SISTEM PILI BOMBA LUARAN: SISTEM PEMADAMAN KEBAKARAN AKTIF

Pengarang: Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt | 30 Mei, 2026

PENDAHULUAN

Pili bomba ialah sebahagian daripada sistem rangkaian paip yang disambungkan terus kepada paip utama air awam. Fungsi utamanya adalah untuk membekalkan air kepada anggota Jabatan Bomba dan Penyelamat Malaysia (BOMBA) melalui hos yang disambungkan bagi operasi memadam kebakaran. Jentera bomba mengepam air daripada sistem pili bomba dan memancurkannya melalui hos semasa operasi memadam kebakaran. Terdapat dua jenis sistem bekalan air pili bomba yang biasa digunakan, iaitu sistem tanpa tekanan (terus), dan sistem bertekanan (berpam).

PIAWAIAN REKA BENTUK

Di bawah Undang-Undang Kecil 225 (2), Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (Uniform Building By-Laws, UBBL) 1984 (Pindaan 2021), sekurang-kurangnya satu pili bomba hendaklah disediakan bagi setiap bangunan. Pili bomba tersebut hendaklah terletak dalam jarak 30 m dari pintu masuk bangunan atau salur masuk sungsang *(breeching inlet)*. Di samping itu, rangkaian paip pili bomba hendaklah mematuhi MS 1489 Bahagian 2 Paip Utama Pemadam Kebakaran Basah dan Kering *(Wet and Dry Firefighting Mains)*, manakala pili bomba itu sendiri hendaklah mematuhi MS 1395 Spesifikasi untuk Pili Tiang *(Specification for Pillar Hydrants)*. Tambahan pula, jarak antara pili bomba hendaklah tidak melebihi 90 m.

SALURAN KELUAR PILI BOMBA

Untuk melindungi anggota bomba daripada runtuhan serpihan, pili bomba hendaklah dipasang sekurang-kurangnya 6 m dari bangunan tinggi. Secara amnya, pili bomba dipasang di sepanjang jalan akses dengan lebar minimum 6 m dan mampu menampung beban jentera bomba seberat 26 tan [1]. Saluran keluar pili bomba biasanya adalah daripada jenis tiang dua saluran keluar yang lengkap dengan injap pintu bawah tanah.

Sementara itu, di dalam premis persendirian, saluran keluar pili bomba juga boleh daripada jenis injap pendaratan tanpa injap pintu bawah tanah. Dalam kes sedemikian, hos kanvas sepanjang 30 m, berdiameter 65 mm yang lengkap dengan gandingan segera dan muncung biasanya disediakan di dalam kabinet hos yang bersebelahan dengan pili bomba. Injap-injap tersebut mempunyai fungsi-fungsi berikut:

1. Injap pintu bawah tanah berfungsi sebagai injap pemencilan yang digunakan untuk mengawal dan menutup bekalan air ke tiang pili bomba.
2. Sementara itu, injap pendaratan digunakan untuk mengawal selia aliran air pada saluran keluar pili bomba, bagi membolehkan anggota bomba mengawal aliran air semasa operasi memadam kebakaran.

Mengenai pili bomba luaran, terdapat jenis bertekanan dan tanpa tekanan. Jadual berikut menggariskan perbezaan antara kedua-dua jenis pili bomba luaran ini:

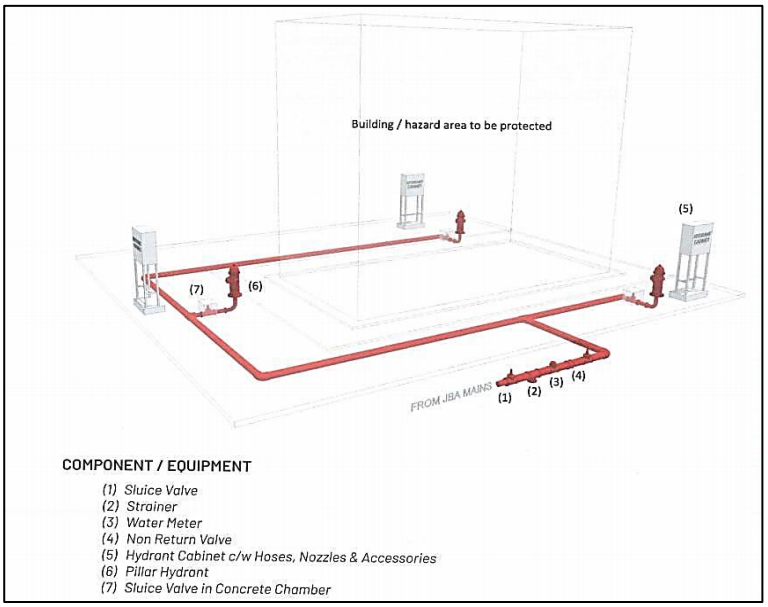
Bertekanan (Berpam)	Tanpa Tekanan (Terus)
• Bagi sistem pili bomba dua saluran keluar, bekalan air hendaklah mampu menyalurkan 1000 L/min pada tekanan operasi minimum 4 bar dan tekanan maksimum 7 bar untuk gandingan segera. • Biasanya digunakan di kawasan di mana terdapat banyak pili bomba dipasang dan beroperasi secara serentak. • Sesuai untuk kemudahan industri berisiko tinggi dan bangunan besar yang memerlukan permintaan pemadaman kebakaran yang lebih tinggi.	• Paip bekalan air hendaklah bersaiz mencukupi untuk mengekalkan kadar aliran 2000 L/min pada tekanan minimum 2 bar. • Bergantung sepenuhnya pada tekanan dan aliran yang dibekalkan oleh paip utama air awam di kawasan berisiko rendah.

Jadual 1: Perbezaan antara Sistem Pili Bomba Bertekanan dan Tanpa Tekanan [1]

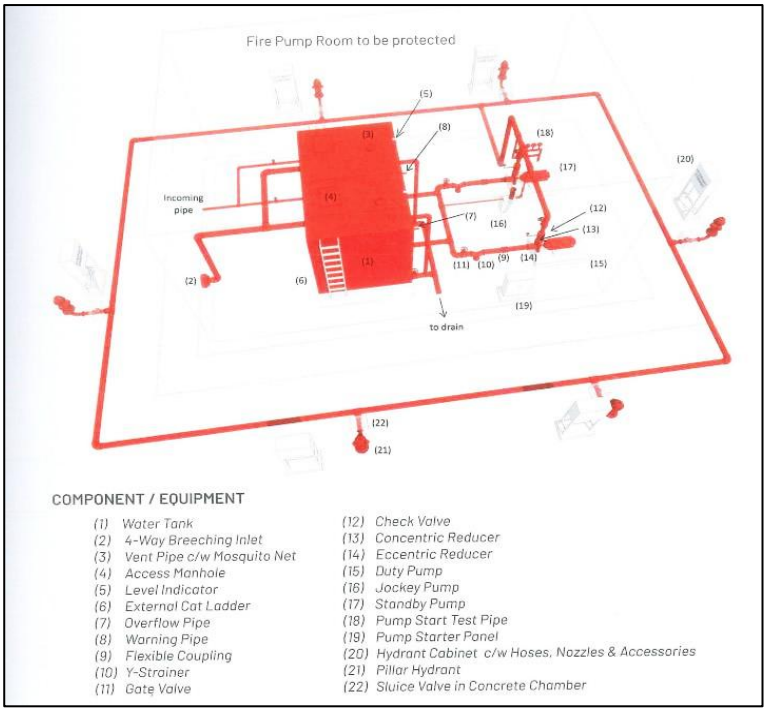
PAM PILI BOMBA

Pam pili bomba mengepam air daripada tangki simpanan air kebakaran menggunakan dua unit pam, iaitu satu pam bertugas (elektrik) *(duty pump)* dan satu pam tunggu sedia (diesel) *(standby pump)*. Fungsi pam-pam tersebut adalah seperti berikut:

1. Pam Joki: Pam kecil yang mengekalkan tekanan air yang stabil di dalam saluran paip pada setiap masa dan menghalang pam utama daripada hidup dan mati secara berterusan akibat kebocoran kecil.
2. Pam Elektrik Bertugas (Pam Elektrik): Pam berkapasiti tinggi yang bermula secara automatik apabila tekanan air jatuh di bawah paras yang ditetapkan, menandakan pili bomba sedang digunakan.
3. Pam Diesel Tunggu Sedia (Pam Diesel): Pam kecemasan yang mengambil alih secara automatik sekiranya berlaku kegagalan bekalan kuasa.



Gambar 1: Susunan Tipikal Sistem Pili Bomba Terus [1]



Gambar 2: Susunan Tipikal Sistem Pili Bomba Bertekanan [1]



Gambar 3: Pam Joki dalam Pili Bomba Luaran [2]

Untuk bangunan berisiko tinggi, pam pili bomba hendaklah berupaya membekalkan 2000 L/min pada tekanan minimum 4 bar kepada mana-mana pasangan pili bomba dengan dua saluran keluar yang beroperasi secara serentak. Pam tunggu sedia hendaklah kekal beroperasi semasa keadaan kegagalan bekalan kuasa sama ada melalui penjana kecemasan atau pacuan enjin diesel. Penjana kecemasan mesti mempunyai kapasiti yang mencukupi untuk membekalkan kuasa kepada pam pili bomba selama sekurang-kurangnya 2 jam. Di samping itu, pengkabelan elektrik yang membekalkan kuasa kepada sistem pam pili bomba perlulah daripada jenis berkadar api untuk memastikan operasi berterusan semasa keadaan kebakaran. Di mana bekalan penjana kecemasan tidak tersedia, pam tunggu sedia biasanya dipacu oleh enjin diesel. Enjin diesel mesti berupaya beroperasi secara berterusan pada beban penuh selama 2 jam menggunakan bahan api diesel dan mesti direka bentuk untuk beroperasi di bawah pelbagai keadaan beban. Enjin diesel mesti dilengkapi dengan gabenor kelajuan malar bersepadu untuk mengekalkan kelajuan pam yang ditetapkan di bawah pelbagai keadaan beban.

Piawaian keselamatan kebakaran mengenakan keperluan yang ketat ke atas enjin diesel, bateri, sistem pemula, dan susunan bilik pam. Kapasiti bateri dan motor pemula untuk pam tunggu sedia diesel mestilah mencukupi untuk menyediakan enam kitaran permulaan. Setiap kitaran permulaan memerlukan motor pemula untuk menghidupkan (crank) enjin selama sekurang-kurangnya 15 saat, diikuti dengan tempoh rehat tidak melebihi 10 saat antara percubaan. Enjin diesel hendaklah berjaya dihidupkan menjelang kitaran permulaan ketujuh. Selain itu, bateri untuk pam tunggu sedia

pacuan diesel biasanya daripada jenis bebas penyelenggaraan untuk meningkatkan keandalan. Selain itu, bekalan bahan api mesti mengandungi diesel yang mencukupi untuk membolehkan enjin beroperasi pada beban maksimumnya selama minimum dua jam. Di samping itu, pengkabelan elektrik yang membekalkan kuasa kepada sistem pam pili bomba perlulah daripada jenis berkadar api untuk memastikan operasi berterusan semasa keadaan kebakaran.

Sebuah pam joki kecil, yang biasanya dipacu oleh motor elektrik dengan kapasiti kira-kira 120 L/min, dipasang untuk memulihkan secara automatik tekanan yang hilang akibat kebocoran kecil. Ini memastikan tekanan yang stabil di dalam sistem perpaipan dan menghalang pengaktifan pam utama yang tidak diperlukan, yang mana sebaliknya boleh mengakibatkan pam beroperasi tanpa keperluan, ataupun berlakunya *trip* elektrik yang tidak sepatutnya.

Bilik pam hendaklah menggabungkan beberapa langkah perlindungan untuk memastikan operasi yang boleh dipercayai semasa kecemasan. Ia hendaklah dilindungi daripada hujan dan terletak jauh dari kawasan yang mudah dinaiki air. Pengudaraan semula jadi atau mekanikal yang mencukupi hendaklah disediakan, dan bilik tersebut hendaklah dilabel dengan jelas dengan papan tanda keselamatan yang sesuai. Alat pemadam api karbon dioksida (CO_2) mudah alih hendaklah disediakan di dalam bilik pam untuk perlindungan kebakaran elektrik.

TANGKI PILI BOMBA

Kapasiti bersih efektif minimum yang diperlukan untuk tangki simpanan air kebakaran ialah 67.5 m^3. Bersama dengan kadar aliran isian semula automatik sebanyak 500 L/min, kapasiti ini secara amnya mencukupi untuk menyokong 45 minit operasi pam pili bomba. Bagi sistem pili bomba yang lebih besar, kapasiti simpanan yang lebih besar mungkin diperlukan, dengan kapasiti tangki efektif sehingga 108 m^3 biasanya digunakan untuk permintaan air pemadaman kebakaran yang lebih tinggi. Selain itu, salur masuk sungsang empat hala *(four-way breeching inlet)* biasanya disediakan bagi membolehkan pihak BOMBA mengisi semula tangki air kebakaran semasa operasi pemadaman kebakaran yang berpanjangan.

Oleh itu, bagi struktur yang telah siap, tangki tersebut hendaklah direka bentuk untuk menampung 108 m^3 bagi memastikan bekalan air yang andal. Kapasiti tangki boleh guna yang efektif hendaklah tidak kurang daripada 67.5 m^3. Kapasiti boleh guna tangki ditakrifkan sebagai isi padu air antara paras air normal dengan paras air rendah (LWL), yang ditetapkan pada 600 mm di atas titik tertinggi alur keluar paip sedutan pam atau di bahagian atas bebibir penghalang pusaran yang diluluskan. Susunan ini menghalang kemasukan udara dan pembentukan pusaran pada salur masuk sedutan pam.

Biasanya, tangki simpanan air kebakaran diasingkan daripada sistem simpanan air domestik atau sistem simpanan air bukan pemadaman kebakaran yang lain. Walau bagaimanapun, dalam sesetengah kes, ia boleh digabungkan dengan simpanan air untuk sistem pemadaman kebakaran yang lain. Dalam keadaan sedemikian, kapasiti tangki gabungan mestilah mencukupi untuk memenuhi jumlah permintaan air bagi kesemua sistem perlindungan kebakaran yang disambungkan.

Selain itu, tangki simpanan air kebakaran biasanya dibina menggunakan keluli tekan *(pressed steel)*, konkrit bertetulang *(reinforced concrete)*, atau poliester diperkuat gentian kaca (FRP), bergantung pada keperluan projek dan keadaan persekitaran. Tangki simpanan air kebakaran yang besar sering kali dibahagikan kepada beberapa kompartmen bagi memudahkan kerja-kerja penyelenggaraan di samping mengekalkan ketersediaan air yang berterusan untuk operasi pemadaman kebakaran.

PANEL PENGHIDUP DAN KAWALAN PAM

Panel pemula pam untuk pam bertugas, pam tunggu sedia, dan pam joki hendaklah diasingkan daripada panel yang memberi khidmat kepada sistem pemadaman kebakaran yang lain serta dilengkapi dengan lampu penunjuk dan kawalan individu bagi meningkatkan keandalan operasi

dan menghalang kegagalan satu sistem daripada menjejaskan sistem yang lain. Pam pili bomba direka bentuk untuk bermula secara automatik sebaik sahaja suis tekanan diaktifkan dan hendaklah juga disediakan dengan keupayaan mula secara manual. Selepas diaktifkan, pam pili bomba hanya boleh dihentikan secara manual. Pengkabelan elektrik yang membekalkan kuasa kepada panel pam pili bomba perlulah daripada jenis berkadar api untuk memastikan operasi berterusan semasa keadaan kebakaran. Sementara itu, suis tekanan biasanya dipasang di sepanjang talian hantaran pam atau talian ujian untuk memantau tekanan sistem secara berterusan.

Sekiranya berlaku kebakaran, susunan yang biasa diguna pakai adalah:

- Tekanan turun kepada 90%: Pam joki bermula secara automatik untuk mengimbangi kehilangan tekanan kecil.
- Tekanan turun kepada 80%: Pam joki berhenti beroperasi dan pam bertugas bermula secara automatik, menandakan permintaan yang ketara untuk aliran air pemadaman kebakaran.
- Tekanan turun kepada 40%: Pam tunggu sedia bermula secara automatik, biasanya disebabkan oleh kegagalan pam bertugas atau permintaan pemadaman kebakaran yang sangat tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, sistem pili bomba luaran merupakan komponen kritikal dalam infrastruktur perlindungan kebakaran yang memastikan bekalan air yang andal dan mudah diakses semasa kecemasan kebakaran. Reka bentuk, pemasangan, pengujian dan penyelenggaraan yang betul mestilah dilaksanakan bagi memastikan sistem pili bomba kekal boleh diakses, jelas kelihatan, serta berupaya membekalkan kadar aliran dan tekanan yang diperlukan selaras dengan MS 1489 dan UBBL 2021. Ini memastikan sistem tersebut kekal andal dan berkesan dalam melindungi nyawa, harta benda, dan penghuni bangunan semasa kecemasan kebakaran.

Ir. Dr. Justin LAI Woon Fatt
CEO / Pengasas
IPM Group

Rujukan:
[1] Mohammad, N,H. (2025). Guide to Fire Protection in Malaysia (Third Edition). Pertubuhan Akitek Malaysia (PAM).
[2] Yeschamp (n.d.). High Pressure Multistage Vertical Centrifugal Pump [GDLF 50Hz]. Retrieved on 30th May 2026 from https://www.purityfire.com/pumps/high-pressure-multistage-vertical-centrifugal.html

***This Malay translation is for reference only. If the meaning of the Malay translation is inconsistent with the original English version, the original English version shall prevail.*