 1984 : *Uniform Building By-Laws 1984*(selepas ini akan disebut sebagai UBBL 1984)

Keperluan pemasangan Sistem Semburan Air Automatik dinyatakan dalam Jadual ke-10 UBBL 1984 dan diperincikan bawah klausa 226 dan 228. Senarai ini boleh dirujuk pada Lampiran 1 setelah hanya mengambilkira kepada keperluan sistem *sprinkler* sahaja.

Garis panduan dan rujukan berkaitan adalah seperti berikut:

- a) *Guide to Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.) (2006) IFEM.
- b) *Mechanical System Design and Installation Guidelines for Architects and Engineers (Revised Edition 2018)* JKR.
- c) Spesifikasi Teknikal JKR

Walaupun keseluruhan pemilihan peralatan *sprinkler* dibuat berdasarkan jadual-jadual yang telah terkandung di dalam MS 1910:2017, semakan semula terhadap semua kriteria peralatan ini dilakukan dengan merujuk kepada buku *Guide to Fire Protection In Malaysia* memandangkan buku ini megariskan undang-undang dan peraturan terkini yang perlu dipatuhi dalam merekabentuk sistem pencegah kebakaran di Malaysia.

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

3. KEPERLUAN AWALAN

Kajian keperluan awalan perlu dilakukan sebelum proses merekabentuk sistem *sprinkler* bermula kerana akan memberi kesan terhadap kualiti projek yang melibatkan koordinasi diantara disiplin disepanjang kitar hayat projek. Perekabentuk dari Cawangan Kejuruteraan Mekanikal yang dilantik sebagai *Head of Design Team* (HODT) disiplin mekanikal bagi sesuatu projek, perlu berkomunikasi dengan wakil HODT lain-lain disiplin dalam menerima dan menyalurkan maklumat. Diantara maklumat yang perlu dipastikan dan disahkan diperingkat awalan adalah seperti berikut:

- a) Brif projek;
- b) Rekabentuk awalan arkitek;

- c) Perbincangan awalan bersama bomba;
- d) Koordinasi antara disiplin, dan
- e) Penentuan *hazard class*.

3.1 Brif Projek

Brif projek yang diterima daripada pihak pelanggan akan dianalisa untuk menentukan sistem mekanikal yang terlibat. Brif projek ini, menerangkan fungsi bagi setiap ruang yang diperlukan, nama-nama bilik dan keperluan-keperluan yang dikehendaki oleh pihak pelanggan bagi setiap ruang (contohnya : bilik-bilik yang memerlukan penyaman udara beroperasi 24 jam, sistem *fume extractor*, sistem paip air dalaman, dan lain-lain).

HODT Mekanikal perlu mendapatkan maklumat, mengkaji brif projek serta rekabentuk awalan Arkitek daripada pihak *Head of Project Team* (HOPT)/pelanggan untuk penentuan keperluan sistem *sprinkler*. Maklumat-maklumat yang perlu diperolehi adalah seperti berikut:

- a) Jenis/kategori bangunan;
- b) Jenis dan fungsi bilik/ruang;
- c) Keluasan ruang lantai;
- d) Ketinggian ruang siling, dan
- e) Keperluan pihak berkuasa tempatan (PBT) (contoh : Bomba).

Disamping brif projek yang diterima, mesyuarat *room data interaction* (RDI) antara pihak JKR selaku agensi pelaksana dan pihak pelanggan juga dilaksanakan. Mesyuarat ini membincangkan keperluan pelanggan bagi disesuaikan dengan keperluan arkitek, mekanikal dan elektrik di dalam sesuatu bilik atau ruang.

Berdasarkan brif projek yang diterima serta perbincangan yang dilakukan, pihak arkitek akan menyediakan lukisan konsep serta pelan susunatur awalan untuk tindakan disiplin lain menyediakan anggaran awalan projek.

3.2 Rekabentuk Awalan Arkitek

Maklumat dan lukisan rekabentuk awalan perlu diperolehi daripada pihak HODT Arkitek untuk tujuan koordinasi dan penentuan keperluan sistem *sprinkler* seperti berikut:

- a) Maklumat Jadual Keperluan Ruang (SOA);
- b) Cadangan kemasan akhir rekabentuk;
- c) Lokasi laluan kecemasan, dan
- d) Cadangan lokasi keperluan sistem mekanikal.

Selain daripada itu, bilik/ruang yang sensitif terhadap air perlu dikenalpasti bagi memastikan sistem *sprinkler* tidak dipasang didalam bilik/ruang tersebut dan diganti dengan sistem pencegah kebakaran yang besesuaian.

3.3 Perbincangan Awalan Bersama Bomba

HODT Mekanikal bersama-sama dengan HODT Arkitek hendaklah mengemukakan cadangan rekabentuk awalan kepada pihak Bomba untuk mengesahkan keperluan sistem pencegah kebakaran. Ulasan dan keperluan semasa dari pihak Bomba perlu diambilkira dalam penyediaan rekabentuk terperinci.

3.4 Koordinasi Antara Disiplin

Ketika diperingkat rekabentuk lagi kordinasi ini amat penting bagi memastikan segala keperluan sistem Mekanikal dan disiplin lain tidak bercanggah. Maklumat-maklumat penting perlu dimaklumkan pada peringkat ini supaya rekabentuk disiplin lain turut mengambilkira keperluan bagi pemasangan sistem mekanikal. Berikut adalah antara maklumat untuk sistem *sprinkler* yang sebagaimana yang dinyatakan di dalam sebagaimana yang terdapat didalam *Mechanical System Design and Installation Guidelines for Architects and Engineers (Revised Edition 2018)* JKR perlu disalurkan kepada semua disiplin rekabentuk lain yang terlibat di dalam projek ini.

3.4.1 Arkitek

Maklumat yang perlu disalurkan pada pihak HODT Arkitek secara amnya adalah melibatkan keperluan saiz dan lokasi bagi pemasangan sistem mekanikal. Antara maklumat yang perlu diberikan kepada pihak HODT Arkitek adalah seperti berikut:

- a) Saiz bilik pam sistem *sprinkler* beserta tangki air pencegah kebakaran. Saiz ini adalah berdasarkan kepada ukuran piawai keperluan jabatan;
- b) Lantai bilik pam hendaklah berkonkrit dan tidak licin;
- c) Papak konkrit (*concrete plinth*) perlu disediakan oleh kontraktor bangunan dan tinggi minima 800 mm dan saiznya perlu sesuai dengan tangki air sistem *sprinkler* (rujuk Garis Panduan Rekabentuk *Plinth* Cawangan Kejuruteraan Mekanikal);
- d) Pintu bilik pam hendaklah dari jenis pintu padu dua daun dan ianya hendaklah dibuka ke arah luar;
- e) Lantai bilik pam hendaklah cerun ke arah laluan atau perangkap buangan (*floor trap*);
- f) Bilik pam perlu mempunyai tingkap jenis *fixed louvers* bagi tujuan pengudaraan;
- g) Lantai bilik pam hendaklah lebih rendah dari lantai luar sebanyak 25 mm minima supaya aliran air dari dalam bilik pam tidak keluar ke kawasan luar;
- h) Perangkap pembuangan (*floor trap*) perlu disediakan
- i) Paip sumber bekalan air untuk kegunaan penyelenggaraan adalah juga diperlukan;
- j) Kedudukan *breeching inlet* perlu berada di luar bangunan di tempat laluan utama yang boleh di capai terus oleh pihak BOMBA;
- k) Kedudukan dan saiz ruang untuk menempatkan *breeching inlet*; dan
- l) Keperluan laluan paip (*pipe riser*); Jika paip *sprinkler* perlu merentasi lantai, satu bukaan lantai yang sesuai hendaklah disediakan oleh kontraktor bangunan.

3.4.2 Awam & Struktur

Maklumat yang perlu diberikan kepada pihak HODT Awam & Struktur adalah melibatkan beban/berat peralatan mekanikal yang akan dipasang. Maklumat ini penting bagi tujuan pengiraan berat keseluruhan struktur yang akan ditampung oleh struktur bangunan. Selain daripada itu, maklumat berkaitan dengan bukaan bagi pemasangan

sistem mekanikal juga perlu diberikan bagi mengelakkan masalah *hacking & coring* dilakukan tidak mengikut pelan. Antara maklumat yang perlu diberikan kepada pihak HODT Awam dan Struktur adalah seperti berikut:

- a) Bukaannya yang diperlukan untuk laluan paip hendaklah disediakan;
- b) Berat paip *sprinkler* bagi tujuan penyediaan *bracket* atau *trusses* untuk menyokong paip tersebut (*pipe support/hangar*).
- c) Tapak tangki air (*concrete plinth*) hendaklah disediakan bagi menampung berat tangki air pencegah kebakaran (rujuk Garis Panduan Rekabentuk *Plinth* Cawangan Kejuruteraan Mekanikal);
- d) Bekalan air ke tangki air sistem *sprinkler*; dan
- e) Berat peralatan (kapasiti tangki dan berat pam) untuk memudahkan pihak struktur merekabentuk struktur lantai/slab.

3.4.3 Elektrik

Maklumat yang perlu diberikan kepada pihak HODT Elektrik adalah berkaitan dengan beban keseluruhan kuasa elektrik yang digunakan oleh peralatan sistem mekanikal. Antara maklumat yang perlu diberikan kepada HODT Elektrik adalah seperti berikut:

- a) Keperluan beban elektrik bagi semua peralatan sistem mekanikal pam *sprinkler*;
- b) Lokasi bagi *control panel* dan *isolator* yang diperlukan; dan
- c) Senarai dan keperluan peralatan yang memerlukan bekalan kuasa *essential*.

3.4.4 Ukur Bahan

Anggaran kos keseluruhan projek untuk pemasangan sistem mekanikal hendaklah disediakan dan diberikan kepada pihak HODT Ukur Bahan untuk tujuan penyediaan *Preliminary Detailed Abstract* (PDA). Kos sistem mekanikal yang telah disahkan hendaklah dimasukkan dalam PDA projek. Spesifikasi teknikal dan dokumen tender hendaklah disediakan oleh HODT Mekanikal dan diserahkan kepada pihak HODT Ukur Bahan bagi tujuan panggilan tender.

3.5 Kategori/Klasifikasi Bahaya (*Hazard Class*)

Piawaian MS1910:2017 pada klausa 5 - *Classification of occupancies and fire hazards* telah mengklasifikasikan kumpulan bangunan / pengguna mengikut kegunaan dan operasi kepada beberapa kategori, iaitu *Light Hazard* (LH), *Ordinary Hazard* (OH) dan *High Hazard* (HH). Penentuan kategori ini penting dalam memulakan rekabentuk sistem *sprinkler*. Terdapat tiga (3) kategori utama yang boleh diklasifikasikan seperti di Jadual 3.1 dibawah. Perincian klasifikasi bagi *hazard class* yang dinyatakan dalam MS1910:2017, boleh dirujuk pada Lampiran 2.

JADUAL 3.1: KATEGORI UTAMA KLASIFIKASI HAZARD CLASS

<i>Hazard Class</i>	Kriteria
a) <i>Light Hazard</i> (LH)	Kategori ini diklasifikasikan kepada mana - mana bangunan yang bukan digunakan sebagai sektor industri di mana jumlah dan kandungan bahan yang mudah terbakar di dalam bangunan adalah sangat rendah.
b) <i>Ordinary Hazard</i> (OH)	Bangunan yang digunakan bagi tujuan komersil dan industri yang melibatkan pengendalian dan penyimpanan bahan mudah terbakar yang biasa di mana kebakaran yang kuat tidak mungkin terjadi di peringkat awal dan diklasifikasikan sebagai: OH I - pejabat, restoren dan hotel; OH II - dobi, bakeri dan kilang tembakau; OH III – parkir, pasaraya, pasaraya besar dan pawagam, kilang pakaian dan cat; dan

<i>Hazard Class</i>	Kriteria
	OH IIS – kilang mancis, studio televisyen dan filem.
c) <i>High Hazard</i> (HH)	<p>Bangunan yang digunakan bagi tujuan komersil dan industri yang mempunyai bebanan kebakaran yang luar biasa, penyimpanan minyak dan bahan bahaya dalam kuantiti yang banyak dan bahan mudah bakar dan sebagainya diklasifikasikan sebagai:</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Bahaya aspek proses – pakaian, getah, serbuk kayu dan kilang cat; dan ii. Kategori penyimpanan kuantiti yang banyak bahan risiko bahaya dibahagi seperti berikut: <ol style="list-style-type: none"> a. Kategori I – permaidani dan kain melebihi ketinggian 4 meter; b. Kategori II – kilang perabot melebihi ketinggian 3 meter; c. Kategori III – getah, kertas disalut lilin melebihi ketinggian 2 meter; dan d. Kategori IV – foam dan plastik melebihi ketinggian 1.2 meter.

Sumber : *Guide To Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.). (2006). IFEM

Sekiranya terdapat ruang dalam bangunan mempunyai fungsi ruang yang berbeza dan mempunyai kategori *hazard class* yang berlainan, kategori *hazard class* yang paling tinggi hendaklah digunakan untuk tujuan rekabentuk sistem *sprinkler* bangunan itu.

4. REKABENTUK SISTEM

Rekabentuk sistem *sprinkler* boleh dimulakan setelah lukisan rekabentuk terperinci yang telah disahkan oleh HODT Arkitek diterima.

Dalam merekabentuk sistem *sprinkler*, perkara berikut hendaklah dipastikan terlebih dahulu kerana ia akan memberi kesan terhadap jenis serta lokasi *sprinkler point* yang akan direkabentuk :

- a) Penggunaan ruang – Penentuan kesesuaian pemasangan *sprinkler point* dalam suatu kawasan/ruang;
- b) Ketinggian siling – bagi ketinggian ruang siling melebihi 800 milimeter sistem *sprinkler* jenis *double layer* hendaklah direkabentuk dengan mengambilkira di dalam ruang siling; dan
- c) Ruang tangga – Pemilihan *sprinkler point* jenis *pendant/upright* adalah bersesuaian dengan kawasan tangga. Walaubagaimanapun bagi kawasan tangga yang tertutup tanpa sebarang pengudaraan sistem *sprinkler* tidak perlu disediakan.

Penyediaan rekabentuk terperinci dilakukan sejajar dengan rekabentuk awalan yang telah dibuat pada peringkat awal untuk tujuan penyediaan kos. Penentuan *hazard class* hendaklah ditentukan terlebih dahulu ketika penyediaan rekabentuk awalan dan digunakan untuk tujuan penyediaan rekabentuk terperinci. Rekabentuk terperinci sistem *sprinkler* terdiri daripada :

- a) Penetapan jarak dan perkiraan *sprinkler point*;
- b) Pengiraan bagi rekabentuk dan saiz paip; dan
- c) Pengiraan bagi rekabentuk dan saiz tangki dan pam.

Panduan rekabentuk terperinci sistem *sprinkler* didalam buku ini adalah merujuk kepada Buku *Guide To Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.). (2006), UBBL 1984 dan MS 1910:2017. Garis panduan ini secara umumnya hanya melibatkan rekabentuk bagi *hazard class* OH sahaja.

Senarai semak maklumat rekabentuk bagi keseluruhan sistem *sprinkler* boleh digunakan dan dirujuk seperti di Lampiran 3.

Pengecualian Dalam Pemasangan *Sprinkler*

Mengikut piawaian MS 1910:2017 klausa 4.1.1 dan 4.1.2, terdapat pengecualian dalam pemasangan *sprinkler* dalam bangunan iaitu pengecualian wajib dan pengecualian yang dibenarkan. Walau bagaimanapun, pihak Bomba tempatan perlu dirujuk untuk pengesahan.

- a) Pengecualian Yang Dibenarkan (*permitted exceptions*):
 - i. Tandas dan bilik air yang tidak menggunakan dan tidak menyimpan bahan mudah terbakar;
 - ii. Ruang tangga dan *shaft* yang tertutup tidak mengandungi bahan mudah bakar dan dibina sebagai ruang kalis kebakaran;
 - iii. Ruang atau bilik yang dilindungi dengan sistem pencegah kebakaran yang lain (contoh: *clean agent*, CO₂); dan
 - iv. Melibatkan kendalian bahan basah seperti mesin pembuatan kertas.

- b) Pengecualian Wajib (*necessary exception*):
 - i. Gudang atau tong yang menyimpan bahan yang mudah rosak apabila terkena dengan semburan air;
 - ii. Dalam kawasan relau, pemanas poteri, pelebur atau serupa dari segi kefungsiannya yang akan meningkatkan risiko bahaya apabila terkena semburan air; dan
 - iii. Ruang, bilik atau tempat yang akan mendatangkan bahaya apabila terkena semburan air.

4.1 Rekabentuk Tangki

Penentuan isipadu air tangki sistem *sprinkler* hendaklah dirujuk berdasarkan Jadual 9 dalam MS1910:2017 – *Minimum water volume for pre-calculated LH and OH systems* seperti di Lampiran 4. Walaupun kapasiti tangki air telah ditetapkan mengikut MS 1910:2017, pengiraan bagi rekabentuk tangki air juga perlu dilakukan untuk memastikan jumlah kapasiti yang dibekalkan adalah mematuhi keperluan yang telah ditetapkan. Contoh penentuan saiz tangki air system *sprinkler* ditunjukkan seperti dalam Contoh 1.

Contoh 1: Tentukan saiz tangki air sistem *sprinkler* untuk sebuah bangunan pejabat jenis kategori *hazard class* OH3 dengan ketinggian 28 meter.

Penyelesaian:

Jenis bangunan : Pejabat
Hazard Class : OH3
 Ketinggian bangunan : 28 meter

a) Penentuan isipadu minima;

Dengan merujuk Jadual 9 dalam MS1910:2017 – *Minimum water volume for pre-calculated LH and OH system* sebagaimana di Lampiran 4, didapati isipadu minima air adalah sebanyak **160 m³** (*minimum water volume*) seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.1 di bawah.

JADUAL 4.1: MINIMUM WATER VOLUME FOR PRE -CALCULATED LH AND OH SYSTEMS

Class	Height <i>h</i> of the highest sprinkler above the lowest sprinkler (see note) (m)	Minimum water volume (m ³)
LH (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	9
	$15 < h \leq 30$	10
	$30 < h \leq 45$	11
OH1 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	55
	$15 < h \leq 30$	70
	$30 < h \leq 45$	80
OH1 (Dry) OH2 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	105
	$15 < h \leq 30$	125
	$30 < h \leq 45$	140
OH2 (Dry)	$h \leq 15$	135
	$15 < h \leq 30$	160
OH3 (Wet or pre-action)	$30 < h \leq 45$	185
	$h \leq 15$	160
OH3 (Dry) OH4 (Wet or pre-action)	$15 < h \leq 30$	185
	$30 < h \leq 45$	200
OH4 (Dry)	Use HH protection	
NOTE. Sprinklers in the sprinkler valve room should not be considered in calculating the height of the highest sprinkler above the lowest sprinkler.		

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance*) (Table 9)

b) Pengiraan kapasiti nominal tangki;

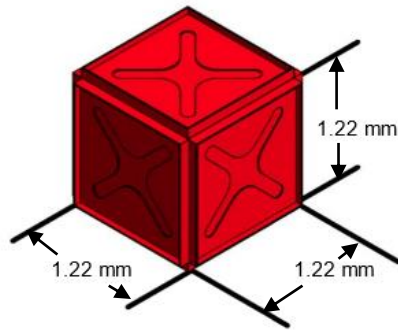
Mengambil kira faktor rekabentuk dan pemasangan tangki yang mempunyai saluran masuk dan keluar pada aras tertentu, dengan menganggarkan 15% daripada keseluruhan kapasiti air di dalam tangki akan kekal di dalamnya;

Oleh itu, kapasiti nominal tangki yang diperlukan adalah:

$$\text{Kapasiti nominal tangki} = \frac{160 \text{ m}^3}{0.85} = 188.2 \text{ m}^3$$

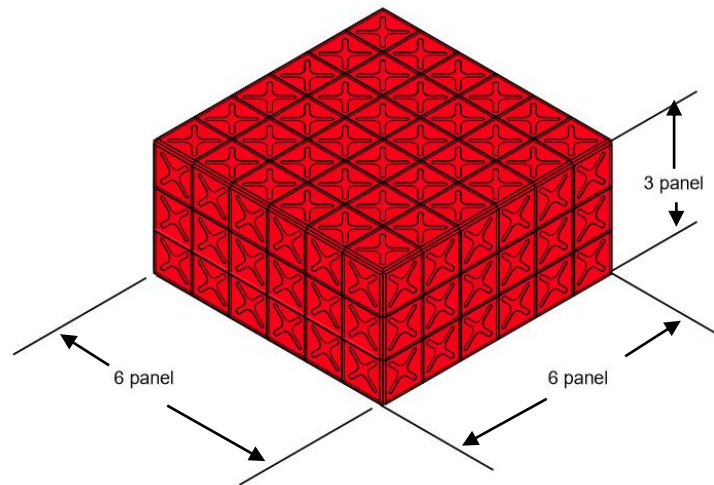
c) Penentuan saiz tangki;

Isipadu tangki bagi setiap 1 panel = 1.81 m^3 (1.22 meter x 1.22 meter x 1.22 meter)



$$\text{Bilangan panel tangki} = \frac{188.2 \text{ m}^3}{1.81 \text{ m}^3} = 104 \text{ panel}$$

Jadi, saiz tangki = 6 panel (Panjang) x 6 panel (Lebar) x 3 panel (Tinggi)
= 108 panel
= 195.48 m^3 atau 195,480 liter.
(melebihi kapasiti minimum, iaitu 160 m^3)



4.2 Rekabentuk Pam

Rekabentuk pam melibatkan maklumat tekanan dan kadar aliran pam yang dipilih berdasarkan *hazard class* seperti Jadual 16 dalam MS1910:2017 - *Minimum pump characteristic for LH and OH (pre - calculated systems)* seperti di Lampiran 6.

Contoh 2: Tentukan kapasiti dan tekanan pam sistem *sprinkler* untuk sebuah bangunan pejabat jenis *hazard Class OH3* dengan ketinggian 28 meter.

Penyelesaian:

Jenis bangunan : Pejabat
Hazard Class : OH3
 Ketinggian bangunan : 28 meter

Berdasarkan piawaian dan garis panduan untuk merekabentuk sistem *sprinkler*, kapasiti pam ditentukan secara *pre-calculated* berdasarkan maklumat *hazard class* dan ketinggian bangunan seperti yang di dalam Jadual 4.2.

JADUAL 4.2: MINIMUM PUMP CHARACTERISTICS FOR LH AND OH (PRE - CALCULATED SYSTEMS)

Hazard class	Sprinkler height h above the control valve set(s) (m)	Pump nominal data		Flow characteristic (see NOTE)			
				Max. demand flow		Design flow	
		Pressure at pump outlet 'A' gauge (bar)	Flow (l/min)	Pressure at 'C' gauge (bar)	Flow (l/min)	Pressure at 'C' gauge (bar)	Flow (l/min)
LH (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.5	300	3.7	225	-	-
	$15 < h \leq 30$	1.8	340	5.2	225	-	-
	$30 < h \leq 45$	2.3	375	6.7	225	-	-
OH1 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.2	900	2.2	540	2.5	375
	$15 < h \leq 30$	1.9	1 150	3.7	540	4.0	375
	$30 < h \leq 45$	2.7	1 360	5.2	540	5.5	375
OH1 (Dry) OH2 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.4	1 750	2.5	1 000	2.9	725
	$15 < h \leq 30$	2.0	2 050	4.0	1 000	4.4	725
	$30 < h \leq 45$	2.6	2 350	5.5	1 000	5.9	725
OH2 (Dry) OH3 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.4	2 250	2.9	1 350	3.2	1 100
	$15 < h \leq 30$	2.0	2 700	4.4	1 350	4.7	1 100
	$30 < h \leq 45$	2.5	3 100	5.9	1 350	6.2	1 100
OH3 (Dry) OH4 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.9	2 650	3.0	2 100	3.5	1 800
	$15 < h \leq 30$	2.4	3 050	4.5	2 100	5.0	1 800
	$30 < h \leq 45$	3.0	3 350	6.0	2 100	6.5	1 800

NOTE. The flow characteristic pressures shown are as measured at the 'C' gauge of the control valve set(s).

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance*) (Table 16)

Keperluan tekanan dan kadar alir pam adalah seperti di bawah;

- a) Tekanan pada kadar alir nominal 2,700L/min @ 'A' gauge *pump outlet* adalah:

$$Pressure = 2.0 \text{ bar}$$

- b) Tekanan pada kadar alir rekabentuk 1,100 L/min @ 'C' gauge *control valve set* adalah:

$$Pressure = 4.7 \text{ bar}$$

- c) Tekanan pada kadar alir rekabentuk maksima 1,350 L/min @ 'C' gauge *control valve set* adalah:

$$Pressure = 4.4 \text{ bar}$$

Daripada kapasiti pam yang telah ditetapkan seperti dalam Jadual 4.3, spesifikasi teknikal pam hendaklah dimasukkan dalam spesifikasi teknikal dan lukisan tender.

JADUAL 4.3: KEPERLUAN SPRINKLER PUMP

<i>Description of pump</i>	<i>End Suction</i>
<i>Nominal Pumping capacity</i>	2700 l/m @ 2.0 bar
<i>Pump characteristic at high flow</i>	1100 l/min @ 4.7 bar
<i>Pump characteristic at low flow</i>	1350 l/min @ 4.4 bar

4.3 Rekabentuk Sistem *Sprinkler*

Setelah saiz tangki dan pam ditetapkan, rekabentuk sistem *sprinkler* yang melibatkan penetapan jarak dan bilangan *sprinkler point* boleh dijalankan seperti yang diterangkan seperti tajuk berikutnya.

4.3.1 Penetapan Jarak dan Perkiraan *Sprinkler Point*

Sprinkler point mewakili setiap *sprinkler head* yang akan dipasang pada paip sistem *sprinkler*. *Sprinkler head* adalah muncung semburan yang menyemburkan air ke kawasan bahaya kebakaran yang diaktifkan.

Setelah ruang/bilik yang perlu pemasangan sistem *sprinkler* dikenalpasti, taburan *sprinkler head* yang ditetapkan dalam sesuatu ruang yang diliputi oleh satu *sprinkler point* adalah seperti yang telah disenaraikan pada Jadual 4.4. Contoh penentuan taburan *sprinkler head* ini ditunjukkan dalam Contoh 3. Ini bagi memastikan setiap *sprinkler point* dapat beroperasi pada tahap yang optimum ketika kebakaran berlaku. Kedudukan *sprinkler point* perlu mengambilkira halangan-halangan seperti tangga, bilik pam dan sebagainya.

JADUAL 4.4: JARAK DAN KAWASAN LITUPAN BAGI *SPRINKLER POINT* MENGIKUT *HAZARD CLASS*

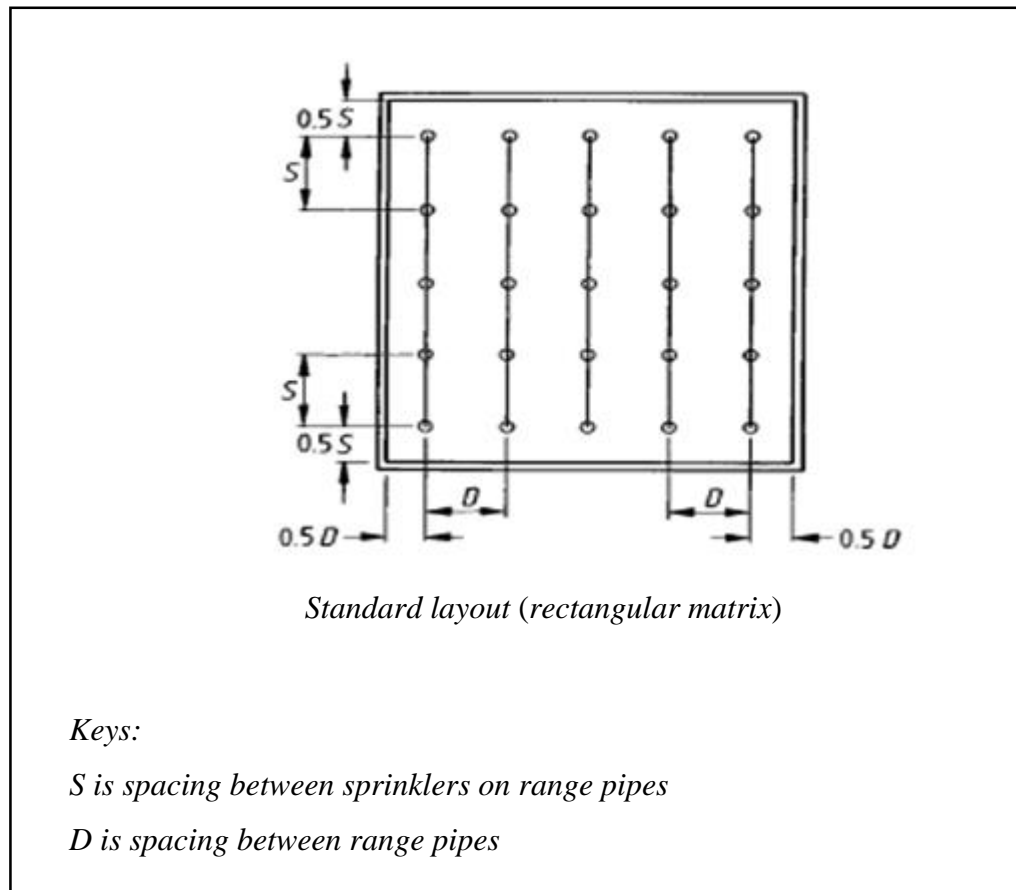
<i>Hazard Class</i>	Ruang maksima per <i>sprinkler</i> (m ²)	Jarak maksimum (m)		
		<i>Standard Layout S and D</i>	<i>Staggered Layout S</i>	<i>Staggered Layout D</i>
Light (LH)	21.0	4.6	4.6	4.6
Ordinary (OH)	12.0	4.0	4.6	4.0
High (HH)	9.0	3.7	3.7	3.7
S – jarak antara <i>sprinkler</i> sepanjang <i>range pipe</i> D – jarak di antara <i>range pipe</i>				

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 19)

4.3.2 Jarak Maksimum Dan Minimum Litupan *Sprinkler Head* (Coverage)

Konfigurasi taburan *sprinkler head* dalam ruang yang memerlukan pemasangan sistem *sprinkler* adalah berdasarkan MS1910:2017 seperti berikut:

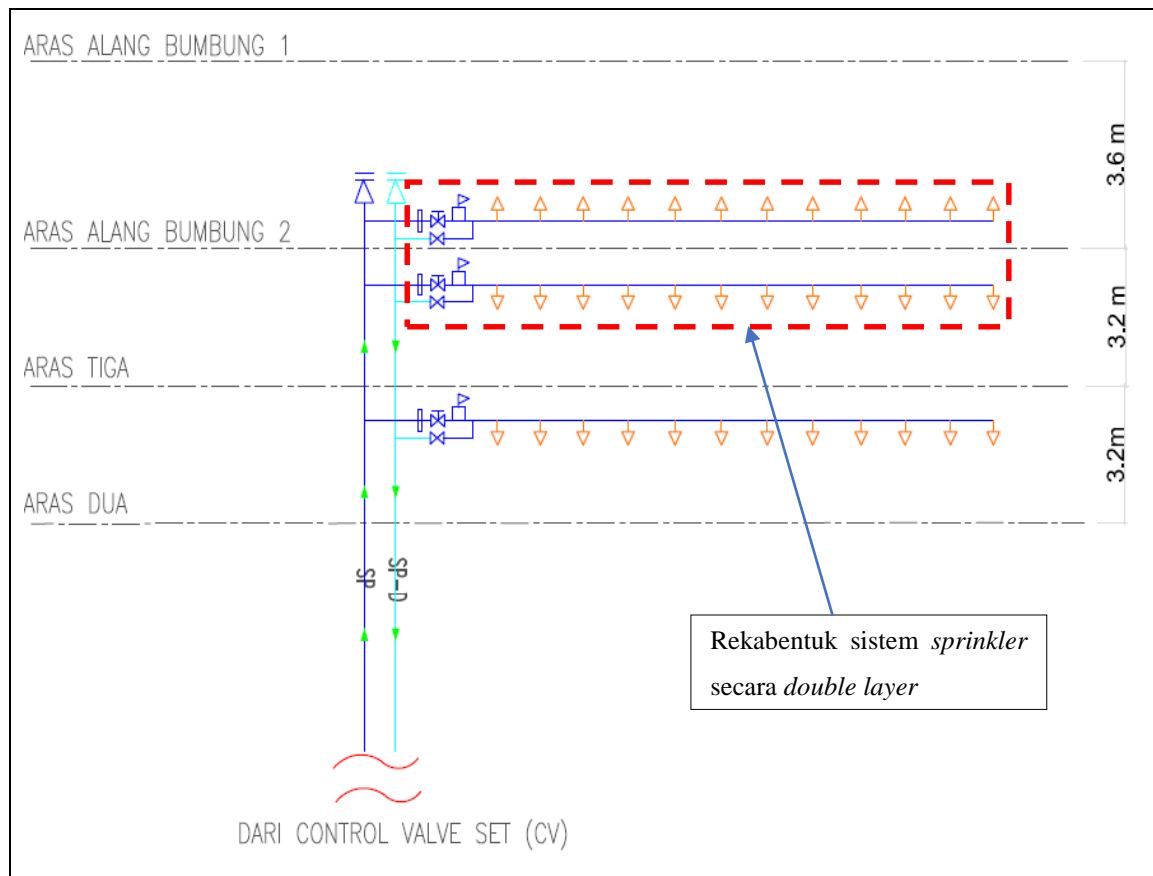
- a) Dalam susunatur piawai, jarak semua *sprinkler head* yang terletak pada *range pipe* yang paling dekat ke dinding tepi, hendaklah tidak melebihi $0.5D$ dan $0.5S$. Rujuk Rajah 4.1 di bawah;



RAJAH 4.1: CEILING SPRINKLER SPACING

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Figure 10)

- b) Jarak antara *sprinkler* hendaklah tidak kurang daripada 2.0 meter kecuali pada tempat yang dinyatakan pada klausa 11.3 dalam MS 1910:2017, iaitu:
- i. Untuk mengelakkan *sprinkler* yang berdekatan membasahi satu sama lain, dengan menggunakan *baffle* bersaiz kira-kira 200 milimeter x 150 milimeter atau menggunakan ciri binaan intervensi;
 - ii. *Intermediate sprinklers* dalam rak; dan
 - iii. *Escalator* dan ruang tangga.
- c) Jika ketinggian ruang siling melebihi 800 milimeter, sistem *sprinkler* jenis *double layer* hendaklah direkabentuk mengikut klausa 11.2.7 di dalam *Guide to Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.). (2006). IFEM seperti contoh yang ditunjukkan dalam Rajah 4.2 di bawah.

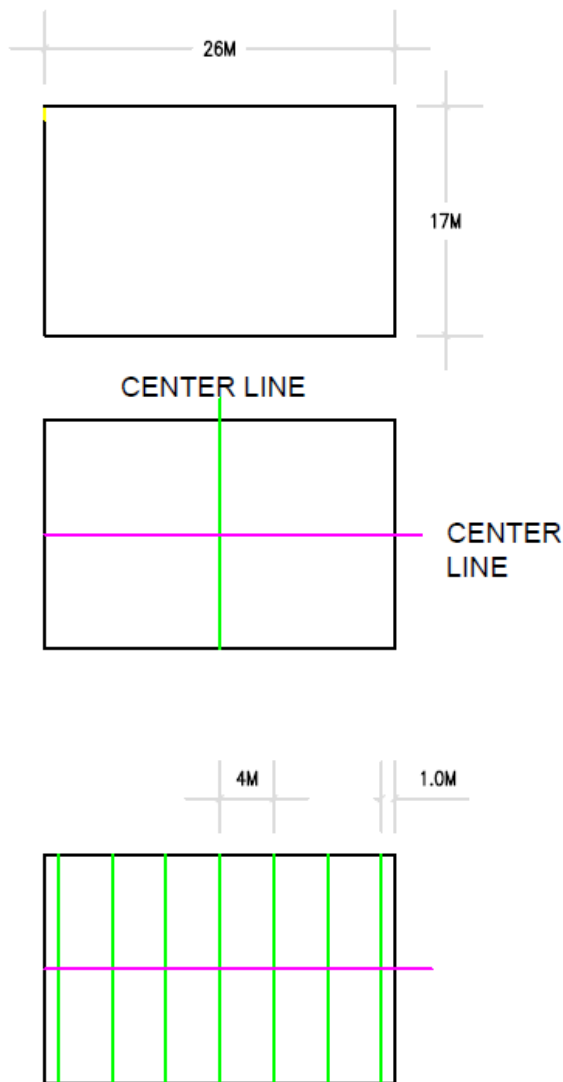


RAJAH 4.2: CONTOH REKABENTUK SISTEM *SPRINKLER* JENIS *DOUBLE LAYER*

Contoh 3: Tentukan lokasi taburan *sprinkler head* dalam ruang bagi susunatur piawai untuk *hazard Class OH* bagi satu keluasan satu kawasan bersaiz 26 meter x 17 meter.

Penyelesaian:

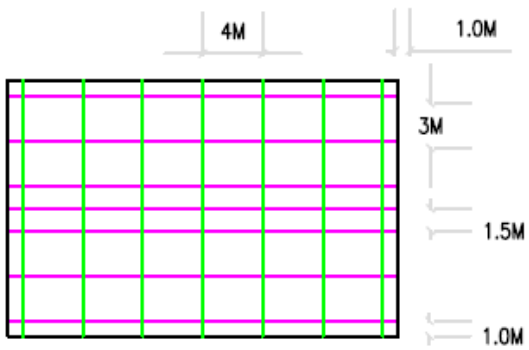
Rajah di bawah menjelaskan langkah-langkah bagi menentukan taburan *sprinkler head* yang dibuat secara susunatur piawai bagi *hazard class OH*. Luas kawasan yang dirangkumi oleh satu *sprinkler point* di bawah *hazard class OH* berdasarkan Jadual 4.4 adalah seluas 12 m² dan jarak $S = 3$ meter dan $D = 4$ meter.



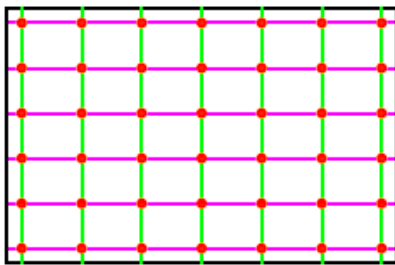
1. Ruang dengan keluasan 26 meter x 17 meter disediakan.

2. Ruang tersebut dibahagi bahagian tengah samarata.

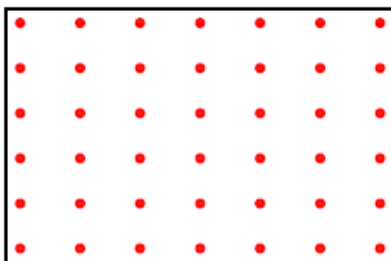
3. Beberapa bahagian dibahagi secara menegak dengan jarak D adalah 4 meter dan jarak paling tepi tidak melebihi 2.0 meter (0.5D)



4. Beberapa bagian dibagi secara melintang dengan jarak S adalah 3 meter dan jarak paling tepi tidak melebihi 1.5 meter ($0.5S$)



5. Taburan *sprinkler head* tersebut ditentukan dengan jarak yang sesuai.



6. Susunatur taburan *sprinkler head* yang telah siap disusun.

4.4 Pengiraan Bagi Rekabentuk Dan Saiz Paip

Secara umumnya paip sistem *sprinkler* boleh dilihat seperti dalam Rajah 1.1 yang ditunjukkan dalam tajuk sebelum ini dan terdiri daripada berikut:

- a) *riser pipe*;
- b) *main distribution pipe*;
- c) *range pipe*;
- d) *armpieces*;
- e) *drain pipe*; dan
- f) *test pipe*.

Penentuan lokasi *design point* adalah penting bagi pengiraan saiz paip dalam sistem *sprinkler* yang terdiri daripada *range pipe*, *riser pipe* dan *distribution pipe*. Lokasi *design point* adalah pada titik pertemuan antara *distribution pipe* dan *range pipe* seperti dalam Jadual 4.5. Bilangan maksimum *sprinkler head* pada setiap *design point* juga dinyatakan dalam jadual tersebut.

4.4.1 *Design Point*

Penentuan lokasi *design point* adalah penting bagi pengiraan saiz paip dalam sistem *sprinkler* yang terdiri daripada *range pipe*, *riser pipe* dan *distribution pipe*.

Lokasi *design point* adalah pada titik pertemuan antara *distribution pipe* dan *range pipe*. Bilangan maksimum *sprinkler point* pada setiap *design point* juga dinyatakan dalam Jadual 4.5. Bilangan maksimum *sprinkler point* adalah 16 bagi *two end-side layout* dan 18 *sprinkler point* bagi *all other layouts*.

JADUAL 4.5: LOKASI DESIGN POINT UNTUK HAZARD CLASS OH

<i>Hazard Class</i>	<i>Number of sprinklers on a distribution pipe, in a room</i>	<i>Location of design point on a distribution pipe junction to a range holding n^{th} sprinkler where n is</i>	<i>Range layout</i>
OH	>16	17	<i>two end-side</i>
	>18	19	<i>all others</i>

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 26)

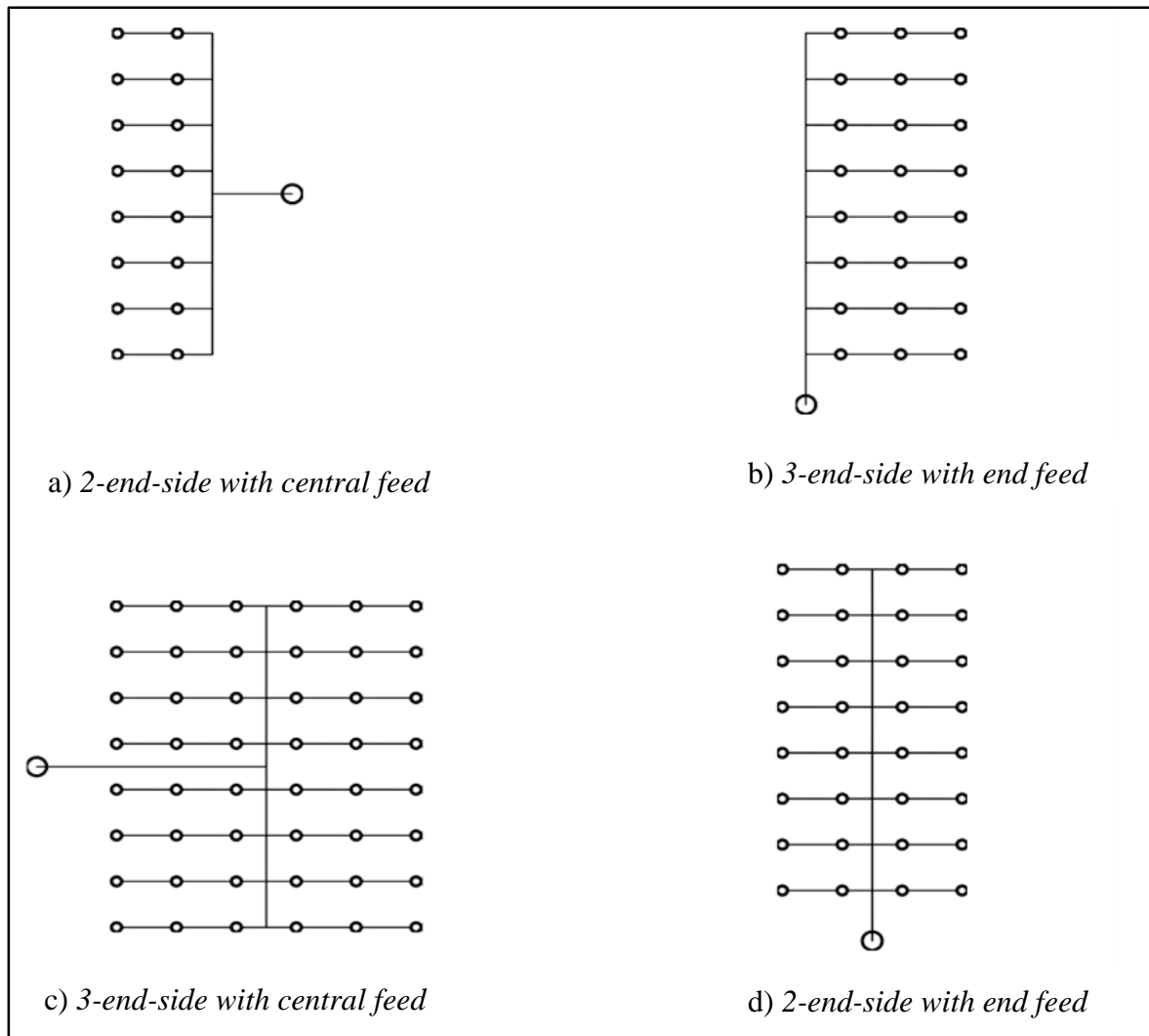
4.4.2 Kaedah Rekabentuk Sistem Paip

Rekabentuk serta pengiraan saiz paip *sprinkler* adalah satu elemen penting dalam rekabentuk sistem *sprinkler*. Rekabentuk saiz paip dan pengiraan *pipe loss* untuk *range pipe* dan *distribution pipe* perlu dilakukan dengan teliti berdasarkan jadual-jadual yang dinyatakan dalam MS1910:2017.

Terdapat dua kaedah pengiraan saiz bagi beberapa jenis paip *sprinkler* iaitu kaedah *pre-calculated* dan *hydraulically calculated* seperti diterangkan dalam Jadual 4.6.

JADUAL 4.6: PERBEZAAN KAEDAH PENGIRAAN SAIZ PAIP (*PRE-CALCULATED* DAN *HYDRAULICALLY CALCULATED*)

<i>Pre-calculated</i>	<i>Hydraulically calculated</i>
<p>Untuk penentuan saiz bagi semua range pipe dan juga bagi <i>distribution pipe</i>.</p>	<p>Untuk pengiraan saiz bagi <i>distribution pipe</i> yang bermula dari design point sehingga ke <i>supply point</i> pada <i>control valve set</i>.</p>
<p>Bermula dari <i>design point</i> hingga ke <i>sprinkler head</i> terakhir dalam satu jajaran <i>range pipe</i>.</p>	<p>Jumlah <i>pressure loss</i> bagi pengiraan hidraulik ini mestilah tidak melebihi 500 milibar daripada satu <i>design point</i> hingga ke <i>control valve set</i> seperti dinyatakan dalam MS1910:2017 klausa 12.3.4.2 bagi <i>hazard class OH</i>.</p>
<p>Kaedah kumulatif ini adalah berdasarkan kepada jadual <i>Pre-calculated</i> yang dinyatakan dalam Jadual 4.7 dan Jadual 4.8 di bawah.</p>	<p><i>Pressure loss</i> dalam komponen paip untuk <i>hazard class OH</i> bagi semua saiz paip adalah 3m seperti dinyatakan dalam MS1910:2017 klausa 12.3.4.1. <i>Pressure loss per metre</i> bagi paip adalah berdasarkan Jadual 4.11.</p>



RAJAH 4.3: CONTOH SUSUNAN RANGE PIPE

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Figure 18)

Sebelum pengiraan saiz paip dimulakan, taburan *sprinkler head*, laluan *range pipe* dan *distribution pipe* yang sesuai dan praktikal perlu dilakarkan terlebih dahulu seperti Rajah 4.3. Berikutnya adalah contoh rekabentuk bagi menentukan saiz *range pipe* dan *distribution pipe* bagi *hazard class OH*. Rekabentuk paip dibuat menggunakan susunan *sprinkler point* yang dinyatakan pada klausa 4.3.2 dalam dokumen ini.

Contoh 4: Tentukan lokasi *design point* pemasangan sistem *sprinkler* untuk *hazard Class OH*

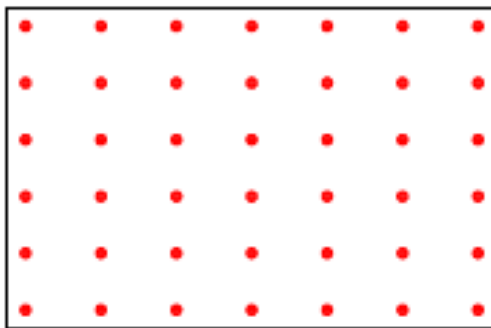
bagi kawasan yang diberikan seperti di Contoh 3 bagi:

- a) Satu (1) *design point*; dan
- b) Dua (2) *design point*.

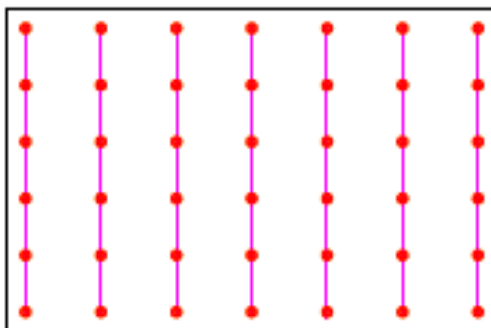
Penyelesaian:

a) Satu (1) *design point*

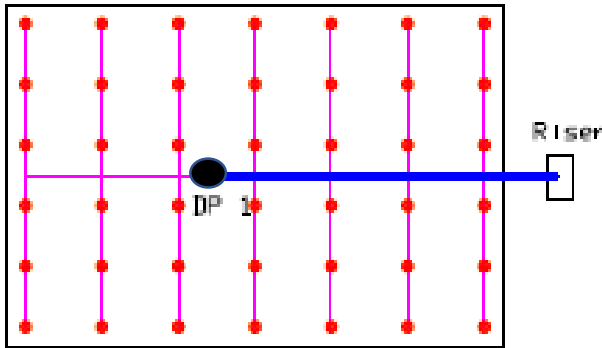
Setelah rekabentuk sistem paip dibuat, lokasi *design point* ditentukan berdasarkan Jadual 4.5 iaitu untuk 16 atau 18 *sprinkler point* bagi setiap *design point* bergantung kepada jenis *range layout*. Ini perlu ditentukan terlebih dahulu kerana pengiraan hidraulik bagi *distribution pipe* bermula dari sini hingga ke *supply point* di *control valve set*.



1. Susunatur taburan *sprinkler head* disediakan dengan menggunakan kaedah ditunjukkan dalam Contoh 3.

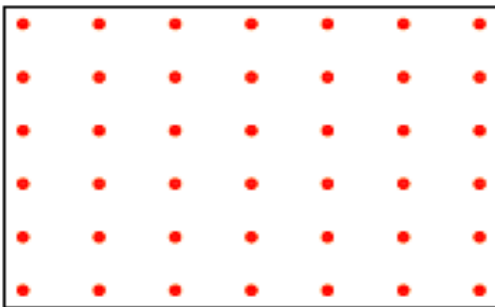


2. *Range pipe* dilakar secara menegak yang menyambungkan setiap *sprinkler head*.

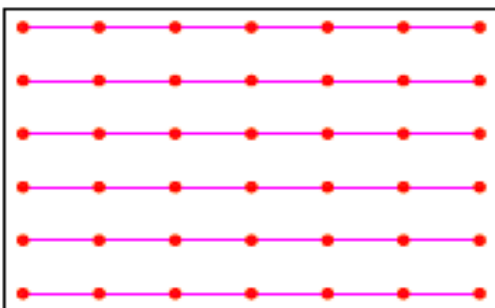


3. *Distribution pipe* dilakar secara melintang dan *design point* ditentukan berdasarkan jumlah *sprinkler head* yang dibenarkan berdasarkan Jadual 4.5 iaitu 18 *sprinkler head*.

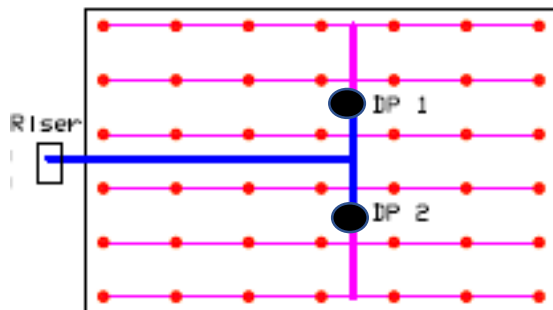
b) Dua (2) design point



1. Susunatur taburan *sprinkler head* dibuat dengan menggunakan kaedah ditunjukkan dalam Rajah 4.2.



2. *Range pipe* dilakarkan secara melintang yang menyambungkan setiap *sprinkler head*.



3. *Distribution pipe* ditentukan secara menegak sehingga memperoleh 2 *design point* yang berdasarkan jumlah *sprinkler head* yang dibenarkan Jadual 4.5 iaitu 14 *sprinkler head*.

Penentuan saiz *range pipe* dan jumlah maksima bilangan *sprinkler head* bagi setiap *range pipe* adalah seperti dinyatakan dalam Jadual 4.7 di bawah. Diameter paip yang terletak paling hujung dalam sesuatu sistem *sprinkler* hendaklah tidak kurang daripada 25 mm. Bagi penentuan saiz *range pipe* bagi *hazard class* OH boleh dirujuk dalam Jadual 4.7.

JADUAL 4.7: JADUAL PRE-CALCULATED PENENTUAN DIAMETER UNTUK SAIZ RANGE PIPE BAGI HAZARD CLASS OH

<i>Hazard Class</i>	<i>Range pipes</i>	<i>Layout</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Maximum number of sprinklers fed</i>
<i>OH</i>	<i>Range at remote end of all distribution pipes:</i> - last 2 ranges	<i>2-end side layouts</i>	25	1
			32	2
	- last 3 ranges	<i>3-end side layouts</i>	25	2
			32	3
	<i>Last range</i>	<i>All other layouts</i>	25	2
			32	3
			40	4
			50	9
	<i>All other range pipes</i>	<i>All</i>	25	3
			32	4
			40	6
			50	9

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 30)

b) *Distribution Pipe*

Saiz *riser pipe* dan *drop pipe* yang menghubungkan paip ke *range pipe* dan dikenali sebagai *distribution pipe* hendaklah sewajarnya ditentukan. Penentuan saiz *distribution pipe* adalah berdasarkan jadual *pre-calculated* seperti dalam Jadual 4.8 untuk kelas *hazard class* OH.

**JADUAL 4.8 JADUAL *PRE-CALCULATED* PENENTUAN DIAMETER UNTUK SAIZ
DISTRIBUTION PIPE UNTUK HAZARD CLASS OH**

<i>Distribution pipes</i>	<i>Layout</i>	<i>Diameter (mm)</i>	<i>Maximum number of sprinklers fed</i>
<i>At extremities of installation</i>	<i>2-end side</i>	32	2
		40	4
		50	8
		65	16
	<i>All others</i>	32	3
		40	6
		50	9
		65	18
<i>Between design points and the control valve set</i>	<i>All</i>	<i>To be calculated in accordance with 12.3.4.2 in MS 1910:2017 (Dijelaskan dalam bahagian 4.4.5)</i>	

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 31)

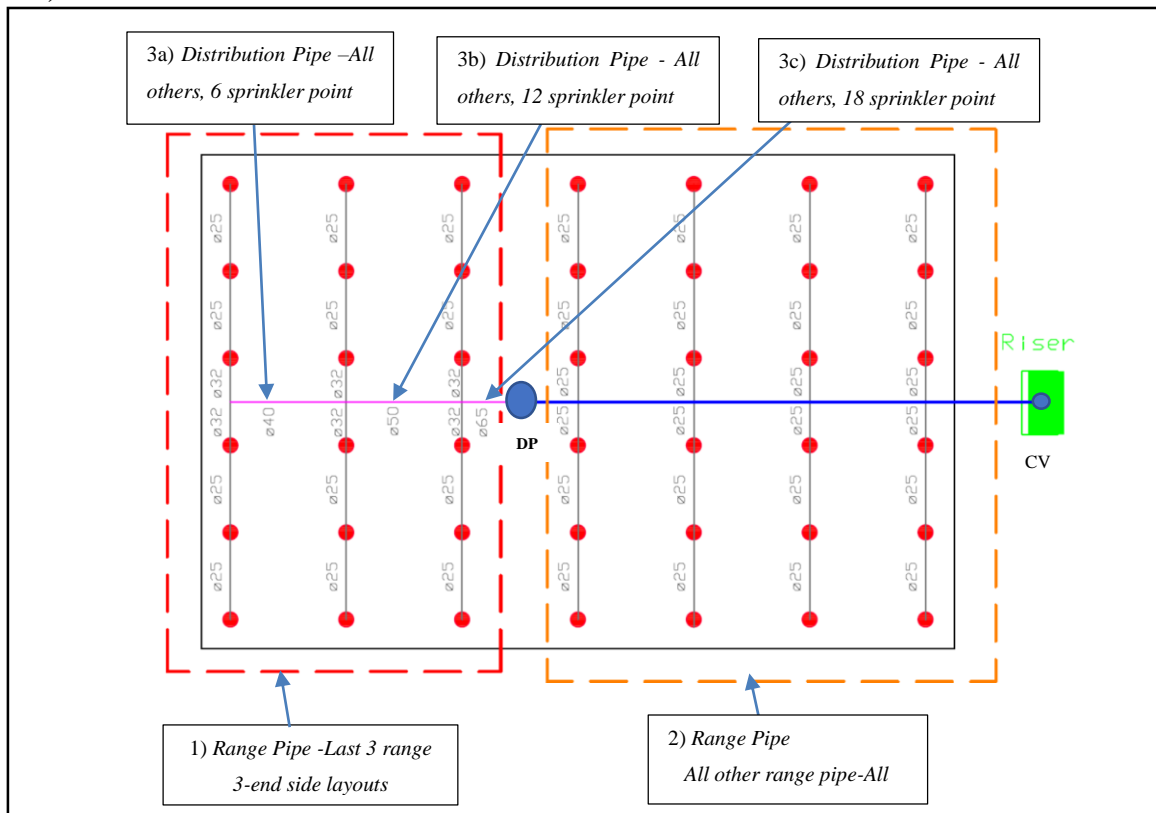
Contoh 5: Tentukan saiz *range pipe* dan *distribution pipe* secara *pre-calculated* menggunakan maklumat seperti dalam Rajah 4.4(a) dan 4.4(b).

Penyelesaian:

Penentuan saiz *range pipe* dan *distribution pipe* secara *pre-calculated* dalam sesuatu ruang ditunjukkan seksyen ini dengan menunjukkan dua contoh susunatur tipikal.

Pengiraan adalah secara *pre-calculated* adalah merujuk kepada Jadual 4.7 dan Jadual 4.8 bagi *range pipe* dan *distribution pipe*.

a) Susunatur A



**RAJAH 4.4 (a): CONTOH PENGIRAAN SAIZ PAIP BAGI 1 DESIGN POINT
(Semua Saiz Paip Adalah Dalam Unit Milimeter Diameter)**

Range pipe

1) Last 3 range, 3- endside layouts

Diameter paip untuk 2 *sprinkler point* = 25mm

Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 32mm

2) All other range pipes- All

Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 25mm

Distribution pipe

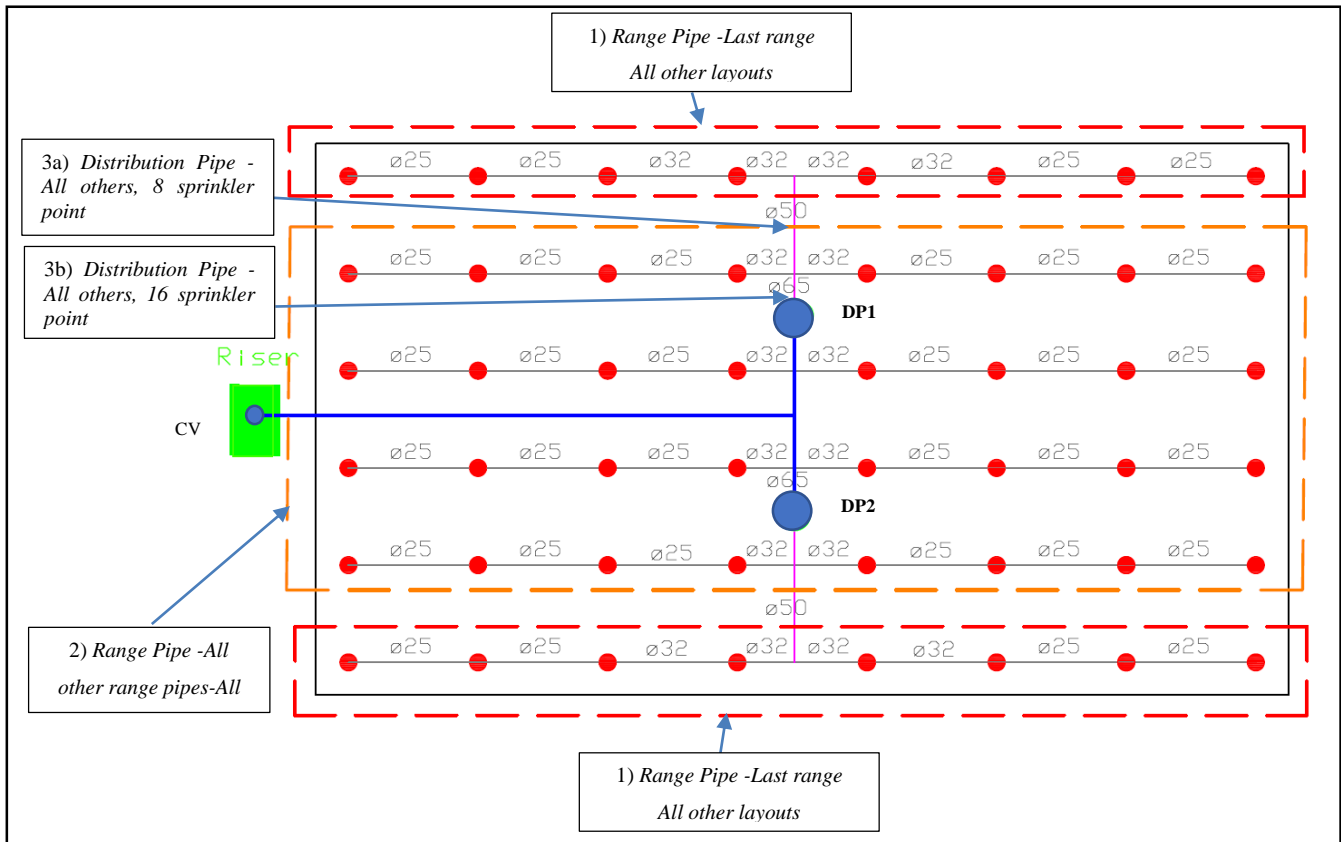
3) All others layout

a) Diameter paip untuk 6 *sprinkler point* = 40mm

b) Diameter paip untuk 12 *sprinkler point* = 65mm

c) Diameter paip untuk 18 *sprinkler point* = 65mm

b) Susunatur B



RAJAH 4.4 (b): CONTOH PENGIRAAN SAIZ PAIP BAGI 2 DESIGN POINT
(Semua Saiz Paip Adalah Dalam Unit Milimeter Diameter)

Range pipe

1) Last range, All other layouts

Diameter paip untuk 2 *sprinkler point* = 25mm

Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 32mm

2) All other range pipes- All

Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 25mm

Diameter paip untuk 2 *sprinkler point* = 32mm

Distribution pipe

3) All other layouts

a) Diameter paip untuk 8 *sprinkler point* = 50mm

b) Diameter paip untuk 16 *sprinkler point* = 65mm

4.4.4 Pengiraan Saiz Paip Secara *Hydraulically-Calculated*

Saiz *main distribution pipe* dan *distribution pipe* (termasuk *riser* dan *drop*) yang terletak di antara *design point* dan *control valve* ditentukan secara *hydraulic calculation*. Berdasarkan klausa 12.3.4.2 dalam MS1910:2017, saiz diameter paip yang terletak pada *design point* yang paling jauh daripada *control valve set* hendaklah dikira dengan memastikan jumlah kehilangan turus tekanan statik (*static head*) dengan kadar alir (*flowrate*) 1000 l/min dan kehilangan tekanan (*pressure loss*) mestilah tidak melebihi 500 milibar (mb) bagi *hazard Class OH*. *Pressure losses per unit length* bagi setiap saiz paip ditunjukkan dalam Jadual 4.9 untuk *hazard Class OH*.

Saiz paip direkabentuk secara anggaran terlebih dahulu bagi tujuan mendapatkan kiraan jumlah *losses* bagi setiap *distribution pipe* sebelum pengiraan secara hidraulik dimulakan. Penentuan pengiraan saiz paip secara *hydraulic calculation* adalah bertujuan untuk memastikan tekanan dalam sistem perpaipan adalah mencukupi dan juga pemilihan saiz paip adalah optimum. Bagi menentukan saiz diameter paip ini, setiap jumlah perbezaan di antara *pipe losses* dan *static head gain* bagi rangkaian *distribution pipe* hendaklah menghampiri 500 milibar bagi *hazard class OH* tetapi tidak boleh melebihi nilai tersebut. Ini boleh dilakukan dengan mengubah kombinasi dan anggaran saiz paip dalam sistem perpaipan sehingga jumlah had *pressure loss* yang diperolehi adalah seperti yang dikehendaki.

(a) *Static head gain*

Static head gain adalah berbezaan antara *static pressure* antara kedudukan *sprinkler point* paling tinggi dan kedudukan *sprinkler point* paling rendah, di mana letaknya *design point*. Bagi setiap 1 meter, *static pressure* adalah 0.098 bar (1 meter = 0.098 bar) dan dinyatakan dengan formula seperti berikut;

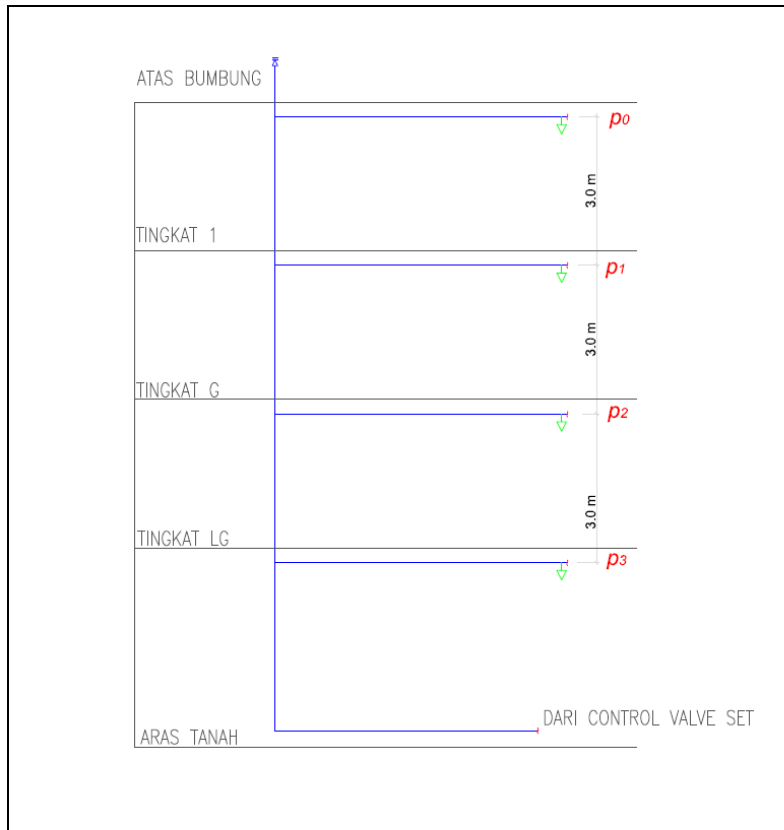
$$p = 0.098h \quad (1)$$

di mana,

h = adalah jarak (meter); dan

p = adalah tekanan (bar)

Contoh 6: Tentukan *static head gain* (p_0 , p_1 , p_2 dan p_3) dalam sesuatu sistem *sprinkler* seperti dalam rajah di bawah.



RAJAH 4.5: CONTOH PENGIRAAN *STATIC HEAD GAIN* DALAM SESUATU SISTEM *SPRINKLER*

Penyelesaian:

1st floor diambil sebagai *reference level* kerana *sprinkler point* pada lokasi tersebut terletak pada aras yang paling tinggi. Pengiraan bagi *static head gain* dengan menggunakan formula (1);

1st floor

$$p_0 = 0.098h_0$$

$$= 0$$

G floor

$$p_1 = 0.098h_1$$

$$= 0.098 (3\text{m})$$

$$= 0.294 \text{ bar atau } 294 \text{ milibar}$$

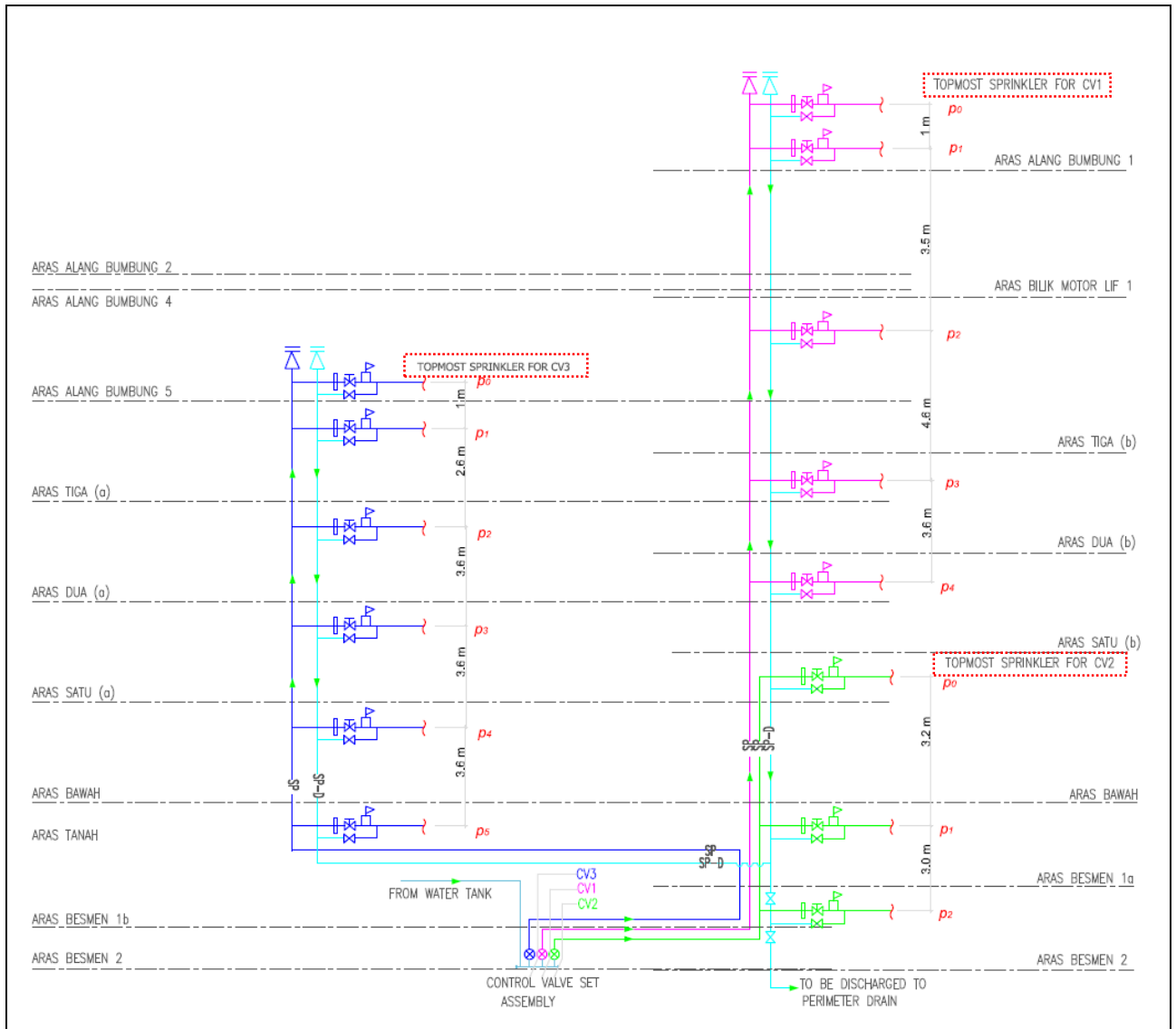
LG floor

$$\begin{aligned} p_2 &= 0.098 (h_1 + h_2) \\ &= 0.098 (6\text{m}) \\ &= 0.588 \text{ bar atau } 588 \text{ milibar} \end{aligned}$$

Basement

$$\begin{aligned} p_3 &= 0.098 (h_1 + h_2 + h_3) \\ &= 0.098 (9\text{m}) \\ &= 0.882 \text{ bar atau } 882 \text{ milibar} \end{aligned}$$

Contoh 7: Tentukan *static head gain* dalam sesuatu sistem *sprinkler* bagi 3 *control valve set* system (CV1, CV2 dan CV3) seperti dalam rajah di bawah.



RAJAH 4.6: CONTOH PENGIRAAN *STATIC HEAD GAIN* DALAM SATU SISTEM *SPRINKLER* BAGI 3 *CONTROL VALVE SET* SYSTEM

Penyelesaian:

Kedudukan *sprinkler point* dalam jajaran *range pipe* yang paling tinggi diambil sebagai *reference level* bagi setiap *riser pipe* dalam *control valve set*. Dalam contoh ini, terdapat 3 *control valve set*, oleh itu terdapat 3 *reference level* bagi tujuan pengiraan *static head gain*.

Pengiraan bagi *static head gain* dengan menggunakan formula (1) dan ditunjukkan di bawah;

<u>Control valve set CV1</u>	<u>Control valve set CV2</u>	<u>Control valve set CV3</u>
$p_0 = 0.098(0)$ = 0	$p_0 = 0.098(0)$ = 0	$p_0 = 0.098(0)$ = 0
$p_1 = 0.098(1)$ = 0.098 bar atau 98 milibar	$p_1 = 0.098(3.2)$ = 0.313 bar atau 313 milibar	$p_1 = 0.098(1)$ = 0.098 bar atau 98 milibar
$p_2 = 0.098(4.5)$ = 0.441 bar atau 441 milibar	$p_2 = 0.098(6.2)$ = 0.607 bar atau 607 milibar	$p_2 = 0.098(3.6)$ = 0.353 bar atau 353 milibar
$p_3 = 0.098(9.1)$ = 0.892 milibar atau 892 milibar		$p_3 = 0.098(7.2)$ = 0.706 bar atau 706 milibar
$p_4 = 0.098(12.7)$ = 1.245 bar atau 1245 milibar		$p_4 = 0.098(10.8)$ = 1.058 bar atau 1058 milibar
		$p_5 = 0.098(14.4)$ = 1.411 bar atau 1411 milibar

(b) Jadual *hydraulic calculation*

Pengiraan secara *hydraulic calculation* ini boleh dilaksanakan dengan menggunakan Jadual 4.9 untuk mengira jumlah keseluruhan *pressure loss* dalam sistem perpaipan. *Equivalent length* dalam komponen paip seperti *elbows, valves, bend* dan lain-lain boleh dirujuk dalam Jadual 4.10. Namun bagi *Equivalent length* bagi komponen paip bagi semua saiz paip untuk *hazard class OH* adalah 3m seperti seperti dinyatakan dalam klausa 12.3.4.1 MS 1910:2017. Manakala *pressure loss per unit length* dalam paip bagi *design flow rate* untuk *hazard class OH* berdasarkan jenis paip ditunjukkan dalam Jadual 4.11.

JADUAL 4.9: JADUAL TEMPLAT UNTUK *HYDRAULIC CALCULATION*

	(a)	(b)	(c)	(d) = (b) x (c)	(e) = (a) + (d)	(f)	(g) = (e) x (f)			
<i>Area of point</i>	<i>Pipe size</i>	<i>Pipe length</i>	<i>No. of turns</i>	<i>Equiv. factor pipe length (OH)</i>	<i>Equiv. pipe length of turns</i>	<i>Total pipe length of turns</i>	<i>Pressure loss per length (Jadual 4.11)</i>	<i>Pressure loss in pipe</i>	<i>Static head gain</i>	<i>Total pressure loss in pipe</i>
	<i>mm</i>	<i>m</i>	<i>nos</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>mbar/m</i>	<i>mbar</i>	<i>mbar</i>	<i>mbar</i>
<i>Run of distribution pipe from valves to point/ point to point</i>	150			3						
	100			3						
	80			3						
	65			3						
	TOTAL							(h) = Σ (g)	(i)	(h) – (i)

JADUAL 4.10: EQUIVALENT LENGTH OF FITTING AND VALVES

Fittings and valves	Equivalent length of steel straight pipe for a C value of 120 ^a (m)										
	Nominal diameter (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
90° Screwed elbow (standard)	0.76	0.77	1.0	1.2	1.5	1.9	2.4	3.0	4.3	5.7	7.4
90° Welded elbow (r/d = 1.5)	0.30	0.36	0.49	0.56	0.69	0.88	1.1	1.4	2.0	2.6	3.4
45° Screwed elbow (standard)	0.34	0.40	0.55	0.66	0.76	1.0	1.3	1.6	2.3	3.1	3.9
Standard screwed Tee or cross (flow through branch)	1.3	1.5	2.1	2.4	2.9	3.8	4.8	6.1	8.6	11.0	14.0
Gate valve - straight way	-	-	-	-	0.38	0.51	0.63	0.81	1.1	1.5	2.0
Alarm or non-return valve (swinging type)	-	-	-	-	2.4	3.2	3.9	5.1	7.2	9.4	12.0
Alarm or non-return valve (mushroom type)	-	-	-	-	12.0	19.0	19.7	25.0	35.0	47.0	62.0
Butterfly valve	-	-	-	-	2.2	2.9	3.6	4.6	6.4	8.6	9.9
Globe valve	-	-	-	-	16.0	21.0	26.0	34.0	48.0	64.0	84.0
^a These equivalent lengths may be converted as necessary for pipes with other C values by multiplying by the following factors:											
C value	100	110	120	130	140						
Factor	0.714	0.85	1.00	1.16	1.33						

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)) (Table 23)

JADUAL 4.11: PRESSURE LOSS PER UNIT LENGTH UNTUK SESUATU KADAR ALIRAN BAGI HAZARD CLASS OH

<i>Pipe nominal bore (mm)</i>	<i>Pressure loss per metre (MS 863)</i>			
	<i>Medium grade</i>		<i>Heavy grade</i>	<i>Heavy grade</i>
	<i>Black (mbar/m)</i>	<i>Galvanised (mbar/m)</i>	<i>Black (mbar/m)</i>	<i>Galvanised (mbar/m)</i>
65	35	35	39	39
80	16	16	17	18
100	4.4	4.4	4.7	4.8
150	0.65	0.66	0.67	0.68
<i>Pipe nominal bore (mm)</i>	<i>Pressure loss per metre (MS 862)</i>		<i>Pressure loss per metre (MS 863)</i>	
	<i>Black (mbar/m)</i>	<i>Galvanised (mbar/m)</i>	<i>Black (mbar/m)</i>	<i>Galvanised (mbar/m)</i>
	200	0.16	0.16	0.18

NOTE. Where steel pipework other than MS 863 (medium or heavy grade), MS 862 is used, calculate the pressure loss from the data in Clause 12 using a flow rate of 1000 l/min.

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 32)

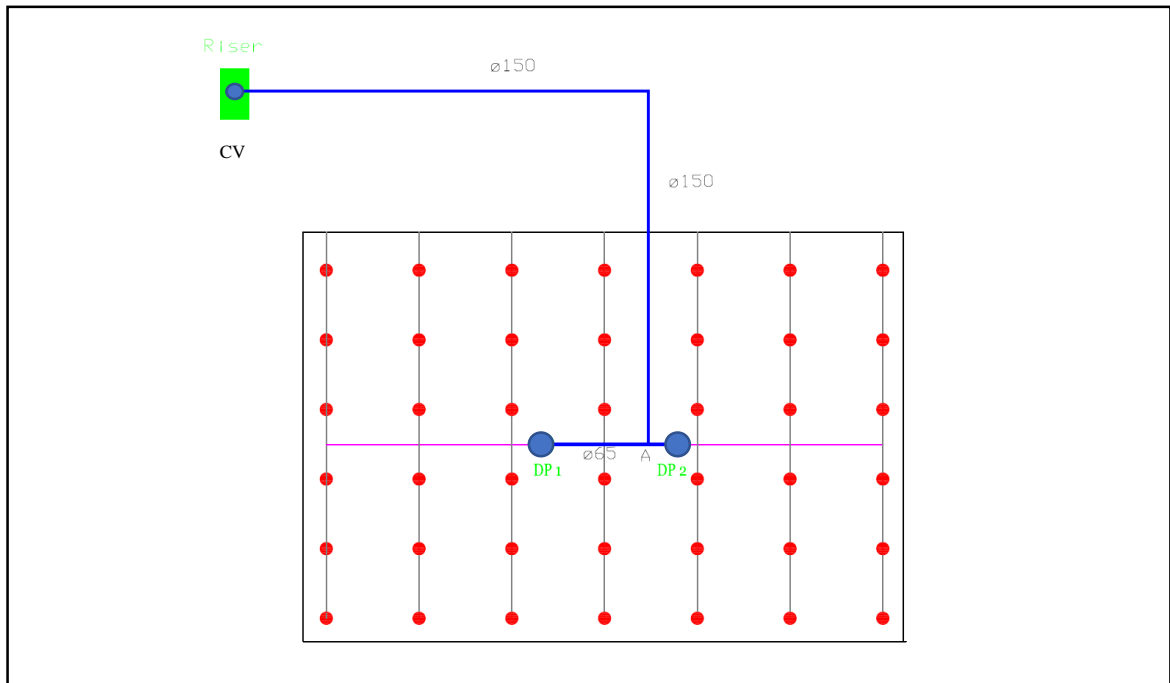
Contoh 8: Pengiraan paip secara hidraulik bagi *hazard class OH* seperti dalam Rajah 4.7.

Bahan yang digunakan adalah dari jenis *galvanized iron pipe*.

Penyelesaian:

Penentuan saiz paip dibuat secara anggaran sebelum pengiraan paip secara hidraulik dibuat. Jumlah *pipe losses* bagi setiap *distribution pipe* akan dikira. Dalam contoh ini, satu *design point* direka di mana *sprinkler point* tersebut berada di aras besmen sahaja. Andaian dibuat bagi panjang

paip dan bilangan *turn* dibuat bagi tujuan pengiraan. Berikut adalah paip daripada *Control Valve set* hingga ke *design point 1* (DP1) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 4.8.



RAJAH 4.7: SUSUNATUR PAIP DARIPADA *CONTROL VALVE SET* (CV) HINGGA *DESIGN POINT* (DP1) (Semua Saiz Paip Adalah Dalam Unit Milimeter Diameter)

Panjang paip dari *design point* ke *control valve* mengikut diameter:

- a) 150 mm = 100 m
- b) 100 mm = 0 m
- c) 80 mm = 0 m
- d) 65 mm = 3 m

Jumlah *turns* untuk jajaran ini mengikut diameter paip:

- a) 150 mm = 10 (CV ~ A)
- b) 100 mm = 0
- c) 80 mm = 0
- d) 65 mm = 1 (A ~ DP1)

Jumlah panjang paip setara bagi setiap bilangan *turns* – iaitu jumlah *turns* didarab dengan faktor panjang paip setara (*Equivalent factor of the pipe length*) bagi setiap *turns* untuk semua saiz paip adalah 3m:

- a) 150 mm : 10 x 3 m = 30 m
- b) 100 mm : 0 x 3 m = 0 m
- c) 80 mm : 0 x 3 m = 0 m
- d) 65 mm : 1 x 3 m = 3 m

Jumlah panjang iaitu jumlah bagi panjang paip dari *design point* ke *control valve* di tambah dengan jumlah panjang paip setara (*Total equivalent pipe length*) bagi setiap *turns*:

- a) 150 mm : 100 m + 30 m = 130 m
- b) 100 mm : 0 m + 0 m = 0 m
- c) 80 mm : 0 m + 0 m = 0 m
- d) 65 mm : 3 m + 3 m = 6 m

Jumlah kehilangan dalam paip (*pipe losses*) diperolehi dengan cara jumlah panjang paip di darab dengan faktor kehilangan tekanan paip per meter (*pressure loss per metre*) untuk *galvanised pipe (medium grade)* adalah seperti yang diberikan dalam Jadual 4.11.

- a) 150 mm : 130 m x 0.66 mb/m = 85.8 milibar
- b) 100 mm : 0 m x 4.4 mb/m = 0 milibar
- c) 80 mm : 0 m x 16 mb/m = 0 milibar
- d) 65 mm : 6 m x 35 mb/m = 210 milibar

Jumlah kehilangan dalam paip
= 295.8 milibar

Untuk mendapatkan kehilangan tekanan pada jajaran paip ini, jumlah kehilangan dalam paip hendaklah ditolak dengan *static head gain* bagi sistem ini pada aras ini iaitu aras besmen, 0m.

- a) *Static Head Gain* = 0 milibar
- b) Perbezaan = 295.8 milibar – 0 milibar
= **295.8 milibar**

Hasilnya, jumlah perbezaan di antara kehilangan dalam paip (*pipe losses*) dan *static head gain* adalah 250.7 milibar. Oleh itu, jumlah perbezaan kehilangan tekanan dalam paip untuk kadar alir rekabentuk (*design flowrate*) masih tidak melebihi 500 milibar.

Di bawah adalah controh pengiraan hidraulik dalam format jadual pada *design point* menggunakan perisian Microsoft Excel seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.12.

JADUAL 4.12: JADUAL PENGIRAAN HIDRAULIK

Area of point	Pipe size	Pipe length	No. of turns	Equiv. factor pipe length (OH)	Equiv. pipe length of turns	Total pipe length of turns	Pressure Loss per length (Jadual 4.11)	Pressure Loss in Pipe	Static head gain	Total Pressure Loss in Pipe	
	mm	m	nos	m	m	m	mbar/m	mbar	mbar	mbar	
CV-A	150	100	10	3	30	130	0.66	85.8			
	100	0	0	3	0	0	4.40	0.00			
	80	0	0	3	0	0	16.00	0.00			
A-DP	65	3	1	3	3	6	35.00	210.0			
	TOTAL								295.8	0	295.8

5. LUKISAN TENDER

Lukisan tender dikeluarkan untuk tujuan tender hendaklah menunjukkan lokasi, keperluan dan skop kerja projek.

Lukisan tender hendaklah terdiri daripada senarai lukisan, pelan tapak, pelan lantai (susunatur), lukisan skematik, nota dan perincian seperti lukisan di lampiran. Kesemua lukisan tersebut kebiasaannya mengandungi maklumat berikut:

- a) Dimensi;
- b) Jenis bahan yang digunakan;
- c) Skala (kebiasaannya pada 1:100);
- d) *Legend*;

6. CONTOH REKABENTUK

Bagi memberi penerangan yang lebih terperinci, satu contoh rekabentuk sistem *sprinkler* yang merupakan projek sebenar yang telah siap diserahkan kepada pelanggan dan telah mendapat kelulusan dari pihak berkuasa tempatan ditunjukkan seperti tajuk berikutnya.

6.1 Projek Kompleks Pekan Rabu, Alor Setar Kedah

Projek bangunan Kompleks Pekan Rabu, Alor Setar Kedah adalah projek pengubahsuaian bangunan sediaada secara menyeluruh bertujuan untuk memberi keselesaan kepada peniaga dan pelanggan yang datang untuk melawat dan membeli belah.

Berikut adalah ciri-ciri bangunan Kompleks Pekan Rabu yang diambil kira semasa penentuan sistem pencegah kebakaran:

- i. **Jenis bangunan** - **Kompleks perniagaan (Terdiri daripada ruang niaga, kedai-kedai jualan dan kedai makan serta parkir di besmen)**

- ii. **Tinggi bangunan** - **30 meter**
- iii. **Keluasan lantai** - **18,704 meter per segi (m²)**

Sistem pencegah kebakaran yang dicadangkan untuk Kompleks Pekan Rabu seperti yang ditakrifkan oleh UBBL pada Part VIII, Klausa 225 (1) 1988 dan *Tenth Schedule* (sila rujuk Lampiran 1), sistem pencegah kebakaran yang perlu dipasang salah satunya adalah sistem *sprinkler*.

Penetapan keperluan tahap bahaya sistem sprinkler bagi Projek Kompleks Pekan Rabu dengan ketinggian 30m adalah *Ordinary Hazard Class 3 (OH 3)* (OH III 30M: 15<h ≤ 30) (Sila rujuk Lampiran 2).

6.1.1 Pengiraan Bagi Rekabentuk Dan Saiz Tangki Dan Pam

Merujuk kepada MS 1910:2017, saiz tangki dan pam telah dikategorikan mengikut *hazard class*. Oleh itu berikut adalah kriteria teknikal tangki dan pam yang telah digunapakai dengan merujuk kepada kedua-dua piawaian seperti dalam klausa 6.1 dokumen ini:

- i. Minimum saiz tangki adalah 160 m³ (sila rujuk Lampiran 4, *Minimum water volume for pre-calculated LH and OH systems*)
- ii. Pam dengan *flow characteristic* bertekanan 4.4 bar pada 'C' gauge @ 1350 L/min ketika aliran tinggi dan tekanan 4.7 bar pada 'C' gauge @ 1100 L/min ketika aliran rendah; (sila rujuk Lampiran 7, *Pressure and flow requirements for pre-calculated LH and OH systems*);
- iii. Jumlah liputan kawasan maksimum untuk *sprinkler point* adalah 12m².

Menurut garis panduan *Guide to Fire Protection in Malaysia*, jenis tangki yang dibenarkan untuk dipasang bagi sistem *sprinkler* adalah samada dari jenis *pressed steel (hot dipped galvanised)*, *fibre reinforced polyester* atau *concrete*.

Tangki jenis *hot dipped galvanised steel* dipilih untuk projek ini, mengikut spesifikasi JKR.

6.1.2 Rekabentuk Tangki

Walaupun kapasiti bagi tangki telah ditetapkan berdasarkan kepada Lampiran 4, rekabentuk tangki masih perlu dilakukan bagi mendapatkan saiz tangki nominal yang sesuai untuk dipasang di dalam bilik mekanikal.

Berdasarkan kepada minimum kapasiti tangki, rekabentuk tangki adalah seperti berikut:

- i. Kapasiti tangki: 160 m³ @ 160,000 liter;
- ii. 160,000 liter adalah kapasiti efektif yang diperlukan oleh sistem *sprinkler* untuk beroperasi sepenuhnya jika berlaku kebakaran, iaitu merujuk kepada *bottom water level* (BWL) dan *top water level* (TWL);
- iii. Mengambil kira faktor rekabentuk dan pemasangan tangki yang mempunyai saluran masuk dan keluar pada aras tertentu, anggaran 15% daripada keseluruhan kapasiti air di dalam tangki akan kekal didalamnya;
- iv. Oleh itu, kapasiti nominal iaitu kapasiti keseluruhan tangki yang diperlukan bagi sistem ini adalah:

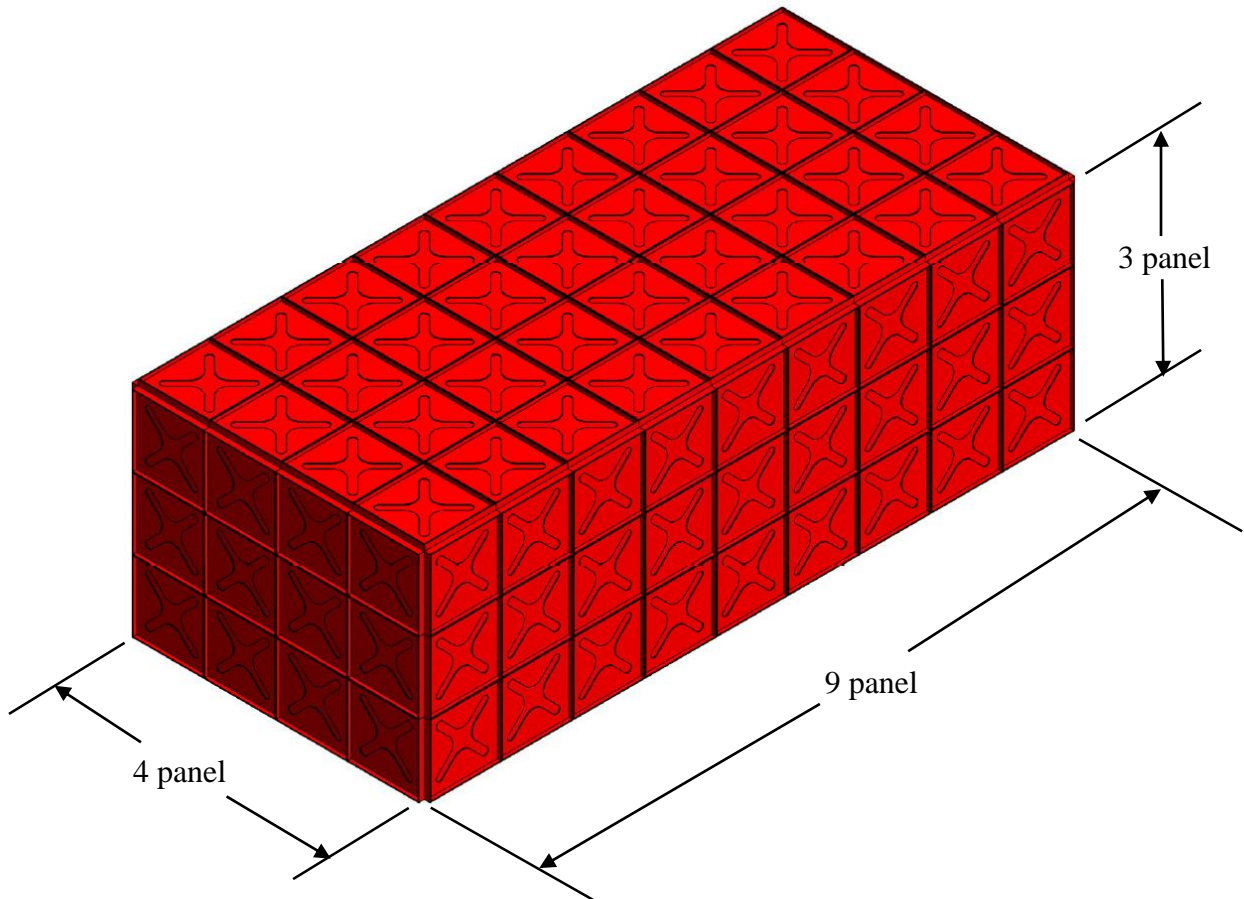
$$= \frac{160}{0.85} = 188.24 \text{ m}^3$$

Dari kapasiti nominal 188.24 m³, saiz tangki yang diperlukan adalah:

$$\begin{aligned} 1 \text{ panel } \textit{hot dipped galvanised steel} &= 1.22 \times 1.22 \times 1.22 \text{ m} \\ &= 1.81 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$= \frac{184}{1.81} = 102 \text{ panel}$$

Saiz tangki = 9 m (Panjang) x 4 m (Lebar) x 3 m (Tinggi)
= 108 panel
= 194.4 m³ atau 194,400 liter



RAJAH 6.1: SUSUNAN SAIZ TANGKI SISTEM *SPRINKLER* UNTUK *HAZARD CLASS OH3*

6.1.3 Rekabentuk Pam

Berdasarkan piawaian dan garis panduan untuk merekabentuk sistem sprinkler, kapasiti pam telah ditetapkan seperti di dalam Lampiran 6, *Minimum pump characteristic for LH and OH (pre-calculated system)*. Keperluan tekanan dan kadar alir pam adalah seperti di bawah;

a) Tekanan pada kadar alir nominal 2,700L/min @ 'A' gauge *pump outlet* adalah:

$$Pressure = 2.0 \text{ bar}$$

b) Tekanan pada kadar alir rekabentuk 1,100 L/min @ 'C' gauge *control valve set* adalah:

$$Pressure = 4.7 \text{ bar}$$

c) Tekanan pada kadar alir rekabentuk maksima 1,350 L/min @ 'C' gauge *control valve set* adalah:

$$Pressure = 4.4 \text{ bar}$$

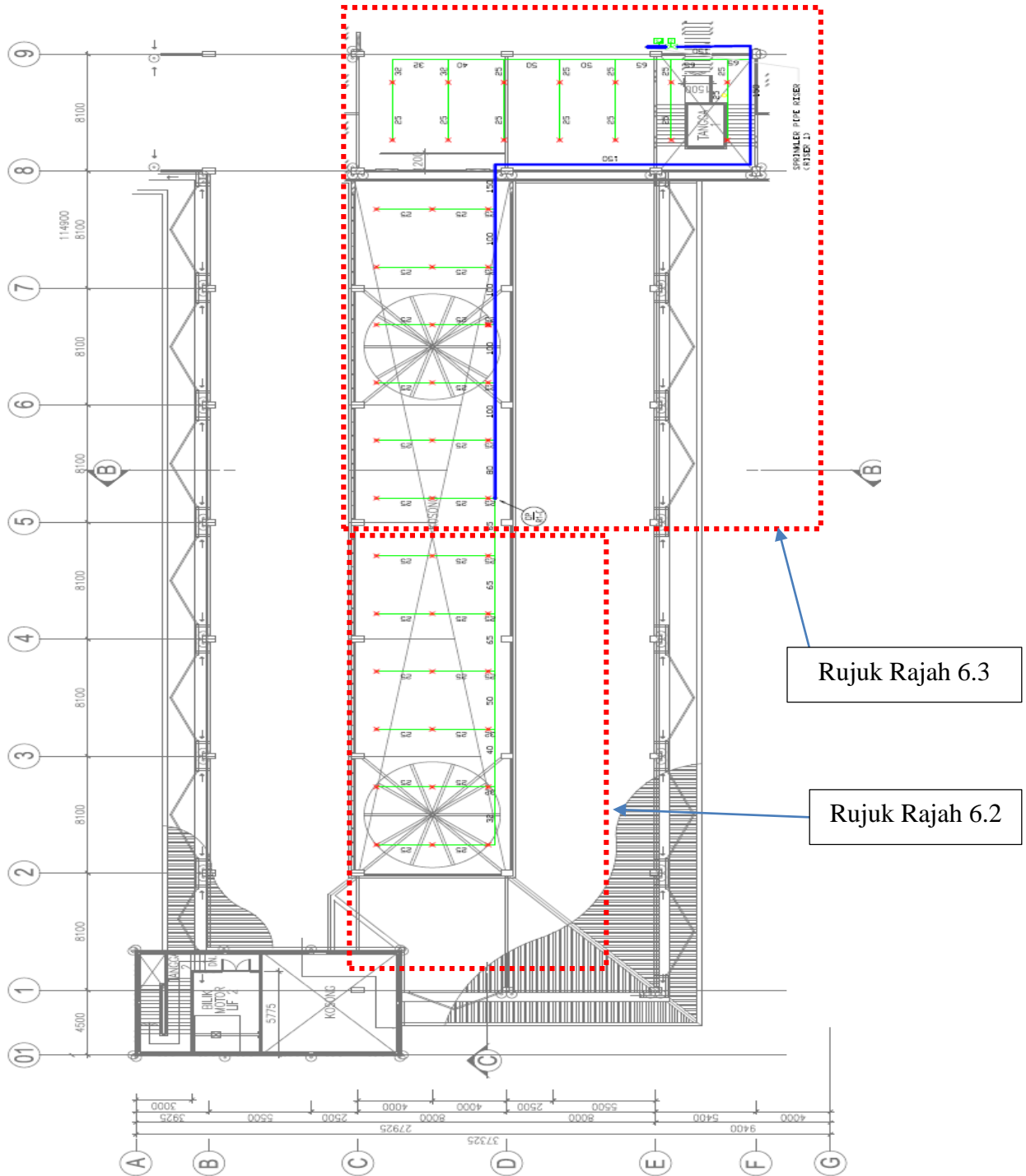
Daripada kapasiti pam yang telah ditetapkan seperti dalam Jadual 6.1, spesifikasi teknikal pam yang bersesuaian boleh dipilih daripada beberapa jenis jenama pam yang terdapat di dalam pasaran.

JADUAL 6.1: KEPERLUAN *SPRINKLER PUMP* PROJEK PEKAN RABU

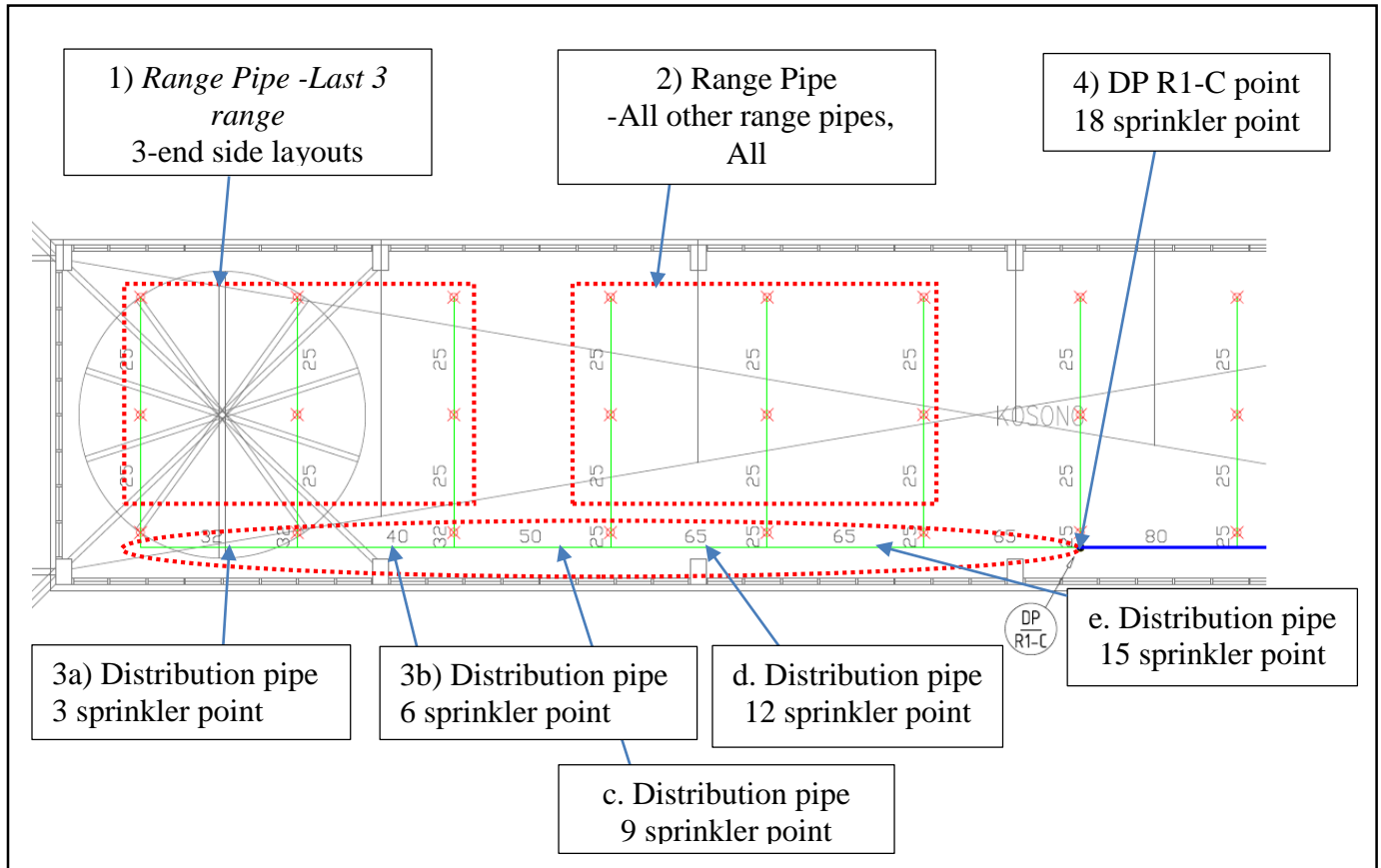
<i>Description of pump</i>	<i>End Suction</i>
<i>Nominal pumping capacity</i>	2700 l/m @ 2.0 bar
<i>Pump characteristic at high flow</i>	1100 l/min @ 4.7 bar
<i>Pump characteristic at low flow</i>	1350 l/min @ 4.4 bar

6.1.4 Penetapan Susunan Sprinkler Point, Design Point dan Control Valve Set

Penetapan bagi 1 *design point* dan 1 *supply point* pada *control valve set* adalah seperti berikut:



a) Pengiraan saiz paip secara *pre-calculated* pada *design point* (DP R1-C).



RAJAH 6.2: PENGIRAAN REKABENTUK DIAMETER RANGE PIPE DAN DISTRIBUTION PIPE DI *design point* DP R1-C (Semua Saiz Paip Adalah Dalam Milimeter Diameter)

Range pipe

1) *3 end side layout*

Diameter paip untuk 2 *sprinkler point* = 25mm

Diameter paip untuk 1 *sprinkler point* = 32mm

2) *All other range pipes, All*

Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 25mm

Distribution pipe

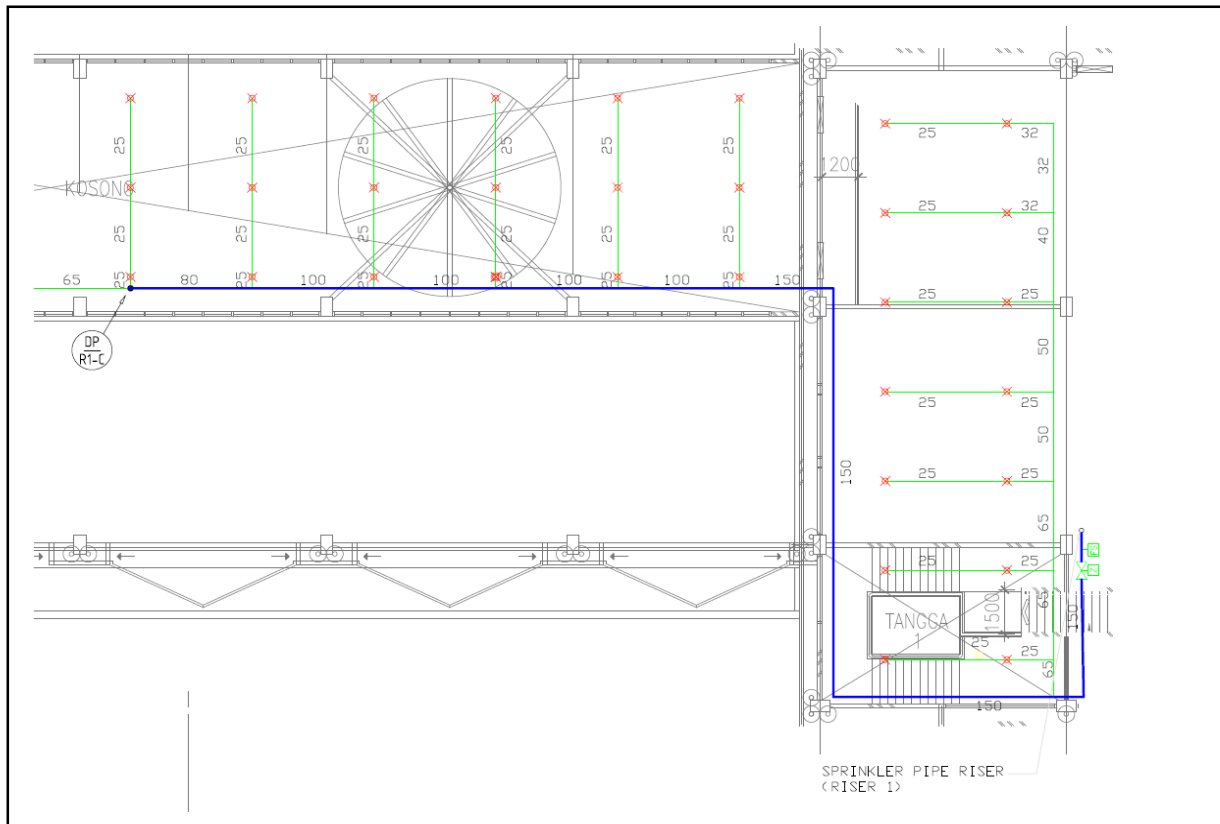
3) All others

- a) Diameter paip untuk 3 *sprinkler point* = 32mm
- b) Diameter paip untuk 6 *sprinkler point* = 40mm
- c) Diameter paip untuk 9 *sprinkler point* = 50mm
- d) Diameter paip untuk 12 *sprinkler point* = 65mm
- e) Diameter paip untuk 15 *sprinkler point* = 65mm

4) Design point

- Diameter paip untuk 18 *sprinkler point* = 65mm

b) Pengiraan paip secara hidraulik *pipe losses* bagi penyambungan paip antara *design point* dan *Control valve set*.



RAJAH 6.3: PENGIRAAN REKABENTUK PAIP DARIPADA CONTROL VALVE SET HINGGA *design point* DP R1-C (Semua Saiz Paip Adalah Dalam Milimeter Diameter)

Panjang paip dari *design point* ke *control valve set* mengikut diameter:

- e) 150 mm = 110.9 m
- f) 100 mm = 19.1 m
- g) 80 mm = 4 m
- h) 65 mm = 0 m

Jumlah *turns* untuk jajaran ini mengikut diameter paip:

- e) 150 mm = 11
- f) 100 mm = 0
- g) 80 mm = 0
- h) 65 mm = 0

Jumlah panjang paip setara bagi setiap *turns* – iaitu jumlah *turns* di darab dengan faktor panjang paip setara iaitu (*Equivalent factor Pipe length*) bagi setiap *turns* untuk semua saiz paip adalah 3m:

- e) 150 mm : 11 x 3 m = 33 m
- f) 100 mm : 0 x 3 m = 0 m
- g) 80 mm : 0 x 3 m = 0 m
- h) 65 mm : 0 x 3 m = 0 m

Jumlah panjang iaitu jumlah bagi panjang paip dari *design point* ke *control valve set* di tambah dengan jumlah panjang paip setara bagi setiap pusingan (*Total equivalent pipe length*):

- e) 150 mm : 110.9 m + 33 m = 143.9 m
- f) 100 mm : 19.1 m + 0 m = 19.1 m
- g) 80 mm : 4.0 m + 0 m = 4 m
- h) 65 mm : 0.0 m + 0 m = 0 m

Jumlah kehilangan dalam paip (*pipe losses*) diperolehi dengan cara jumlah panjang paip di darab dengan faktor kehilangan tekanan paip per meter (*pressure loss per metre*) untuk galvanised pipe (*heavy grade*) adalah seperti yang diberikan di dalam Jadual 4.11.

e) 150 mm	:	143.9 m x 0.68 mb/m	= 97.85 milibar
f) 100 mm	:	19.1 m x 4.8 mb/m	= 91.68 milibar
g) 80 mm	:	4 m x 18 mb/m	= 72 milibar
h) 65 mm	:	0 m x 39 mb/m	= 0

Jumlah kehilangan dalam paip
= 261.53 milibar

Penentuan *static head gain* bagi *design point* ini adalah terletak pada aras bumbung, iaitu terletak 1 meter di bawah *sprinkler point* paling tinggi. Oleh sebab itu, *static head gain* bagi aras ini adalah bersamaan 1 meter = 98 milibar.

Oleh itu, kehilangan tekanan pada jajaran paip ini, perbezaan kehilangan dalam paip dan *static head gain* bagi sistem ini adalah;

$$\begin{aligned} &= 261.53 \text{ milibar} - (98 \text{ milibar}) \\ &= \mathbf{163.53 \text{ milibar}} \end{aligned}$$

Hasilnya, jumlah perbezaan di antara kehilangan dalam paip (*pipe losses*) dan *static head gain* adalah **163.53 milibar**. Oleh itu, jumlah perbezaan kehilangan tekanan dalam paip untuk kadar alir rekabentuk (*design flowrate*) masih tidak melebihi 500 milibar.

Berikut adalah sebahagian daripada jadual lengkap pengiraan hidraulik bagi *design point* DP R1-C menggunakan perisian Microsoft Excel seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.2.

JADUAL 6.2: JADUAL PENGIRAAN HIDRAULIK

Statement of Distribution Pipe Losses Between the Various Design Points and The Installation Valve.

Hazard Class : Ordinary Hazard Class III
(30m)

Project : PEKAN RABU, ALOR SETAR,
KEDAH

Block : Bangunan 4 tingkat (With 1 1/2 Storey
Car Parks)

Area of point	Pipe size	Pipe length	No. of turns	Equiv. factor pipe length (OH)	Equiv. pipe length of turns	Total pipe length of turns	Pressure Loss per length (Jadual 4.11)	Pressure Loss in Pipe	Static head gain	Total Pressure Loss in Pipe	
	mm	m	nos	m	m	m	mbar/m	mbar	mbar	mbar	
Aras Bumbung Design Point 'R1-C' (RISER 1) Aras Bumbung	150	110.9	11	3	33	143.9	0.68	97.85			
	100	19.1	0	3	0	19.1	4.80	91.68			
	80	4	0	3	0	4	18.00	71			
	65	0	0	3	0	0	39.00	0			
	TOTAL								261.53	98	163.53

7. RUJUKAN

- a) Malaysian Standard; MS 1910:2017 - *Fixed Fire Fighting Systems – Automatic Sprinkler Systems – Design, Installation and Maintenance*;
- b) *Uniform Building By-Laws 1984 (UBBL) (Version 2015)*;
- c) *Guide to Fire Protection in Malaysia* (2nd ed.) (2006) IFEM;
- d) *Mechanical System Design and Installation Guidelines for Architects and Engineers* (Revised Edition 2018) JKR; dan
- e) Spesifikasi Teknikal JKR.

Lampiran 1: KEPERLUAN PEMASANGAN SISTEM SPRINKLER DIDALAM UBBL 1984

TENTH SCHEDULE

**TABLE OF REQUIREMENT FOR FIRE EXTINGUISHMENT
ALARM SYSTEM AND EMERGENCY LIGHTING**

(By-law 226(1), 237(1))

Occupancy Hazard	Extinguishing System Note 2	Fire Alarm System Note 3	Emergency Lighting Note 4
II. INSTITUTIONAL:			
1. Educational Occupancies (vii) Building with Central Air-conditioning exceeding 1000 sq. m	AG	2	b or c
1. Hospital and Nursing Homes			
(ii) In-patient Treatment:			
(b) Not exceeding 250 sq. m per floor:	AG	3	b or c
(be) 18m and over			
(c) Exceeding 250 sq. m per floor: 5 storeys and over	AG	3	b
III. OTHER RESIDENTIAL:			
1. Hotels			
(i) Open design balcony approach with open staircase with extended lobby or tower staircase:			
(e) 11 storeys and over	AG	2	c
(ii) Other Designs			
(e) 51 rooms and over 4 storeys and above	AG	2	c
(f) Exceeding 18m	AG	2	c
2. Hotels and Dormitories			
(c) (iv) 11 storeys and over	AG	2	c
(b) (i) Open balcony approach 11 storeys and over and for other designs 6 storeys and over	AG	2	c
3. Modified Requirement For Flats			
(e) Central air-conditioning system 10 storeys and over	AG	2	c
IV. OFFICES			
4. Exceeding 30 m or 10000 sq. m	AG	2	c
V. SHOP			
2. Single Storeys			

Occupancy Hazard	Extinguishing System Note 2	Fire Alarm System Note 3	Emergency Lighting Note 4
(d) 2000 sq. m	AG	2	a
3. Two Storeys (Total Floor Area)	AG	2	a
(d) 2000 sq. m and over			
Three storeys and above			
(c) 3000 sq. m and over	AG	2	c
V. FACTORY			
3. Two Storeys Each floor built as separate Compartment single or terrace type Construction.			
(d) Exceeding 1000 sq. m per floor area	AG	1&2	a
4. Flatted Factories Block Development Open Balcony Approach.			
(a) 2 storeys and over			
(iv) Compartment exceeding 7000 cu.m	AG	2	c
(b) Three storeys to 5 storeys With any compartment size exceeding 7000 cu.m	AG	2	c
(c) 6 storeys and over	AG	2	c
5. Special Structure			
(b) Hazardous processes	A	2	a
VII. PLACE OF ASSEMBLY			
1. Class A and B below the level of exit Discharge	A&G	2	b
2. Stage with fly galleries gridirons and riggings for moveable theatre-type scene	A&G	2	b
3. Hazardous areas	A	--	a
VIII. STORAGE AND GENERAL			
2. General			
(a) Single storey			
(ii) More than 7000 cu. M	A	2	a
(b) Two storey and over			
(ii) 1000 sq. m and over	A	2	a

NOTE 2 :

The letters in the second column of this Schedule refer to the types of fixed extinguishing system, as follows :

A – Automatic Sprinklers

G – Hose Reel

1 – Automatic Fire Detectors System

2 – Manual Electrical Fire Alarm System

a – Signal point units

b – Central Battery

c – Generators

Sumber: *Uniform Building By-Law 1984 (Versi 2015)*

Lampiran 2: KLASIFIKASI HAZARD CLASS

Table A1. Light Hazard occupancies

Light hazard occupancies

Schools and other educational institutions (certain areas)
Offices (certain areas)

Table A2. Ordinary Hazard occupancies

Occupancy	Ordinary Hazard Class			
	OH1	OH2	OH3	OH4
Ceramics and glass			- glass factories	
Chemicals	- cement works	- chemical works (ordinary) - photographic film factories - photographic laboratories	- dyers works - soap factories	- candle wax factories - match factories - paint application shops
Engineering	- sheet metal product factories - jewellery factories	- engineering works including light metal works	- electronic factories - radio equipment factories - refrigerator factories - washing machine factories - motor vehicle manufacturing and assembly plants	
Food and beverages	- abattoirs - dairies	- bakeries - biscuit factories - breweries - chocolate factories - confectionery factories	- animal fodder factories - corn mills - dehydrated vegetable and soup factories - sugar factories	- alcohol distilleries
Miscellaneous	- hospitals and nursing homes - hostels - hotels and hotel rooms - libraries (excluding book stores)	- apartments and condominiums - laboratories (physical) - laundries - museums	- broadcasting studios - car parks - car workshop - plant rooms - railway stations	- cinemas and theatres - concert halls - exhibition halls - tobacco factories

Occupancy	Ordinary Hazard Class			
	OH1	OH2	OH3	OH4
	<ul style="list-style-type: none"> - restaurants - schools & colleges 			

Table A2. Ordinary Hazard occupancies (continued)

Occupancy	Ordinary Hazard Class			
	OH1	OH2	OH3	OH4
Paper			<ul style="list-style-type: none"> - book binding factories - cardboard factories - paper factories - printing works 	- waste paper processing
Rubber and plastics			<ul style="list-style-type: none"> - cable factories - injection moulding (plastics) plastics factories and plastic goods (excluding foamed plastics) - rubber goods factories - synthetic fibre factories (excluding acrylic) - vulcanisation works 	
Retail and offices	<ul style="list-style-type: none"> - data processing (computer room, excluding tape storage) - offices 		<ul style="list-style-type: none"> - departmental stores - shopping centres and complexes 	
Textiles and clothing		- leather goods factories	<ul style="list-style-type: none"> - carpet factories (excluding rubber and foam plastics) - cloth and clothing factories - fibre board factories - footwear factories - knitting factories - linen factories - mattress factories (excluding foam plastics) - sewing factories - weaving mills - woollen and worsted 	<ul style="list-style-type: none"> - cotton mills - flax preparation plants - hemp preparation plants

Occupancy	Ordinary Hazard Class			
	OH1	OH2	OH3	OH4
			mills	
Textiles and clothing		- leather goods factories	<ul style="list-style-type: none"> - carpet factories (excluding rubber and foam plastics) - cloth and clothing factories - fibre board factories - footwear factories - knitting factories - linen factories - mattress factories (excluding foam plastics) - sewing factories - weaving mills - woollen and worsted mills 	<ul style="list-style-type: none"> - cotton mills - flax preparation plants - hemp preparation plants
Timber and wood			<ul style="list-style-type: none"> - woodworking factories - furniture factories (without foam plastics) - furniture showrooms - upholstery plastics) factories (without foam) 	<ul style="list-style-type: none"> - saw mills - chipboard factories - plywood factories
NOTE. Where there is painting or other similar high fire load areas in a OH1 or OH2 occupancy, they shall be treated as OH3.				

Table A3. High Hazard Process occupancies

HHP1	HHP2	HHP3	HHP4
<ul style="list-style-type: none"> - floor cloth and linoleum varnish manufacture - paint, colour, and manufacture - resin, lamp black and turpentine manufacture - rubber substitute manufacture - wood wool manufacture 	<ul style="list-style-type: none"> - fire lighter manufacture - manufacture of material factor M3 (see Table B1 foam plastics, foam rubber and foam rubber goods manufacture (excluding M4 see Table B1) - tar distilling - depots for buses, unladen lorries and railway carriages 	<ul style="list-style-type: none"> - cellulose nitrate manufacture 	<ul style="list-style-type: none"> - firework manufacture excluding storage

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems- Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Annex A)

Lampiran 3: CONTOH SENARAI SEMAK REKABENTUK SISTEM SPRINKLER

<i>Nos.</i>	<i>Item</i>	<i>Clauses reference (MS1910:2017)</i>	<i>Design Description**</i>
1	<i>Classification of fire Hazard</i>	<i>Annex A Table A.2</i>	<i>Ordinary Hazard: OH3, 30m</i>
2	<i>Installation Type</i>	<i>Clause 10.1.1</i>	<i>Wet</i>
3	<i>Design density</i>	<i>Clause 6.1 Table 3</i>	<i>5.0 mm/min</i>
4	<i>Design area of operation</i>	<i>Clause 6.1 Table 3</i>	<i>216m</i>
5	<i>Type of water supply</i>	<i>Clause 8.2</i>	<i>Storage tank</i>
6	<i>Design water supply capacity</i>	<i>Clause 8.2.2.2 Table 9</i>	
7	<i>Duration of water supply</i>	<i>Clause 7.1.1</i>	<i>60 min</i>
8	<i>Hydraulic calculation</i>	<i>Clause 12.3</i>	<i>Pre - calculated</i>
9	<i>Sprinkler Type</i>	<i>Clause 13.2 Table 37</i>	<i>Conventional, spray, ceiling, flush, flat spray, Recessed concealed and sidewall</i>
10	<i>Sprinkler Temperature rating</i>	<i>Clause 13.4 Table 38</i>	<i>68°C</i>
11	<i>Design coverage area</i>	<i>Clause 11.2 Table 18</i>	<i>12 m² per sprinkler</i>
12	<i>Sprinkler spacing</i>	<i>Clause 11.2 Table 18</i>	<i>4.0 m - standard Layout (S & D)</i>
13	<i>Sprinkler K Factor</i>	<i>Clause 13.2 Table 37</i>	<i>80</i>
14	<i>Pipe material</i>	<i>Clause 16</i>	<i>Galvanized Iron - Class C</i>
15	<i>Total number of alarm control valve</i>	<i>Clause 10.1.3 Table 16 Annex 0</i>	

** = contoh deskripsi rekabentuk.

Lampiran 4: MINIMUM WATER VOLUME FOR PRE -CALCULATED LH AND OH SYSTEMS

Class	Height <i>h</i> of the highest sprinkler above the lowest sprinkler (see note) (m)	Minimum water volume (m³)
LH (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	9
	$15 < h \leq 30$	10
	$30 < h \leq 45$	11
OH1 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	55
	$15 < h \leq 30$	70
	$30 < h \leq 45$	80
OH1 (Dry)	$h \leq 15$	105
OH2 (Wet or pre-action)	$15 < h \leq 30$	125
	$30 < h \leq 45$	140
OH2 (Dry)	$h \leq 15$	135
OH3 (Wet or pre-action)	$15 < h \leq 30$	160
	$30 < h \leq 45$	185
OH3 (Dry)	$h \leq 15$	160
OH4 (Wet or pre-action)	$15 < h \leq 30$	185
	$30 < h \leq 45$	200
OH4 (Dry)	Use HH protection	
NOTE. Sprinklers in the sprinkler valve room should not be considered in calculating the height of the highest sprinkler above the lowest sprinkler.		

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 9)

Lampiran 5: MINIMUM WATER VOLUME FOR PRE -CALCULATED HHP AND HHS SYSTEMS

Design density not exceeding (mm/min)	Minimum water volume (m ³)	
	Wet systems	Dry systems
7.5	225	280
10.0	275	345
12.5	350	440
15.0	425	530
17.5	450	560
20.0	575	720
22.5	650	815
25.0	725	905
27.5	800	1 000
30.0	875	1 090

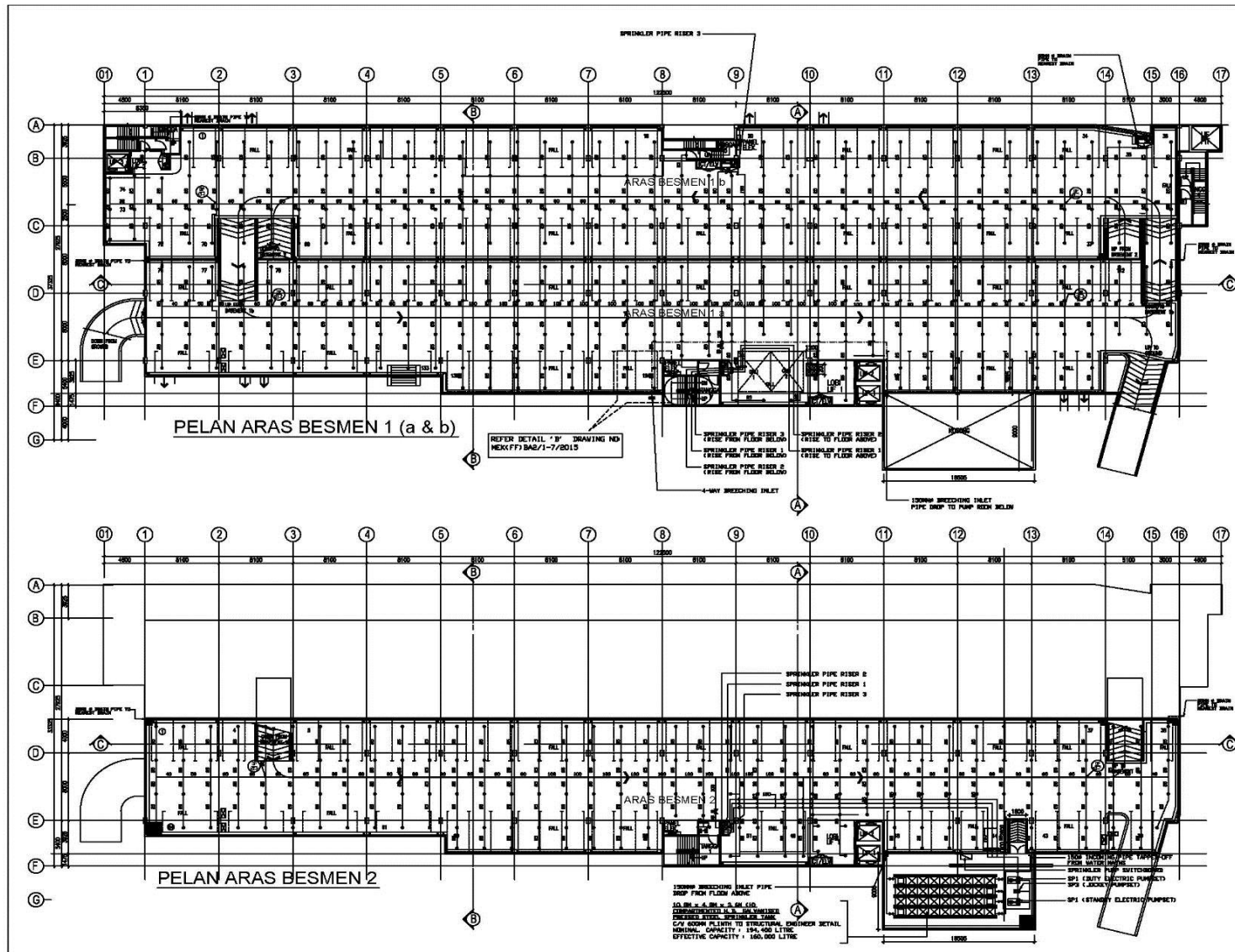
Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems-Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 10)

Lampiran 6: MINIMUM PUMP CHARACTERISTICS FOR LH AND OH (PRE - CALCULATED SYSTEMS)

Hazard class	Sprinkler height <i>h</i> above the control valve set(s) (m)	Pump nominal data		Flow characteristic (see NOTE)			
		Pressure at pump outlet 'A' gauge (bar)	Flow (l/min)	Max. demand flow		Design flow	
				Pressure at 'C' gauge (bar)	Flow (l/min)	Pressure at 'C' gauge (bar)	Flow (l/min)
LH (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.5	300	3.7	225	-	-
	$15 < h \leq 30$	1.8	340	5.2	225	-	-
	$30 < h \leq 45$	2.3	375	6.7	225	-	-
OH1 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.2	900	2.2	540	2.5	375
	$15 < h \leq 30$	1.9	1 150	3.7	540	4.0	375
	$30 < h \leq 45$	2.7	1 360	5.2	540	5.5	375
OH1 (Dry) OH2 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.4	1 750	2.5	1 000	2.9	725
	$15 < h \leq 30$	2.0	2 050	4.0	1 000	4.4	725
	$30 < h \leq 45$	2.6	2 350	5.5	1 000	5.9	725
OH2 (Dry) OH3 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.4	2 250	2.9	1 350	3.2	1 100
	$15 < h \leq 30$	2.0	2 700	4.4	1 350	4.7	1 100
	$30 < h \leq 45$	2.5	3 100	5.9	1 350	6.2	1 100
OH3 (Dry) OH4 (Wet or pre-action)	$h \leq 15$	1.9	2 650	3.0	2 100	3.5	1 800
	$15 < h \leq 30$	2.4	3 050	4.5	2 100	5.0	1 800
	$30 < h \leq 45$	3.0	3 350	6.0	2 100	6.5	1 800

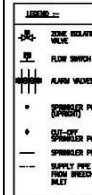
NOTE. The flow characteristic pressures shown are as measured at the 'C' gauge of the control valve set(s).

Sumber : Jabatan Standard Malaysia. (2017). MS1910 (*Fixed Firefighting Systems- Automatic Sprinkler System – Design, Installation and Maintenance (First Revision)*) (Table 16)



NOTA PENENTUAN

1. This is a tender drawing and should not be taken as a working drawing.
2. The successful tenderer shall be required to submit working drawings for approval before carrying out any work at site.
3. The successful tenderer shall advise their work with site conditions.
4. For other notes, refer to specification.
5. The successful tenderer shall be required to appoint a Professional Engineer (PE) for submission to relevant authorities (DOKMA Malaysia) as a Submitting Person. The work to be carried out by the Professional Engineer (PE) shall include all relevant works to obtain Certificate of Completion and Consolence (CCC) for Fire Fighting System of this project.



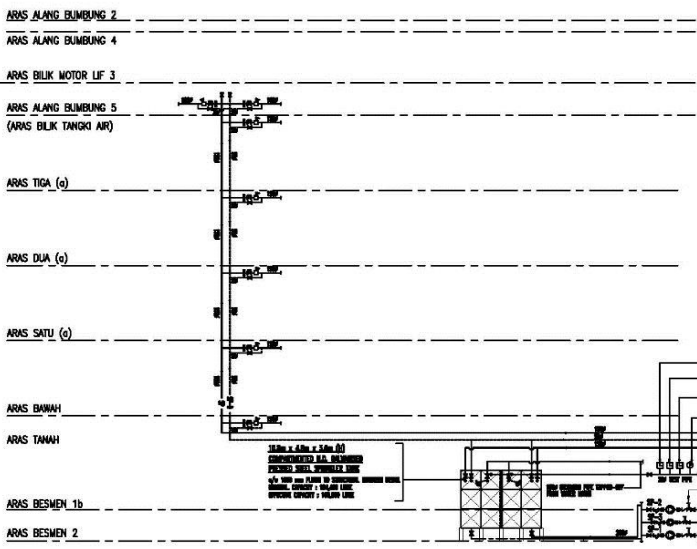
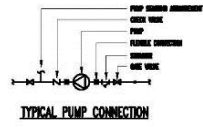
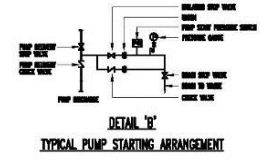
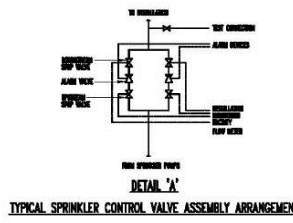
CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL DISAHKAN

PEMBANGUNAN KAWAN CANTONAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
 H: SYED ABULLAH BIN SYED ABD. RAHMAN
 PEMBANGUNAN KAWAN CANTONAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL
 H: ISHAK BIN ABAS
 AJARAN MEKANIK, PENANGKAPAN AIR
 H: AMINUCAN BIN MOHD MASHURDIN
PROJEK
 SISTEM PENCEGAH KEBAKARAN UNTUK MEROBOH DAN MEMBAWA SEMULA KOMPLEKS PEKAN RABU, ALOR SETAR, KEDAH

WAJIB
 • SPRINKLER SYSTEM

PELAN ARAS BESMEN 1 (a & b)
 PELAN ARAS BESMEN 2

NO. DOKUMEN	MEK (FF) BA2/1-2/2015
NO. REVISI	01
NO. DOKUMEN	MEK (FF) BA2/1-2/2015
NO. REVISI	01
NO. DOKUMEN	MEK (FF) BA2/1-2/2015
NO. REVISI	01



RAJAH SKEMA PAIP
158/2015

PUMP NO	PUMP	LOCATION	PUMP CAPACITY (L/min)	DESIGN FLOW				TYPE	PUMP HEAD (m)	PUMP EFFICIENCY (%)		
				DESIGN FLOW (L/min)	DESIGN FLOW (m³/hr)	DESIGN FLOW (m³/day)	DESIGN FLOW (m³/month)					
SP-1	SPRINKLER PUMP	SPRINKLER PUMP ROOM	600	2.8	270	6.4	150	4.2	100	30	2000	4000000
SP-2	SPRINKLER PUMP	SPRINKLER PUMP ROOM	600	2.8	270	6.4	150	4.2	100	30	2000	4000000
SP-3	SPRINKLER PUMP	SPRINKLER PUMP ROOM	600	2.8	270	6.4	150	4.2	100	30	2000	4000000

PUMP NO	PUMP	PUMP CONTROL
SP-1	SPRINKLER PUMP	MANUAL
SP-2	SPRINKLER PUMP	MANUAL
SP-3	SPRINKLER PUMP	MANUAL

NOTA PENENTUAN

- This is a tender drawing and should not be taken as a working drawing.
- The successful Tenderer shall be required to submit working drawing for approval before carrying out any work at site.
- The successful tenderer shall make their work with the condition.
- For other notes, refer to specifications.
- The successful tenderer shall be required to appoint a Professional Engineer (PE) for submission to relevant authorities (BERKAS Malaysia) as a Submitting Person. The work to be carried out by the Professional Engineer (PE) shall include of relevant works to obtain Certificate of Completion and Compliance (CCC) for Fire Fighting System of this project.

LEGEND :

- P — PUMP HEAD
- M — MOUNTING BRACKET
- F — FIRE FLAME
- S — SMOKE SENSITIVE
- A — ALARM SIGNAL
- C — CONTROL VALVE
- R — RISE PIPE
- H — HYDRANT HEAD
- S-H — SPRINKLER HEAD (STANDARD)
- S-L — SPRINKLER HEAD (LOW PROFILE)
- A-M — ALARM IN BOX

JKR
KEJUTERAAN MEKANIKAL

PEJABAT PENGARAH BAHAGI KEJUTERAAN MEKANIKAL
SUKSES BERKAS MALAYSIA
TUNGGAL BANGSA, BLOK 9
NO. 10, JALAN SULTAN SALAHUDDIN
60000 KUALA LUMPUR

CAWANGAN KEJUTERAAN MEKANIKAL

DISAHKAN

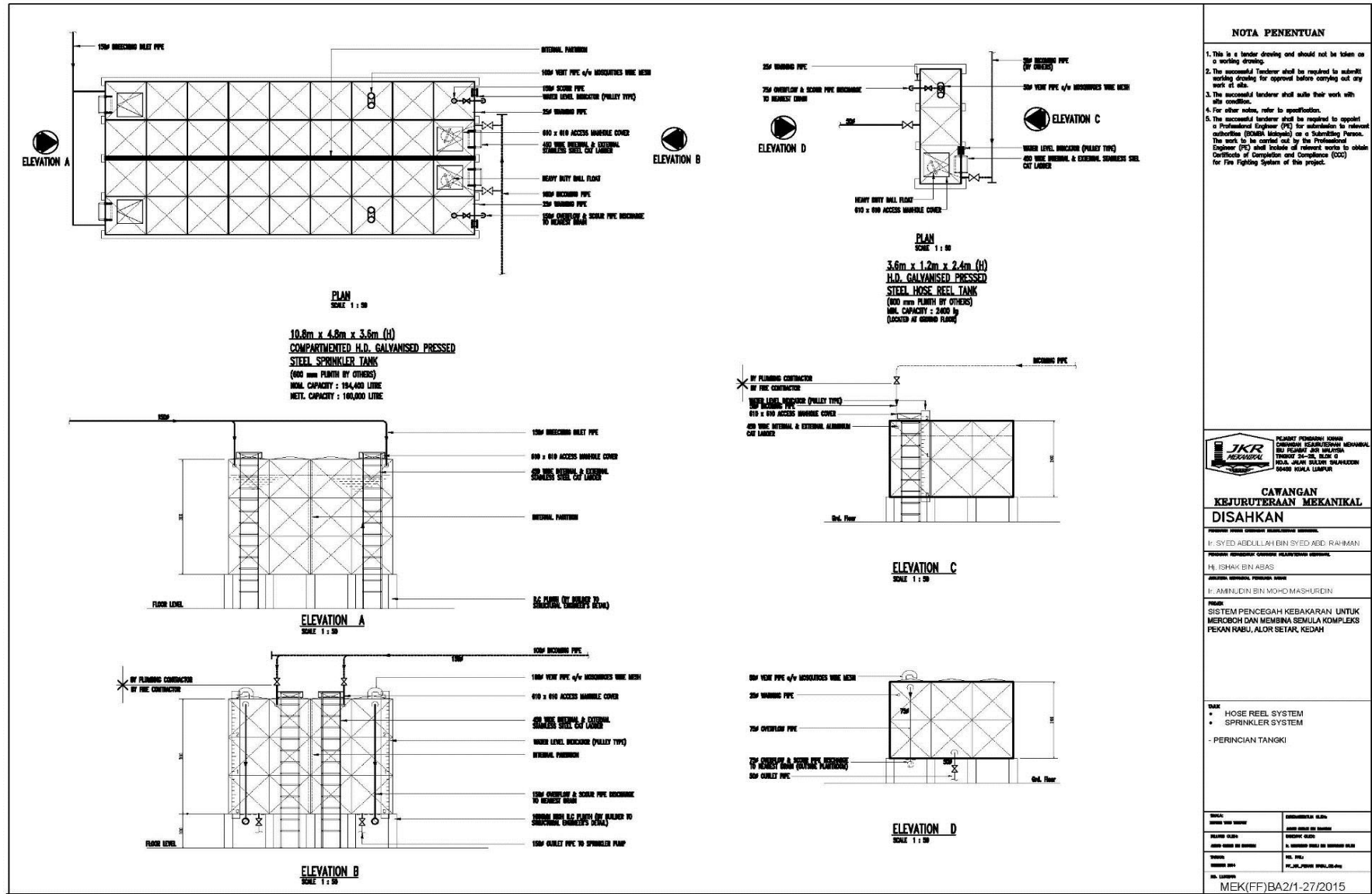
PEJABAT BAHAGI KEJUTERAAN MEKANIKAL
I: SYED ABDULLAH BIN SYED ABD. RAHMAN
PEJABAT BAHAGI KEJUTERAAN MEKANIKAL
H: ISHAK BIN ASAS
CALONIA MAMPAH, PERANGINJAN DAHAR
I: AMINULDIN BIN MOHD MASHURDIN

PROJEK
SISTEM PENCEGAH KEBAKARAN UNTUK MERESCOH DAN MEMERINA SEMULA KOMPLEKS PEKAN RABU, ALOR SETAR, KEDAH

SKALA
SPRINKLER SYSTEM

RAJAH SKEMATIK SISTEM PAIP SPRINKLER

NO. RAJAH
MEK(F)BA2/1-6/2015



SIDANG EDITOR

Penaung

Ir. Razdwan bin Kasim

Penasihat

Ir. Mamat Rohizan bin Abdullah

Ir. Ismail bin A. Rahman

Ketua Editor

Ir. Hj. Zulkifli bin Abdul Rashad

Editor

Norizaludin bin Abd Karim

Mohd Saifudin bin Abd Razak

Ezdiani binti Talib

Afdhal bin Yusof

Wan Hisyam bin Wan Mansor

Hj.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. Razdwan bin Kasim Pengarah Kanan
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
2. Ir. Mamat Rohizan bin Abdullah Pengarah Rekabentuk
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
3. Ir. Hj. Ismail bin A. Rahman Pengarah Khidmat Pakar
Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
4. Ir. Hj. Yatim Selamat Bin Latib Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
5. Ir. Nor Haziman Bin Noh Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
6. Ir. Mohamad Mohideen Bin A. Jamal Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
7. Ir. Fadzlillah Bin Mahamood Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
8. Ir. Faiz Bin Fadzil Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
9. Ir. Mohd Azmi Bin Hashim Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
10. Pn. Azlina Binti Mohd Yasin Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
11. En. Abdul Jawat Bin Mansor Cawangan Kerja Bangunan Am 1
12. En. Daniel Kapiel Anak Matthew Jikeh Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
13. Ir. Abdul Quyyum Bin Abdul Halim Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
14. En. Muhd Khairul Nizam Bin Jamaludin Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
15. En. Gholib Bin Baharum Cawangan Kejuruteraan Mekanikal
16. Ir. Mohd Maarif Bin Abdul Malik Cawangan Kejuruteraan Mekanikal



CAWANGAN KEJURUTERAAN MEKANIKAL

IBU PEJABAT JKR MALAYSIA

2018